



## Weltwassermärkte

23. Februar 2010

### Hoher Investitionsbedarf trifft auf institutionelle Risiken

Die Weltwassermärkte stehen vor großen Herausforderungen. Der Anstieg der Weltbevölkerung geht einher mit einer steigenden Nachfrage nach Nahrungsmitteln, Energie und sonstigen Gütern. Dies bedeutet auch einen erhöhten Wasserbedarf, der auf ein begrenztes Angebot dieser lebensnotwendigen Ressource trifft. Nutzungskonflikte sind programmiert und werden durch Verschwendung und Verschmutzung von Wasser verschärft. Wasserknappheit ist ein humanitäres Problem und kann ein Hemmschuh für die wirtschaftliche Entwicklung sein. Der Klimawandel wird viele wasserbezogene Probleme vergrößern und neue schaffen.

Wir schätzen den jährlichen Investitionsbedarf in der globalen Wasserwirtschaft auf etwa EUR 400 bis 500 Mrd. Gemessen an diesem Bedarf, ist die Branche von Unterinvestitionen geprägt, vor allem, weil die Wasserpreise vielerorts subventioniert und damit zu niedrig sind. Folglich fehlen die Anreize für notwendige Investitionen. Die Preise spiegeln nicht die Knappheit der Ressource Wasser wider; Verschwendung wird begünstigt. Korruption und fehlende Eigentumsrechte kommen hinzu. Um eine Trendumkehr zu erreichen, müssten in vielen Ländern die Wasserpreise erhöht werden. Die Notwendigkeit, hierbei soziale Aspekte zu berücksichtigen, setzt diesem Ziel in der Praxis enge Grenzen.

Der Staat wird die notwendigen Finanzmittel zur Bewältigung der anstehenden Aufgaben nicht alleine aufbringen können. Zwar gibt es viele Ressentiments gegenüber dem Engagement von privaten Firmen in der Wasserwirtschaft. Die öffentliche Hand kann aber nicht alle Herausforderungen im Alleingang bewältigen. Daher halten wir es für sinnvoll, dass Staat und Privatwirtschaft enger zusammenarbeiten.

Für Hersteller von „Wassertechnologien“ besteht in den nächsten Jahrzehnten enormes Absatzpotenzial – trotz der genannten Risiken. Die Nachfrage nach effizienten Bewässerungstechnologien, Meerwasserentsalzungs- und Kläranlagen, technischen Ausrüstungen (z.B. Pumpen, Kompressoren, Armaturen), Filteranlagen oder Desinfektionsverfahren dürfte besonders stark zulegen.

Wir haben die Attraktivität verschiedener Länder für Investitionen in der Wasserwirtschaft mit einem Scoring-Modell bewertet. Unter den 20 am besten platzierten Ländern finden sich viele Staaten aus dem Mittleren Osten, die aufgrund ihrer Ölvorkommen reich sind, in sehr trockenen Regionen liegen und politisch relativ stabil sind. Mit Deutschland und den USA befinden sich auch zwei große Industrieländer und mit Indien und China die bevölkerungsreichsten Nationen der Erde unter den Top 20 unseres Rankings. Grundsätzlich besteht aber in allen Ländern großer Investitionsbedarf in der Wasserwirtschaft.

www.  
dbresearch.de

#### Autoren

Eric Heymann  
+49 69 910-31730  
eric.heyman@db.com

Deirdre Lizio, Stipendiatin der  
Robert Bosch Stiftung

Markus Siehlow, TU Dresden  
markus.siehlow@mailbox.tu-  
dresden.de

#### Editoren

Tobias Just  
Christian von Hirschhausen,  
TU Berlin

#### Publikationsassistentz

Sabine Berger

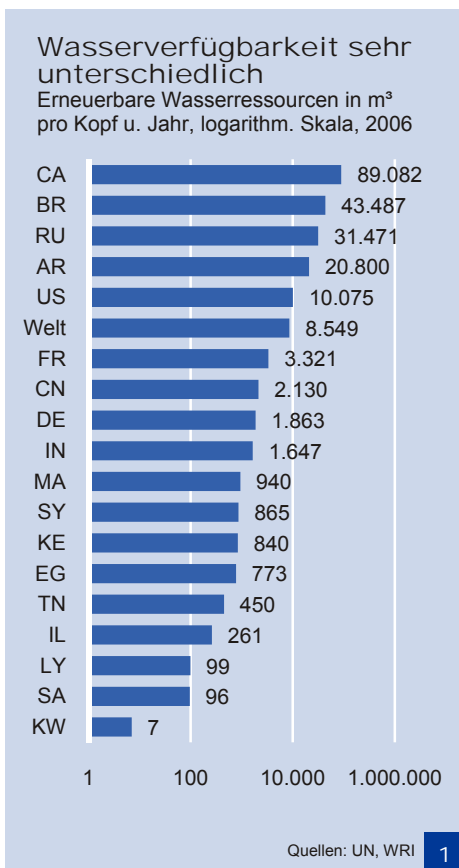
Deutsche Bank Research  
Frankfurt am Main  
Deutschland

Internet: [www.dbresearch.de](http://www.dbresearch.de)  
E-Mail: [marketing.dbr@db.com](mailto:marketing.dbr@db.com)  
Fax: +49 69 910-31877

#### DB Research Management

Thomas Mayer





### Fossiles Wasser

Das so genannte fossile Wasser war in der jüngeren Erdgeschichte nicht in den Wasserkreislauf eingebunden und wird auch nicht durch Niederschläge erneuert. So befinden sich etwa unter der Sahara Grundwasserseen, die fossiles Wasser enthalten. In Libyen wird dieses Wasser im Rahmen des so genannten Great-Man-Made-River-Projektes gefördert. Es wird für landwirtschaftliche Zwecke und die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser genutzt. Auch wenn der Lebensstandard für die vom Projekt begünstigte Bevölkerung durch das Projekt zunahm, ist die Art der Wassernutzung im Wortsinne natürlich nicht nachhaltig, da sich die Wasserressourcen nicht erneuern. Zudem wird ein Absinken des Grundwasserspiegels in angrenzenden Regionen befürchtet bzw. bereits beklagt.

## 1. Einleitung

Die globale Wasserwirtschaft steht vor vielfältigen Herausforderungen. Die Bevölkerungszahl auf der Erde wird bis zum Jahr 2050 um rd. 2,5 Mrd. Menschen wachsen. In der Folge steigt die Nachfrage nach Nahrungsmitteln, Energie sowie nach Konsumgütern und Dienstleistungen aller Art. Dies bedeutet letztlich eine Mehrnachfrage nach Wasser, die auf ein begrenztes Angebot dieser lebensnotwendigen Ressource trifft. Nutzungskonflikte sind programmiert und werden durch Verschwendung und Verschmutzung von Wasser verschärft. Die Investitionen in die gesamte Wasserinfrastruktur müssen in den nächsten Jahrzehnten steigen, um die wachsende Nachfrage bedienen zu können. Die Investitionsschwerpunkte sind in industrialisierten Ländern natürlich andere als in Entwicklungs- und Schwellenländern. Grundsätzlich stehen dem Investitionsbedarf jedoch Finanzierungsengpässe der öffentlichen Hand gegenüber.

### Vorgehensweise dieser Untersuchung

In dieser Studie stellen wir zunächst die wesentlichen Charakteristika und Kennzahlen des Weltwassermarktes dar. Hierbei ist zu beachten, dass die Datenbasis schwierig ist. Im 3. Kapitel analysieren wir die wichtigsten Herausforderungen in der globalen Wasserwirtschaft. Wir fokussieren Probleme, die aus der steigenden landwirtschaftlichen Produktion sowie der zunehmenden Urbanisierung und Industrialisierung für die Wasserwirtschaft resultieren. Ferner werfen wir einen Blick auf potenzielle technologische und politische Lösungen, aber auch auf deren Grenzen. Der Klimawandel wird in den nächsten Jahren viele bereits bestehende Probleme rund um die Wasserwirtschaft verschärfen und neue schaffen. Diesen Aspekt untersuchen wir in einem eigenen Kapitel. Schließlich betrachten wir den globalen Wassermarkt aus der Sicht von Unternehmen aus der Branche sowie von potenziellen Investoren und stellen Chancen und Risiken des Wassermarktes dar.

## 2. Weltwassermärkte: Kennzeichen und Kennzahlen

Die Wasserwirtschaft unterscheidet sich in mehrfacher Hinsicht von anderen Märkten. Auf der Angebotsseite ist charakteristisch, dass die Menge an Wasser auf der Erde immer gleichbleibt, da sich Wasser in einem Kreislauf von Verdunstung und Niederschlägen befindet. Wasser bedeckt gut 70% der Erdoberfläche. Aber von den knapp 1,4 Mrd. km<sup>3</sup> Wasser auf der Erde sind „nur“ etwa 2,5% Süßwasser. Hiervon sind wiederum knapp 70% als Eis vor allem an den Polkappen sowie in Gletschern gebunden und somit nicht unmittelbar für den Menschen nutzbar. Auf Grundwasser entfallen etwa 30% der globalen Süßwasservorkommen; es ist damit in vielen Ländern die wichtigste Quelle für die Wasserversorgung. Nur gut 1% des Süßwassers auf der Erde verteilt sich auf Seen, Flüsse, Feuchtgebiete und Böden (inklusive Permafrost). Dennoch spielen das Oberflächenwasser aus Seen und Flüssen (und damit auch Niederschlägen) für die Wasserversorgung der Menschheit die dominierende Rolle. Im globalen Durchschnitt entfallen über 70% der Wasserentnahme durch den Menschen auf Oberflächenwasser. In einigen Ländern, besonders in den ölfreuen arabischen Staaten, basiert ein nennenswerter Anteil der Wasserversorgung zudem auf Meerwasserentsalzung.

### Wasserknappheit und Wassermangel

Eine allgemein anerkannte Definition für die Begriffe Wasserknappheit und Wassermangel liefert der so genannte Falkenmark-Index, der nach der schwedischen Wissenschaftlerin Malin Falkenmark benannt ist. Danach verfügt ein Land über ausreichend Trinkwasser, wenn die jährlichen erneuerbaren Süßwasserressourcen 1.700 m<sup>3</sup> pro Person übersteigen. Von Wasserknappheit spricht man, wenn diese Ressourcen zwischen 1.000 und 1.700 m<sup>3</sup> pro Person und Jahr liegen. Wassermangel herrscht bei Werten zwischen 500 und 1.000 m<sup>3</sup> und extremer Wassermangel ist bei erneuerbaren Wasserressourcen von unter 500 m<sup>3</sup> gegeben. Dieser Index gibt natürlich nur eine grobe Indikation, da die Niederschläge in vielen Ländern regional und saisonal unterschiedlich verteilt sind. Zudem berücksichtigt er nicht die technologische Anpassungsfähigkeit einzelner Staaten an eine unzureichende natürliche Wasserversorgung (z.B. durch Meerwasserentsalzung). Der Index ist für eine differenzierte Diskussion des Problems der Wasserknappheit zwar nicht ideal. Als Orientierungsgröße für die Versorgungssituation ist er – auch mangels Alternative – dennoch geeignet. Zur Illustration: Nach Angaben des World Resources Institute (WRI) verfügt Deutschland über erneuerbare Frischwasserressourcen in Höhe von knapp 1.900 m<sup>3</sup> pro Person und Jahr. In Ägypten liegt dieser Wert bei leicht unter 800 m<sup>3</sup> und in Kanada bei mehr als 91.000 m<sup>3</sup> pro Kopf und Jahr; der Weltdurchschnitt beträgt rd. 8.550 m<sup>3</sup>, weshalb rein rechnerisch auch bei weiter steigender Bevölkerungszahl genügend Wasser auf der Erde vorhanden ist. In den meisten Ländern werden die verfügbaren Wasserressourcen nicht komplett genutzt; in Deutschland ist es nach Angaben des Branchenverbandes BDEW nur knapp ein Fünftel. Die erneuerbaren Frischwasserressourcen sind eng mit den Niederschlägen eines Landes korreliert. Allerdings gibt es auch Ausnahmen. So stammt etwa in Ägypten der Großteil der erneuerbaren Wasserressourcen aus dem Nil, dieser wird jedoch im Wesentlichen durch Quellen und Niederschläge in ostafrikanischen Ländern gespeist.

### Niederschläge saisonal und regional unterschiedlich verteilt

Rein rechnerisch ist hinreichend viel Wasser auf der Erde vorhanden, um alle Bedürfnisse der Menschen dauerhaft zu befriedigen. So beträgt laut Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) die jährliche weltweite Grundwasserförderung weniger als 10% der Neubildung von Grundwasser. Gleichwohl leiden viele Länder und Regionen unter Wasserknappheit oder sogar Wassermangel (siehe Kasten).

Hierfür sind verschiedene Nachfragekomponenten (Überförderung, Verschwendung, Verschmutzung) maßgeblich, auf die wir noch zu sprechen kommen. Ein wesentlicher angebotsseitiger Grund für Wassermangel liegt natürlich in den klimatischen Verhältnissen. Denn die Menge an Oberflächenwasser ist eng mit den Niederschlägen korreliert, die wiederum saisonal und regional unterschiedlich verteilt sind; dies gilt global, aber auch für einzelne Länder. Ein bekanntes Beispiel ist Indien, wo in bestimmten Regionen über 90% der Jahresniederschläge während des Sommermonsuns fallen. Im Rest des Jahres leiden dagegen große Landesteile unter anhaltender Trockenheit und Hitze.<sup>1</sup> Auch in einigen Industrieländern gibt es dieses Phänomen. So fallen die Niederschläge in Südspanien im Durchschnitt deutlich niedriger aus als im Norden des Landes und sind zudem auf die Wintermonate konzentriert. Es gibt natürlich auch Staaten, in denen über das ganze Jahr nur wenig Regen fällt, was dann die Hauptursache für Wasserknappheit oder -mangel ist.

### Wasser nicht substituierbar

Auch auf der Nachfrageseite zeichnet sich der Wassermarkt durch Besonderheiten aus. Wasser ist für quasi alle Organismen auf der Erde überlebensnotwendig; das Gut Wasser ist nicht substituierbar. Dies ist ein wesentlicher Unterscheid zu den meisten anderen Wirtschaftsgütern.<sup>2</sup> Der direkte Wasserkonsum (Trinken, Nahrungsmittelzubereitung) durch den Menschen ist, gemessen am gesamten Wasserverbrauch<sup>3</sup>, vernachlässigbar. Aber das Fehlen von sauberem Trinkwasser und sanitären Einrichtungen ist ein existenzielles Problem, von dem viele Menschen betroffen sind. Im aktuellen UN-Bericht über den Zwischenstand bei der Zielerreichung der Millennium Development Goals<sup>4</sup> wird konstatiert, dass weltweit noch immer knapp 900 Mio. Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser haben (davon rd. 750 Mio. in ländlichen Gebieten). Allerdings ist hier die Tendenz fallend.<sup>5</sup> Schwieriger gestaltet sich die Situation im Bereich Abwasser. Weltweit verfügen etwa 2,5 Mrd. Menschen nicht über grundlegende sanitäre Einrichtungen; die UN rechnet damit, dass diese Zahl aufgrund des hohen Bevölkerungswachstums in den nächsten Jahren nur geringfügig gesenkt werden kann. Etwa 1,5 Mio. Menschen pro Jahr sterben an Krankheiten, die auf verunreinigtes Wasser zurückzuführen sind.

<sup>1</sup> Vgl. Auer, Josef et al. (2008). Infrastruktur Indien: 450 Mrd. Gründe, jetzt zu investieren. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 410. Frankfurt am Main.

<sup>2</sup> Aus diesem Grund wird von vielen Institutionen seit Jahren gefordert, den Zugang zu sauberem Trinkwasser als Grund- oder Menschenrecht zu definieren.

<sup>3</sup> Da sich die gesamte Wassermenge in einem Kreislauf befindet, ist es eigentlich richtig, von Wassergebrauch zu sprechen. Das in einer Region für einen gewissen Zeitraum nutzbare Süßwasserangebot wird auch Wasserdargebot genannt.

<sup>4</sup> Das Ziel bezüglich Wasser lautet, bis 2015 die Zahl der Menschen zu halbieren, die nicht über einen Zugang zu sauberem Trinkwasser und adäquaten sanitären Einrichtungen verfügen.

<sup>5</sup> Zwischen 1990 und 2006 haben etwa 1,6 Mrd. Menschen Zugang zu sauberem Trinkwasser erhalten. Die größten Fortschritte wurden in Ostasien erzielt.



### Messung der Wassernachfrage

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Wassernachfrage oder den Wasserverbrauch zu messen. Am gebräuchlichsten ist die Wasserentnahme eines Landes aus Oberflächen- oder Grundwasser. Diese kann den erneuerbaren Wasserressourcen gegenübergestellt werden, um zu erkennen, ob ein Land nachhaltig mit seinen Wasserressourcen umgeht oder sie übernutzt.

Darüber hinaus wird seit einiger Zeit dem so genannten virtuellen Wasserverbrauch große Aufmerksamkeit geschenkt. Hierbei wird nicht nur der direkte Wasserverbrauch eines Menschen betrachtet, sondern auch sämtliches Wasser, das für die Herstellung der Güter und Dienstleistungen verwendet wird, die ein Mensch konsumiert. So werden nach Berechnung von Water Footprint Network für die Herstellung von einem Kilogramm Rindfleisch über die gesamte Wertschöpfungskette bis zum Verzehr rd. 15.500 Liter Wasser benötigt. Beim Verbrauch von virtuellem Wasser liegen die Industrieländer aufgrund ihrer Konsumgewohnheiten naturgemäß vor den Entwicklungs- und Schwellenländern. Mit einer Analyse des virtuellen Wasserverbrauchs können auch Handelsströme hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Nutzung von Wasserressourcen untersucht werden: Wenn Europa Konsumgüter aus China importiert, erhöht dies den dortigen Wasserverbrauch; China exportiert somit auch virtuelles Wasser. Dass dieser virtuelle Wasserverbrauch nicht im Falkenmark-Index berücksichtigt wird, ist ein weiterer Schwachpunkt.

Die dritte Möglichkeit, den Wasserverbrauch bzw. die Wassernachfrage zu messen, liegt in der Untersuchung des Haushaltswasserverbrauchs; dieser wird in der Regel pro Kopf gemessen. In Deutschland liegt dieser Verbrauch seit einigen Jahren relativ konstant bei rd. 125 Litern pro Person pro Tag; direkt nach der Wiedervereinigung lag der Haushaltswasserverbrauch noch bei knapp 150 Litern. In den USA beträgt der Wert etwa 300 Liter pro Person und Tag, in Indien lediglich 25 Liter.

### Landwirtschaft größter Wassernutzer

Der mit Abstand größte Nutzer von Frischwasser ist die Bewässerungslandwirtschaft (etwa 70% des globalen Wasserverbrauchs). In vielen Entwicklungs- und Schwellenländern liegt dieser Wert zum Teil deutlich über 90%. Die bewässerte landwirtschaftliche Fläche auf der Erde hat sich in den letzten 50 Jahren in etwa verdoppelt (siehe Kapitel 3.1). Der zweitwichtigste Nutzer ist die Industrie und der Energiesektor mit einem Anteil von rd. 20%. Auf die privaten Haushalte schließlich entfallen etwa 10%. Ein Großteil dieses Haushaltswasserverbrauchs wird durch Körperpflege, Toilettenspülung und Wäschewaschen bestimmt, vor allem in den Industrieländern.

### Nachfrage nach Trinkwasser wächst stetig

Die wichtigsten Treiber für die globale Wassernachfrage hängen eng mit der Bevölkerungsentwicklung zusammen. Der größte Teil des erwarteten Zuwachses der Wassernachfrage dürfte daher auf die Entwicklungs- und Schwellenländer entfallen, denn 90% des bis 2050 erwarteten Bevölkerungsanstiegs wird in diesen Staaten stattfinden.

Mehr Menschen benötigen nicht nur mehr Trinkwasser, sondern auch mehr Nahrungsmittel. Um die Erträge in der Landwirtschaft zu erhöhen, wird die Bewässerungslandwirtschaft daher weiter an Bedeutung gewinnen; zudem dürften die Schadstoffeinträge ins Grundwasser durch den ineffizienten Einsatz von Pestiziden und Düngungsmitteln in vielen Ländern steigen. Auch die sich ändernden Ernährungsgewohnheiten der Menschen – mehr Fleisch und andere tierische Erzeugnisse – tragen zum steigenden Wasserverbrauch bei. So verursacht nach Angaben der UN die Fleischproduktion einen acht- bis zehnmal höheren Wasserverbrauch als die entsprechende Produktion von Getreide.<sup>6</sup>

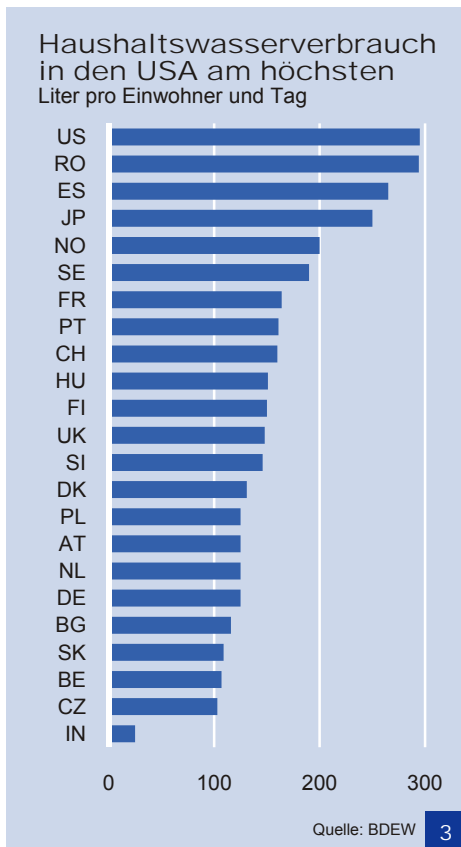
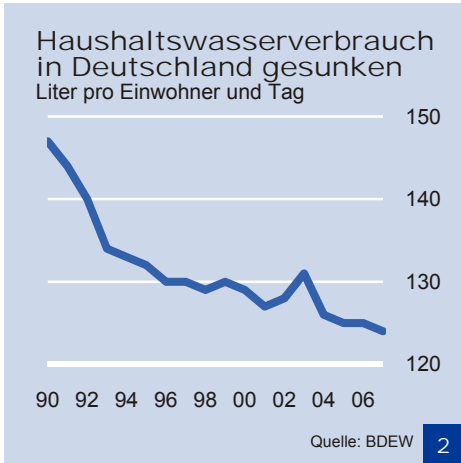
Ein weiterer Grund für den steigenden Wasserverbrauch liegt in der zunehmenden Urbanisierung, die in der Regel mit einem höheren Lebensstandard und Wasserverbrauch verbunden ist. Nach UN-Schätzungen wird sich die städtische Bevölkerung in Afrika und Asien zwischen 2000 und 2030 in etwa verdoppeln. Insgesamt entfallen 95% der Zunahme auf Städte in Entwicklungs- und Schwellenländern, weshalb hier die Probleme mit der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung besonders massiv auftreten dürften.

### Wasser wird vielfach nicht nachhaltig genutzt

Das Problem von Wasserknappheit und -mangel (auch Wasserstress) wird vielerorts durch Verschwendung und Verschmutzung verursacht bzw. vergrößert. So liegen die Sicker- und Leitungsverluste sowohl in der öffentlichen Wasserversorgung als auch in der Bewässerungslandwirtschaft zum Teil bei weit über 50%, und das auch in Industriestaaten. Durch mangelnde Klärung der Abwässer aus Industrieanlagen und privaten Haushalten sind große Teile des Oberflächenwassers in vielen Ländern verschmutzt. Laut UN-Angaben fließen mehr als 80% der Abwässer in Entwicklungs- und Schwellenländern ungeklärt in Seen, Flüsse oder das Meer. In China ist die Qualität von über 70% des Wassers in den wichtigsten Flusssystemen des Landes zu schlecht für den menschlichen Verzehr.<sup>7</sup> Probleme mit der Wasserverfügbarkeit werden mittel- bis län-

<sup>6</sup> Vgl. hierzu Schaffnit-Chatterjee, Claire (2009). Lebensmittel – Eine Welt voller Spannung. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 461. Frankfurt am Main.

<sup>7</sup> Vgl. Heymann, Eric (2006). Umweltmarkt China: Von Großbaustelle zum Wachstumsmarkt. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 341. Frankfurt am Main.



gerfristig zudem dadurch verschärft, dass gerade in Ländern mit wenig Niederschlägen – bei gleichzeitig großer Bedeutung der Landwirtschaft – das Grundwasser schneller genutzt wird als es sich neu bilden kann. Eine der Folgen sind sinkende Grundwasserspiegel in den jeweiligen Regionen, die Schäden an der lokalen Vegetation verursachen können.

Der wachsende Energiehunger der Menschheit ist ein weiterer Treiber für den steigenden Wasserverbrauch: Hier spielt die Kühlung von Kraftwerken eine Rolle, aber natürlich auch die Wasserkraft an sich. Zudem ist der Bedeutungsgewinn der Bioenergien zu nennen. Bereits auf 2% der künstlich bewässerten landwirtschaftlichen Fläche werden Pflanzen angebaut, die letztlich für die Erzeugung von Bioenergie eingesetzt werden; in den USA ist dieser Wert tendenziell höher, während etwa in Brasilien üblicherweise die Regenfälle für die Produktion von „Energiepflanzen“ ausreichen. Neben dem steigenden Energiebedarf trägt auch die zunehmende Industrialisierung insbesondere in den Entwicklungs- und Schwellenländern zum steigenden Wasserbedarf bei.

**Viele Branchen von Wasserverfügbarkeit abhängig**

Während fehlender Zugang zu Trinkwasser für viele Menschen ein existenzielles Problem ist, wird inzwischen immer mehr Unternehmen bewusst, dass die Wasserverfügbarkeit zu einem limitierenden Faktor für ihre wirtschaftliche Entwicklung werden kann bzw. bereits geworden ist. Die Bandbreite der potenziell betroffenen Branchen ist groß, denn ganz ohne Wasser kommt kein Sektor aus.<sup>8</sup> Neben der Landwirtschaft zählt das Ernährungsgewerbe (inklusive Getränkeindustrie) zu den Wirtschaftszweigen, die viel und qualitativ hochwertiges Wasser benötigen. Ferner sind die Energiewirtschaft (z.B. Kühlung), der Bergbau (z.B. Kupferminen in Chile), die Chemie- und Pharmabranche, die Papier- und Zellstoffindustrie, das Textil- und Bekleidungs-gewerbe oder die Halbleiterindustrie als nutzungsintensive Branchen zu nennen. Auch die Tourismusbranche ist stark von der Wasserverfügbarkeit abhängig (direkter Wasserverbrauch der Urlauber, Swimming Pools, Golfplätze). Hier gibt es in vielen Regionen einen direkten Nutzungskonflikt mit der lokalen Landwirtschaft.

Aufgrund der oben genannten Trends wird der Standortfaktor „Wasserverfügbarkeit“ für viele Unternehmen in den nächsten Jahren wichtiger. Technologien werden an Bedeutung gewinnen, die es erlauben, das verfügbare Wasser häufiger zu nutzen (siehe Kapitel 3.2). Auch die gesamtwirtschaftlichen Effekte von mangelnder Wasserverfügbarkeit sind groß, was (bislang) vor allem für die Entwicklungs- und Schwellenländer gilt. Die UN listet in ihrem Bericht „Water in a changing world“ von 2009 viele Beispiele auf, in denen ausbleibende Investitionen in die Wasserverfügbarkeit das BIP-Wachstum verlangsamt haben. So verursacht nach Angaben der UN die unzureichende Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur in Afrika jährliche Kosten in Höhe von etwa 5% der Wirtschaftsleistung des Kontinents.

<sup>8</sup> Vgl. hierzu auch Pacific Institute (2009). Water scarcity and climate change: growing risks for businesses & investors. A Ceres Report. Oakland. Außerdem: Cartwright, Anton et al. (2009). Understanding water risks. A primer on the consequences of water scarcity for government and business. WWF Water Security Series 4. Godalming.



### ISO-Ländercodes

Abkürzung	Land
AE	VAE
AF	Afghanistan
AO	Angola
AR	Argentinien
AT	Österreich
AU	Australien
BD	Bangladesch
BE	Belgien
BF	Burkina Faso
BG	Bulgarien
BH	Bahrain
BR	Brasilien
CA	Kanada
CH	Schweiz
CI	Elfenbeinküste
CL	Chile
CN	China
CZ	Tschechien
DE	Deutschland
DK	Dänemark
DZ	Algerien
EG	Ägypten
ES	Spanien
ET	Äthiopien
FI	Finnland
FR	Frankreich
HU	Ungarn
IE	Irland
IL	Israel
IN	Indien
IR	Iran
IQ	Irak
IT	Italien
JO	Jordanien
JP	Japan
KE	Kenia
KR	Südkorea
KW	Kuwait
LY	Libyen
MA	Marokko
MG	Madagaskar
ML	Mali
MN	Mongolei
MZ	Mozambique
NE	Niger
NG	Nigeria
NI	Nicaragua
NL	Niederlande
NO	Norwegen
PK	Pakistan

### Wassernachfrage wächst schneller als in den letzten 50 Jahren

Unter dem Strich dürfte die globale Wassernachfrage – gemessen an der Wasserentnahme aus Oberflächen- und Grundwasser – in den nächsten Jahren um jahresdurchschnittlich etwa 3% wachsen, und damit schneller als in den letzten Dekaden. Nach Angaben der UN stieg die Wasserentnahme in den letzten rd. 50 Jahren um etwas mehr als 2% pro Jahr.

### Wasserstress steigt – politische Konflikte um Wasser möglich

Die Probleme mit einer ausreichenden Wasserversorgung werden sich aufgrund der oben genannten Trends sowie wegen der Folgen des Klimawandels in den nächsten Jahren zuspitzen. Mit den UN-Daten zu den erneuerbaren Wasserressourcen pro Kopf lässt sich der Falkenmark-Index für einzelne Länder bestimmen. Danach lebten 2006 bereits etwa 1,9 Mrd. Menschen in Staaten mit Wasserknappheit oder -mangel (davon 280 Mio. Menschen in Ländern mit Wassermangel).<sup>9</sup> Ohne umfangreiche Gegenmaßnahmen besteht nach Kalkulationen der OECD oder der UN die Gefahr, dass diese Zahl bis zum Jahr 2030 auf bis zu 4 Mrd. Menschen steigen wird.

Wenn der Wasserstress vieler Länder zunimmt, steigt natürlich auch die Gefahr für politische Konflikte zwischen einzelnen Staaten um die Ressource Wasser. So erheben mehrere Staaten Anspruch auf das Wasser des Nils, des Jordans, von Euphrat und Tigris, des Indus, des Colorado River oder des Rio Grande. Alle diese Flüsse fließen zumindest teilweise durch sehr trockene Gebiete und sind gleichzeitig für die Trinkwasserversorgung, die landwirtschaftliche Produktion oder die Energieerzeugung der angrenzenden Länder sehr bedeutsam. Bei übermäßiger Nutzung durch einen Anliegerstaat drohen politische Konflikte, aber auch ökologische Probleme flussabwärts; das bekannteste Beispiel hierfür ist das allmähliche Austrocknen des Aralsees, dessen beide Hauptzuflüsse über Jahrzehnte für die Bewässerung großer Baumwollplantagen abgezapft wurden. Ein regelrechter „Krieg um das blaue Gold“ konnte bislang aber durch viele internationale Verträge über Wassernutzungsrechte verhindert werden. Solche Kontrakte dürften in den nächsten Jahrzehnten noch wichtiger werden.

### Großer Staatseinfluss auf Wasserwirtschaft üblich

Der Staatseinfluss auf die Branche ist in allen Ländern der Erde groß, was angesichts der existenziellen Bedeutung des Gutes Wasser auch nachvollziehbar ist. Der Staat fungiert nicht nur als Regulierer, sondern ist auch operativ tätig. Die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung ist größtenteils in öffentlicher Hand oder wird zumindest von ihr reguliert. Zudem entfällt der Großteil der Investitionen in dem Sektor auf den Staat; nach UN-Angaben sind es weltweit im Durchschnitt rd. 70%.

Ein ganz wesentlicher Unterschied des Wassermarktes von anderen Gütermärkten liegt in der Preisbildung. In der Wasserwirtschaft wird der Preis in der Regel von der Politik gesetzt und ist kein Spiegelbild von Angebot und Nachfrage. Die Trinkwasser- und Abwasserpreise (oder -gebühren) sind in den meisten Ländern nicht kostendeckend – insbesondere unter Berücksichtigung der Knappheitsrente der limitierten Ressource Wasser. Das hat verschiedene Gründe: Die soziale Komponente ist besonders wichtig, denn gerade in ärmeren

<sup>9</sup> In der Literatur finden sich auch deutlich kleinere Zahlen. Das dürfte vor allem daran liegen, dass im bevölkerungsreichen Indien erst seit kurzer Zeit die statistische „Schwelle zur Wasserknappheit“ (gemäß Falkenmark-Index) unterschritten wurde.

**Fortsetzung ISO-Ländercodes**

Abkürzung	Land
PL	Polen
PT	Portugal
QA	Katar
RO	Rumänien
RU	Russland
SA	Saudi-Arabien
SD	Sudan
SE	Schweden
SG	Singapur
SI	Slowenien
SK	Slowakei
SO	Somalia
SV	El Salvador
SY	Syrien
TD	Tschad
TG	Togo
TN	Tunesien
TZ	Tansania
UG	Uganda
UK	Großbritannien
US	USA
US	USA
YE	Jemen
ZA	Südafrika
ZM	Sambia

Ländern sind große Bevölkerungsschichten nicht in der Lage, auch nur annähernd kostendeckende Preise zu zahlen (sofern sie überhaupt an die öffentliche Versorgung angeschlossen sind). Hier fehlt häufig jegliche Kontrolle bzw. Messung des Wasserverbrauchs. Pauschale Entgelte statt verbrauchsabhängiger Preise sind nicht unüblich; selbst in einigen industrialisierten Ländern (z.B. UK) sind die privaten Haushalte noch nicht flächendeckend mit Wasserzählern ausgerüstet. Mit niedrigen Wasserpreisen werden zudem ganz bewusst bestimmte Wirtschaftszweige gefördert. Dies trifft vor allem auf die Landwirtschaft zu, die in einigen Ländern sogar Subventionen erhält, um ihre Felder bewässern zu können (z.B. in den USA, China oder Indien). Für die Entnahme von Grundwasser oder von Oberflächenwasser aus Seen und Flüssen wird vielfach überhaupt nicht gezahlt. Die Situation ist auf Abwasser übertragbar: Wo Abwasser nicht behandelt wird, müssen die Verursacher in der Regel nicht zahlen.

***Niedrige Preise führen zu Unterinvestitionen im Wassersektor***

Die geschilderten Phänomene führen dazu, dass die Preise nicht die Knappheit der Ressource Wasser widerspiegeln. Sie fördern Verschwendung und verursachen bzw. verschärfen viele der oben genannten Probleme. Fehlende Eigentumsrechte an der Ressource Wasser und Korruption beim Verwenden der für Investitionen vorgesehenen Finanzmittel wirken ähnlich. Zudem sind die niedrigen Preise maßgeblich dafür, dass die tatsächlich getätigten Investitionen in der Wasserwirtschaft unter dem eigentlichen Investitionsbedarf liegen. Dies gilt für Industrie- sowie Entwicklungs- bzw. Schwellenländer gleichermaßen, wobei die Investitionslücke nicht exakt zu beziffern ist. Unter der Unterinvestition leidet die Zuverlässigkeit der Systeme gerade in ärmeren Ländern, sodass privat gebohrte Brunnen oder andere Formen der – teilweise illegalen – Wasserentnahme an Bedeutung gewinnen; dies wiederum reduziert die Einnahmen der öffentlichen Wasserversorger und zieht noch geringere Investitionen in die Infrastruktur nach sich. Diese Art der Preisgestaltung wirkt auch auf private Investoren abschreckend – zumindest wenn die zur Amortisation von Investitionen notwendigen Einnahmen nicht über andere Instrumente zu erzielen sind. In vielen Fällen kann die Investitionslücke daher noch nicht von privaten Investoren geschlossen werden. Eine einfache Lösung für diese Konflikte ist freilich nicht in Sicht; wir werden im 5. Kapitel mögliche Optionen aufzeigen.

***Wassermarkt ist groß – Datenbasis unsicher***

Wegen der unsicheren Informationen über Wasserpreise, tatsächlich abgerechnete Wassermengen und aufgrund vieler anderer Datenprobleme ist es schwierig, das Marktvolumen (Umsatz) des globalen Wassermarktes zu kalkulieren. Je nachdem, welche Stufen der Wertschöpfungskette mit berücksichtigt werden, können die Zahlen stark variieren. Die Schätzungen, die in der Literatur zu finden sind, stimmen jedoch darin überein, dass das Marktvolumen sehr groß ist. In der Regel werden dreistellige Milliardenbeträge pro Jahr genannt. So schätzt Roland Berger das Weltmarktvolumen im Bereich nachhaltige Wasserwirtschaft auf EUR 360 Mrd. pro Jahr. Der deutsche Maschinenbauverband VDMA beziffert das Marktvolumen im gesamten Wassermarkt auf jährlich USD Mrd. 460 bis 480. Goldman Sachs nennt USD 425 Mrd., und die Berliner Was-



serbetriebe führen EUR 400 Mrd. an.<sup>10</sup> Auch für den Investitionsbedarf gibt es unterschiedliche Schätzungen. Hierauf werden wir gesondert im 5. Kapitel eingehen. Eine Botschaft ist aber letztlich unbestritten: Der Weltwassermarkt bietet genügend Potenzial für ein Engagement privater Unternehmen, wenn die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stimmen. Der Umsatz in der Branche dürfte schneller wachsen als die reine Wassernachfrage (3% p.a.), weil die Wasserpreise in den nächsten Jahren steigen werden.

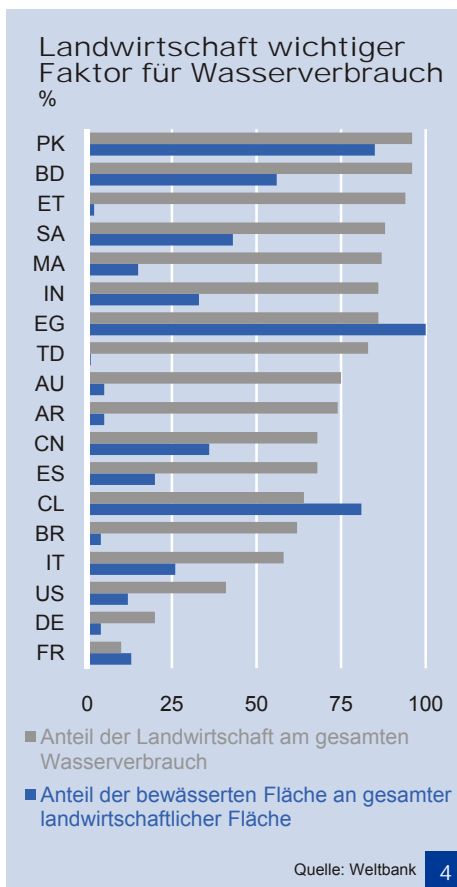
### 3. Wesentliche Handlungsfelder in der globalen Wasserwirtschaft

#### 3.1 Landwirtschaft ist größter Hebel

Auf die Landwirtschaft entfallen 70% des globalen Wasserverbrauchs. Die steigende Weltbevölkerung sowie die sich ändernden Ernährungsgewohnheiten (mehr Fleisch und mehr Milchprodukte) machen einen Anstieg der Agrarproduktion notwendig.<sup>11</sup> Dadurch wächst der Bewässerungsbedarf. Bereits knappe Wasserressourcen geraten somit zusätzlich unter Druck, Nutzungskonflikte sind programmiert. In einigen Entwicklungsländern fließen schon heute mehr als 80% des Wassers in die Landwirtschaft, obwohl nur ein Bruchteil der landwirtschaftlichen Fläche bewässert wird (siehe Grafik). Global gesehen werden derzeit laut UN ca. 20% der Anbaufläche künstlich bewässert – bei steigender Tendenz. Auf diese Fläche entfallen aber rd. 40% der landwirtschaftlichen Erträge, was die positive Wirkung von Bewässerung auf die Flächenproduktivität signalisiert.

#### **Nahrungsmittelversorgung ist große Herausforderung**

Es ist eine sehr schwierige Aufgabe für die Landwirtschaft, die Nahrungsmittelversorgung der Menschheit in den nächsten Jahrzehnten sicherzustellen. Die Wasserverfügbarkeit ist dabei nur ein Baustein – wenn auch ein sehr wichtiger. Unzulängliche Finanzierungsstrukturen, Missmanagement, Abschottung von Agrarmärkten, Ineffizienzen bei der Verteilung von Nahrungsmitteln oder deren Verschwendung sind weitere Ursachen für Nahrungsmittelknappheit in einigen Staaten. Die landwirtschaftlichen Produktionsmethoden sind vielerorts nicht nachhaltig. Die Bodenqualität leidet unter Übernutzung, Versalzung oder unter dem Absinken des Grundwasserspiegels. Dies führt oftmals wiederum zu einem noch weiter erhöhten Einsatz von Düngemitteln und künstlicher Bewässerung – so entsteht ein Teufelskreis. Bis zu 1,5 Mio. Hektar Ackerland (etwas weniger als die Größe des Bundeslandes Thüringen) versalzen jedes Jahr allein aufgrund unzulänglicher Bewässerungsmethoden; die Versiegelung von Flächen durch wachsende Städte und das Ausbreiten von Wüsten kommen hinzu. Natürlich werden auch landwirtschaftliche Flächen neu gewonnen, aber dies geschieht oftmals auf ökologisch bedenkliche Weise (z.B. Abholzung).



<sup>10</sup> Die Werte dürften auf Hochrechnungen basieren, denn für die wenigsten Länder gibt es überhaupt Statistiken zum Umsatzvolumen des Wassermarktes. Das Beispiel Deutschland verdeutlicht aber, dass die genannte Größenordnung nicht unrealistisch ist. Denn allein in Deutschland beträgt der Umsatz der öffentlichen Wasserversorgung sowie der Abwasserentsorgung laut Umsatzsteuerstatistik des Statistischen Bundesamtes etwa EUR 11 Mrd. (2007). Darin sind jedoch Umsätze z.B. aus dem Bau der Infrastruktur oder aus technischen Ausrüstungen nicht enthalten. Berücksichtigt man diese und versucht, die deutschen Werte z.B. anhand der Bevölkerungszahl auf ein Weltmarktvolumen hochzurechnen, kommt man sehr schnell in die genannten Dimensionen.

<sup>11</sup> Vgl. DB Climate Change Advisors (2009). Investing in agriculture: far-reaching challenge, significant opportunity. London, New York.

### **Maßnahmenkatalog für die Landwirtschaft**

Es ist unbestritten, dass die landwirtschaftlichen Erträge pro Hektar zunehmen müssen, um den steigenden Nahrungsmittelbedarf der Menschheit zu decken; hier schlummern große Potenziale gerade in den Entwicklungs- und Schwellenländern. Um die Effizienz des Wassereinsatzes für die Landwirtschaft zu erhöhen, sollte folgenden Maßnahmen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden:

- Erhöhung der Wasserpreise für die Landwirtschaft oder zumindest Abbau von Subventionen, um die Wasserverschwendung einzudämmen;
- Einsatz effizienterer Bewässerungstechnologien, um den Wasserverbrauch zu reduzieren und negative Begleiterscheinungen der Bewässerung (Versalzung der Böden) zu vermeiden;
- Umstellung der landwirtschaftlichen Produktion in ariden Ländern auf Erzeugnisse mit geringem Wasserbedarf;
- Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen.

### **Ganzheitlicher Ansatz notwendig**

Diese Maßnahmen, auf die wir im Folgenden genauer eingehen werden, sind eng miteinander verknüpft. Sie sollten im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes durch weitere Maßnahmen ergänzt werden, um die Effizienz in der Landwirtschaft insgesamt zu erhöhen. Zu den wichtigen Stellschrauben gehören Bildung, ein effizienterer Einsatz von Dünge- oder Pflanzenschutzmitteln, die Anpassung der Fruchtfolge, des eingesetzten Saatguts und der Anbaumethoden an die jeweiligen klimatischen und topografischen Gegebenheiten (z.B. Terrassenfeldbau).

### **Liberalisierung der globalen Agrarmärkte als übergeordnete Aufgabe**

Von übergeordneter Dimension ist die Liberalisierung der globalen Agrarmärkte, um gerade ärmeren Ländern den Zugang zu wichtigen Absatzmärkten zu ermöglichen; dies ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass sich Investitionen der Landwirte in Entwicklungs- und Schwellenländern zur Steigerung der Produktivität rentieren.

#### **Fallbeispiel Indien**

In Teilen Südasiens (z.B. in Indien) nimmt der private Bau von Grundwasserbrunnen durch die Landwirtschaft sehr rasch zu, dies geschieht an den staatlichen Behörden vorbei. Die Kleinbauern versuchen damit, die Verlässlichkeit ihrer Wasserversorgung zu erhöhen. Da der Wasserverbrauch nicht kontrolliert und gemessen wird, führen diese Grundwasserbrunnen tendenziell zu einer außergewöhnlich starken Übernutzung und zu einem Absinken des Grundwasserspiegels.

### **Höhere Wasserpreise für die Landwirtschaft nötig**

In den meisten Ländern der Erde zahlt die Landwirtschaft keine oder sehr niedrige Preise für das von ihr eingesetzte Wasser. Das fehlende Preissignal führt zu einem sorgloseren – oder genauer: ineffizienten – Umgang mit der knappen Ressource Wasser. In Staaten mit genügend Wasserressourcen mag dies nicht dramatisch sein. Aber in sehr trockenen Gebieten hat es fatale langfristige ökologische und ökonomische Folgen. Höhere Wasserpreise für die Landwirtschaft können Ineffizienzen nachhaltig reduzieren. Dies würde aber auf enorme politische Widerstände stoßen. Es ist jedoch klar, dass die Produktion in trockenen Gebieten der Landwirtschaft ihre eigene Existenzgrundlage entzieht, wenn der Wasserverbrauch nicht an die natürlichen Gegebenheiten angepasst wird.

Eine Alternative zu höheren Wasserpreisen wären Nutzungsrechte oder Quoten für die Nutzung von Grund- oder Oberflächenwasser. Dies findet in der Praxis bereits statt (z.B. in den USA, Kanada und Australien). Es setzt natürlich Eigentumsrechte an der Ressource Wasser sowie die Kontrolle des Wasserbrauchs und auch Sanktionen bei Übernutzung voraus.

### **Effiziente Bewässerungstechnologien werden gebraucht**

Wenn Wasserpreise für die Landwirtschaft eingeführt oder bestehende Preise erhöht werden, stellt dies die Landwirte – ceteris paribus – schlechter als in der Situation zuvor. Dies kann jedoch (teilweise) ausgeglichen werden, indem die Landwirte etwa durch



### Tröpfchenbewässerung

Um den Wasserverbrauch in der Landwirtschaft zu minimieren, bietet sich die Tröpfchenbewässerung an. Hierbei werden Schläuche verlegt, in denen in regelmäßigen Abständen Wasserauslässe angebracht sind; durch diese wird eine konstante, aber geringe Menge an Wasser abgegeben. Der Vorteil des Systems besteht darin, dass Verdunstungs- und Versickerungsverluste deutlich verringert werden; auch die Versalzung der Böden wird vermindert. Die Abgabe erfolgt mit niedrigem Druck, wodurch die Energiekosten sinken. Der Wirkungsgrad von Tröpfchenbewässerungssystemen liegt laut einer Untersuchung im Auftrag des VDI bei über 90% (statt rd. 50% bei Oberflächenbewässerung). In Kombination mit unterstützender Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie der Membrantechnik kann die abgegebene Wassermenge an jeder Austrittsstelle ebenfalls reguliert werden. Erfolgt über dieses System zusätzlich die Düngung der Pflanzen, spricht man von Fertigation. Ein Nachteil der Tröpfchenbewässerung ist die Verstopfungsgefahr an den Wasserauslässen. Daher setzt das Verfahren relativ sauberes Wasser voraus.

Technologisch besonders anspruchsvoll sind Bodenfeuchtigkeitssensoren, die über GPS überwacht und gesteuert werden können, um nur dort zu bewässern, wo es erforderlich ist. Andere Sensoren können Schadstoffe wie Arsen und Schwermetall im Boden feststellen.

Eine weitere Bewässerungsmethode ist die Unterflurbewässerung. Hierbei wird Wasser durch den kapillaren Anstieg aus dem Untergrund zur Bewässerung der Pflanzen verwendet. Vorteilhaft gegenüber der konventionellen Beregnung sind die geringeren Verdunstungsverluste. Nachteilig sind die hohen Investitionskosten für das Verlegen der unterirdischen Rohrsysteme. Außerdem eignet sich dieses Bewässerungsverfahren nicht für flach wurzelnde Kulturen.

### Pflanzen mit hohem Wasserverbrauch nicht in trockenen Gebieten anbauen

den Staat finanzielle Unterstützung für die Modernisierung ihrer Bewässerungstechnik erhalten. Denn weltweit liegen die Leitungsverluste in der Bewässerungswirtschaft bei 50% und höher. Bei vielen herkömmlichen Bewässerungsverfahren (z.B. Oberflächenbewässerung bzw. Beregnung, Flutung) geht ein großer Teil des Wassers durch Verdunstung verloren, bevor er überhaupt die Pflanzen erreicht. Zudem ist die Gefahr der Versalzung der Böden bei diesen Verfahren sehr groß, weil Oberflächenwasser etwa aus Flüssen einen höheren Salzgehalt als Regenwasser hat. Werden die Felder über einen längeren Zeitraum mit Oberflächenwasser bewässert, steigt der Salzgehalt des Bodens. Ein Teil des Wassers verdunstet, das Salz lagert sich an der Oberfläche ab. Findet dieses Verfahren in Ländern mit wenig natürlichen Niederschlägen statt, wird das Salz nicht mehr aus den Böden ausgewaschen. Letztlich leidet die Fruchtbarkeit der Anbauflächen.

Im Vergleich zur jetzigen Situation wäre es besser, den Landwirten Zuschüsse für die Anschaffung effizienterer Bewässerungstechnologien zu geben, als die Wasserpreise künstlich niedrig zu halten. Unter dem Strich könnte die finanzielle Situation der Bauern unverändert bleiben, was die politischen Widerstände gegen höhere Wasserpreise reduzieren würde. Eine solche Umschichtung der Subventionen sollte freilich begrenzt bleiben, denn die Landwirte profitieren langfristig von den effizienteren Bewässerungstechnologien. Die ökologischen Vorteile dank des niedrigeren Wasserverbrauchs liegen in jedem Fall auf der Hand.

Es gibt viele Bewässerungstechnologien, bei denen das Wasser sehr viel effizienter eingesetzt wird als bei herkömmlichen Verfahren.<sup>12</sup> Große Bedeutung hat die Tröpfchenbewässerung (siehe Kasten). Die Bewässerungstechnologie ist ein rasch wachsender, innovativer Sektor. Die modernen Verfahren sind in den Industrieländern zunehmend verbreitet. Positive Erfahrungen (z.B. in Südspanien) gibt es zudem mit geschlossenen Gewächshäusern. Sie bieten eine viel versprechende Chance für die alternative Bewässerung von Pflanzen, bei der sehr wenig Wasser benötigt wird. Das Wasser, das die Pflanzen über die Verdunstung abgeben, bleibt im System erhalten und kann so mehrmals verwendet werden. Ohnehin kann der Wasserverbrauch in der Bewässerungswirtschaft durch den Einsatz von Treibhäusern oder einfachen Plastikfolien reduziert werden.

Einige der genannten Technologien bieten sich wegen hoher Kosten zunächst für den Einsatz in Industrieländern an. Die Wasserverfügbarkeit für die Landwirte kann aber bereits durch günstige und relativ simple Auffang- und Speichersysteme verbessert werden. In einigen Fällen kann auch Abwasser für die Bewässerung von Ackerflächen eingesetzt werden. Bei richtiger Verwendung ist Abwasser gerade für ärmere Länder ein kostengünstiges Düngemittel mit positiver Wirkung auf die landwirtschaftliche Produktion. Natürlich müssen dabei Risiken für die Gesundheit der Menschen ausgeschlossen werden, was entsprechende Schulungen voraussetzt.

### Geeignete Pflanzen für den jeweiligen Standort

Eine auf den ersten Blick relativ einfache Möglichkeit, den Wasserverbrauch in der Landwirtschaft zu verringern, besteht darin, den Anbau der Pflanzen an die jeweiligen lokalen klimatischen Bedingungen anzupassen. Landwirtschaftliche Erzeugnisse, die relativ

<sup>12</sup> Ein Überblick über die verschiedenen Bewässerungstechnologien findet sich z.B. in Supper, Susanne (2003). Verstecktes Wasser. In: SOL Nr. 25. Wien.

## Gen- und Biotechnologie bietet Chancen

### Fallbeispiel Saudi-Arabien

Saudi-Arabien betreibt trotz der sehr geringen erneuerbaren Wasserressourcen (nur knapp 100 m<sup>3</sup> pro Kopf und Jahr) große Rinderfarmen und erzeugt viele landwirtschaftliche Produkte im eigenen Land. Dafür wird auf Wasser aus Meerwasserentsalzungsanlagen oder (fossiles) Grundwasser zurückgegriffen, was im ersten Fall sehr energieintensiv und im zweiten Fall nicht nachhaltig ist. Aus ressourcenökonomischer Sicht ist die Nahrungsmittelproduktion in diesem Land nicht sinnvoll, denn es wäre günstiger, die Energie, die hierfür eingesetzt wird, in Form von Rohöl zu exportieren und landwirtschaftliche Erzeugnisse (und damit Wasser) aus Ländern zu importieren, in denen die klimatischen Bedingungen besser sind. Wenn Saudi-Arabien sogar Nahrungsmittel exportiert, führt es damit eine seiner knappsten Ressourcen aus. Freilich spielen bei solchen Maßnahmen sicherheitspolitische Überlegungen eine Rolle: Man möchte möglichst unabhängig von Nahrungsmittelimporten sein. Aber inzwischen hat in Saudi-Arabien aufgrund der akuten Wasserknappheit ein Umdenken stattgefunden. So will man Weizen bis zum Jahr 2016 ausschließlich importieren.

**Mikrokredite für die Landwirtschaft können helfen, die Effizienz der Bewässerung zu steigern**

viel Wasser benötigen (z.B. Weizen, Bananen, Tomaten, Reis), sollten nicht dort angebaut werden, wo es selten regnet und Oberflächen- und Grundwasser knapp ist. In diesen Regionen bieten sich Pflanzen mit größerer Dürre- bzw. Trockenresistenz an (z.B. Mais, Hirse, Oliven, Wein, Datteln). Allerdings kann eine solche Umstellung der agrarischen Produktion auf große Widerstände stoßen, denn die landwirtschaftlichen Strukturen sind in vielen Ländern über Dekaden gewachsen und nur schwer zu verändern. Letztlich können auch hier höhere Wasserpreise ein Anreiz zur Umstellung sein.

Die Gen- und Biotechnologie bietet Chancen, den Wasserbedarf von Kulturpflanzen zu verringern, sodass sie auch in trockenen Gebieten angebaut werden können. Dieses Potenzial sollte nicht leichtfertig verspielt werden. Es ist daher eine wichtige Aufgabe der Politik und der hier tätigen Unternehmen, die Forschung auf diesem Gebiet zu intensivieren, um mehr über die Chancen und Risiken zu erfahren; dies ist allein schon aus Gründen der globalen Versorgungssicherheit mit Lebensmitteln geboten.

### *Auf die Vorteile des Handels vertrauen*

Mit dem zuvor genannten Aspekt direkt verbunden ist die Forderung, den Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen auszuweiten und auf die Existenz von komparativen Vorteilen zu vertrauen. Länder, in denen die Produktion bestimmter Agrarprodukte nur zu sehr hohen Kosten und/oder mit sehr hohem Wasserverbrauch möglich ist, sollten diese Erzeugnisse besser importieren. Das seit Jahren bekannteste Negativbeispiel ist die landwirtschaftliche Produktion im Wüstenstaat Saudi-Arabien (siehe Kasten).

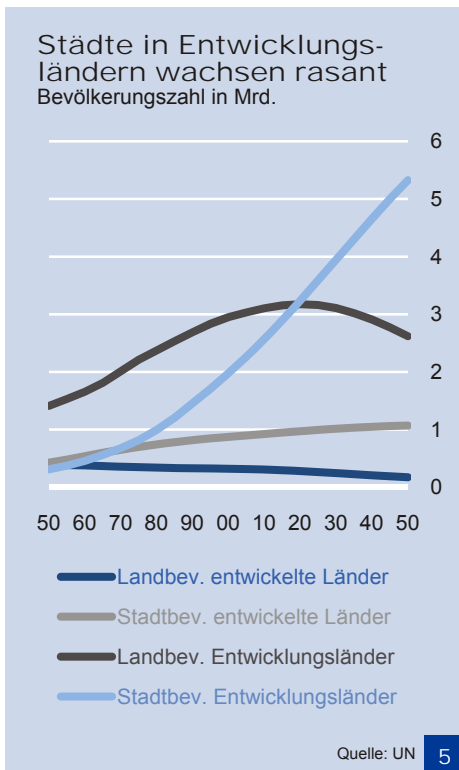
Grundsätzlich muss beim Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen der virtuelle Wasserverbrauch berücksichtigt werden. Denn mit jedem exportierten landwirtschaftlichen Produkt führt man auch Wasser virtuell aus. Daher sollten gerade Länder mit Wasserstress sehr genau prüfen, welche Produkte sie im Inland herstellen möchten.

### *Aufgabe ist groß, aber lösbar*

Unter dem Strich lässt sich sagen, dass die Landwirtschaft vor großen Herausforderungen steht – insbesondere, aber nicht nur aufgrund der zunehmenden Wasserknappheit. Gleichwohl sind die Technologien vorhanden, um einen effizienteren Wassereinsatz zu erreichen. Die Politik benötigt Mut, um die politischen Rahmenbedingungen so zu verändern, dass die Wasserverschwendung reduziert wird; dies gilt vor allem für höhere Wasserpreise. Und die Branche selbst muss flexibel und möglichst rasch auf die Entwicklungen reagieren, die sie ohnehin kaum beeinflussen kann; effizientere Bewässerungstechnologien spielen hier eine besondere Rolle. Auch für die Finanzbranche gibt es Anknüpfungspunkte, denn sowohl Staaten als auch Landwirte benötigen Kapital, um die neuen Technologien zu finanzieren. So könnten viele Kleinbauern durch Mikrokredite die notwendigen Investitionen in die Anpassung ihrer landwirtschaftlichen Produktionsformen ermöglichen.

## 3.2 Herausforderungen durch Urbanisierung und Industrialisierung

2008 lebten erstmals in der Geschichte mehr Menschen in Städten als auf dem Land. Im 2. Kapitel haben wir skizziert, dass die Bevölkerung in Städten auch künftig schneller wachsen wird als die Landbevölkerung. 2030 dürften dann etwa 60% der Menschen in Städten leben. Der absolute Zuwachs wird in erster Linie in den



## Erhebliche Verteilungskonflikte

Entwicklungs- und Schwellenländern erfolgen, wo viele Menschen in der Hoffnung, einen Arbeitsplatz zu finden, vom Land in die Städte ziehen. Im Jahr 2030 dürften etwa 80% der urbanen Bevölkerung auf Städte in Entwicklungs- und Schwellenländern entfallen; heute sind es etwa 72%.<sup>13</sup>

Parallel zu dieser Entwicklung nimmt der Grad der Industrialisierung gerade in den Entwicklungs- und Schwellenländern zu. So trug der sekundäre Sektor in China und Indien überdurchschnittlich zum Wirtschaftswachstum bei; sein Anteil an der gesamten Wertschöpfung in China nahm zwischen 1990 und 2009 um gut 5%-Punkte zu; in Indien lag der Anstieg bei 2%-Punkten. In vielen ärmeren Ländern wird ein nennenswerter Industrialisierungsprozess erst in den nächsten Jahren einsetzen. In den westlichen Industrieländern ist zwar der tertiäre Sektor schon seit Jahren dominierend; aber auch hier ist die Industrie immer noch ein wesentlicher Wirtschaftsfaktor.<sup>14</sup>

Diese beiden Trends bedeuten in den nächsten Jahren eine stetige Zunahme der Wassernachfrage in urbanen Regionen. Dies ist mit großen Herausforderungen für die jeweiligen Gebietskörperschaften verbunden, auf die wir im Folgenden eingehen werden.

## Städte im Wasserstress

In Städten auf der ganzen Welt haben Infrastrukturmängel gigantische Ausmaße erreicht. Städte müssen Herausforderungen im Bereich Wasserwirtschaft bewältigen und dabei die teilweise sehr unterschiedlichen politischen, sozialen und ökonomischen Umstände berücksichtigen. Die Wasserinfrastruktur der Städte wurde so lange vernachlässigt, dass eine Aufgabe, die in der Vergangenheit schrittweise hätte gelöst werden können, jetzt ein rasches Umdenken notwendig macht.

### *Infrastrukturausbau langsamer als Bevölkerungswachstum*

Der explosionsartige Bevölkerungsanstieg in Städten hat – bei gleichzeitig langsamer steigenden Staatseinnahmen – dazu geführt, dass die öffentlichen Gelder für Infrastruktur nicht den tatsächlichen Investitionsbedarf decken können; dies gilt vor allem für ärmere Staaten. Gerade die durch ungeplante Stadtentwicklung expandierenden Slums am Rand von Großstädten befinden sich in einer prekären Situation. Hier hinkt der erforderliche Infrastrukturausbau dem Expansionstempo hoffnungslos hinterher. Viele Slums verfügen über gar keine Infrastruktur; der Zugang zu Trinkwasser und sanitären Einrichtungen ist die Ausnahme. Hinzu kommt oftmals eine Kluft zwischen Arm und Reich: In Entwicklungsländern verfügen wohlhabendere Stadtgebiete häufiger über einen Anschluss an das staatlich subventionierte Versorgungssystem; ihre Versorgung ist durch eine höhere Verlässlichkeit bei relativ niedrigen Preisen gekennzeichnet. Die Menschen in vielen armen Wohnsiedlungen ohne Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung müssen ihr Trinkwasser häufig zu hohen Kosten von mobilen Wasserhändlern kaufen, die Trinkwasser mit Lkw anliefern. Dies ist eine Subvention von unten nach oben.

<sup>13</sup> Vgl. Just, Tobias (2008). Megacitys: Wachstum ohne Grenzen? Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 412. Frankfurt am Main.

<sup>14</sup> Vgl. Ehmer, Philipp (2009). Dienstleistungen im Strukturwandel: Wissensintensive Unternehmensdienste liegen im Trend. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 446. Frankfurt am Main.

### Beispiele für Wasserverluste

Nach Angaben des Branchenverbandes BDEW verzeichnet Deutschland innerhalb der EU mit etwa 7% die geringsten Wasserverluste im öffentlichen Trinkwassernetz. In den größeren westeuropäischen Ländern liegt die Verlustrate zwischen 20 und 30%. Nach Schätzungen der American Society of Civil Engineers (ASCE) gehen in den USA landesweit täglich ca. 26,5 Mio. m<sup>3</sup> sauberes Trinkwasser (oder 15% der Gesamtmenge) aufgrund von Leitungsverlusten verloren. Nach Schätzungen der Weltbank betragen die tatsächlichen Verluste von Leitungswasser in den urbanen Regionen der Welt knapp 33 Mrd. m<sup>3</sup> Leitungswasser pro Jahr; dies wäre genug, um den Verbrauch von New York City für einen Zeitraum von über 20 Jahren zu decken. Hinzu kommen rd. 16 Mrd. m<sup>3</sup> aufbereitetes Leitungswasser, für das z.B. aufgrund von fehlender Verbrauchsmessungen keine Zahlung erfolgt. Die Weltbank beziffert die gesamten wirtschaftlichen Verluste durch das so genannte non-revenue water (Leitungsverluste und fehlende Bezahlung) auf knapp USD 15 Mrd. pro Jahr.

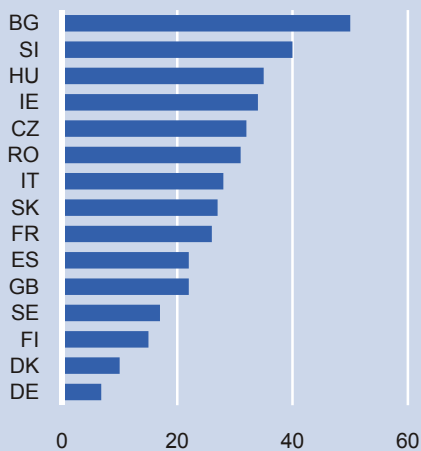
### Hohe Wasserverluste aufgrund hausgemachter Probleme

Eine marode und unvollständige Wasserinfrastruktur hat gravierende Folgen. Die Leitungsverluste durch Leckagen steigen rasant, und wegen fehlender Wasseruhren kann der Verbrauch nicht verursachergerecht abgerechnet werden. Für einen großen Teil des in das Leitungssystem eingespeisten Wassers erfolgt keine Zahlung (im Englischen spricht man von non-revenue water). Laut einer Schätzung der Weltbank könnte der prozentuale Anteil in Schwellenländern ca. 35% ausmachen, in einigen Entwicklungsländern sogar 50 bis 60% erreichen. Dies kann potenzielle Investoren einerseits abschrecken, denn ohne geeignete Gegenmaßnahmen wird die Amortisation der Investments erschwert. Andererseits besteht aber die Chance, durch gezielte Investitionen das non-revenue water in revenue water umzuwandeln. Die Industrieländer bleiben zwar nicht von diesem Problem verschont; sie verfügen jedoch eher über die finanziellen und technischen Kapazitäten, um es zu bewältigen.

Gründe für diese Ineffizienzen sind das Alter und die schlechte Wartung der Systeme, die wiederum mit Finanzierungsengpässen und politischem Missmanagement zusammenhängen. Viele Regierungen neigen mit Blick auf die Wählergunst dazu, Wasser zu subventionieren. Dies führt jedoch zu einer weiteren Verschlechterung des Systems. Um den Anteil des Wassers, für das nicht gezahlt wird, zu reduzieren, müssten Regierungen zudem konsequenter gegen die in vielen Bereichen des öffentlichen Sektors virulente Korruption vorgehen; nach Schätzungen der UN gehen in einigen Ländern rd. 30% des für die Wasserversorgung zur Verfügung stehenden Budgets durch Korruption verloren. Ein weiterer Grund für die Infrastrukturdefizite liegt darin, dass die für die Wasserversorgung der Städte und Gemeinden zuständigen Behörden häufig nicht über das notwendige Know-how verfügen, unzureichend motiviert oder personell unterbesetzt sind. Dies erschwert das Entstehen regulatorischer und institutioneller Strukturen, die für eine effizientere „Wasserpolitik“ notwendig wären.

### Niedrige Wasserverluste in Deutschland

Wasserverluste im öffentlichen Trinkwassernetz, %



Quelle: BDEW

6

Die geschilderten Probleme treten dominierend in Entwicklungs- und Schwellenländern auf. Aber letztlich waren auch die Städte in den heutigen Industrieländern mit ähnlichen Herausforderungen konfrontiert. Auch hier nahm der Ausbau der Wasserinfrastruktur mehrere Jahrzehnte in Anspruch und gelang letztlich nur, weil die Nutzer stärker an der Finanzierung beteiligt wurden. Inzwischen dominieren in den Industrieländern neue Probleme. Die Infrastruktur von Städten wie London, New York, Paris oder Berlin wurde teilweise vor über 100 Jahren installiert. Da der Modernisierungsbedarf lange Zeit vernachlässigt wurde, drängt jetzt die Zeit für die Instandsetzung umso mehr, denn mit den maroden Wasser- und Abwasserleitungssystemen sind z.B. gesundheitliche Risiken verbunden.

### Wassergebühren sollten Kosten vollständig decken

Viele Studien deuten darauf hin, dass die Menschen in Industrieländern bereit wären, mehr für Trinkwasser zu zahlen, wenn sie sich der hohen Risiken der zukünftigen Wasserversorgung bewusst wären; man kann vermuten, dass dies in ähnlicher Form auch für die Entwicklungsländer gilt. Es fehlt aber oftmals das Bewusstsein, für Wasser einen angemessenen Preis zu bezahlen. Ohne entsprechende Informationen stoßen Preiserhöhungen jedoch häufig auf starken Widerstand in der Bevölkerung.

Dabei werden in einigen Ländern hohe Wasserpreise verlangt und auch gezahlt, weshalb die Unterschiede bei den Wasserpreisen international sehr groß sind. Nach Angaben von Global Water



Intelligence liegen sie etwa in Berlin um den Faktor 80 über dem Niveau von Delhi; die Differenz ist damit rd. achtmal so hoch wie beim BIP pro Kopf von Indien und Deutschland. Selbst in den meisten OECD-Ländern sind die Wasserpreise oder -gebühren zu niedrig, um die Betriebs- und Wartungskosten vollständig zu decken. Deshalb wäre es ein wichtiger Hebel, wenn die Regierungen ihren Bürgern verdeutlichten, dass höhere Versorgungssicherheit und Wasserqualität in der Regel mit höheren Wasserpreisen einhergehen. Dies gilt besonders für Länder mit bislang sehr hohen Subventionen, weshalb der Widerstand hier auch am stärksten sein könnte. Bevölkerungsgruppen, die nicht in der Lage sind, die höheren Preise zu zahlen, müssen selbstredend weiterhin weitgehend kostenfrei versorgt werden. So könnte der Grundbedarf ärmerer Haushalte subventioniert werden. Für den Wasserverbrauch für zusätzliche oder auch gewerbliche Zwecke würden aber tendenziell steigende Preise berechnet. Verbrauchsabhängige Preise – anstelle von pauschalen Entgelten – sind ein wichtiges Signal gegen Wasserverschwendung. Natürlich muss das eingenommene Geld auch für den Ausbau der Infrastruktur eingesetzt werden, damit die Konsumenten auch direkt den positiven Effekt der höheren Preise erkennen.

#### Technischer Fortschritt hilfreich

Überall auf der Welt entstehen beeindruckende Technologien, deren Ziel es ist, die Herausforderungen der urbanen Wasserwirtschaft zu bewältigen. Um das Problem defekter Wasserleitungen in den Griff zu bekommen, hat ein israelisches Unternehmen kürzlich eine ferngesteuerte Drohne entwickelt, die über Städte fliegt und Wassermessdaten an Computer sendet. Außerdem können Städte Technologien wie akustische oder Ultraschallsensoren installieren. Mikroorganismen und UV-Desinfektionsgeräte können verwendet werden, um Trinkwasser zu reinigen und zu entkeimen. Sogar Wohnsiedlungen, die derzeit von Wasserlieferungen durch Tanklastwagen abhängig sind, können kostengünstige neue Optionen nutzen. So wird in Peru mithilfe von Nebelfängern aus Plastik Wasser aus der feuchten Luft „gekämmt“ und in Wasserspeicherbecken geleitet. Obwohl nur kleine Wassermengen gesammelt werden, sind sie ausreichend, um einen signifikanten Beitrag für den Haushaltswasserverbrauch zu liefern.

Ein wichtiger Aspekt der Reform der Bepreisung ist darüber hinaus die Umstellung auf kostenorientierte Grund- bzw. Arbeitspreise (d.h. fixe bzw. variable Anteile im Gesamtpreis). In den meisten Ländern (so auch in Deutschland) ist der Grundpreis zu niedrig (ca. 20%) im Verhältnis zu den erheblichen Fixkosten; dagegen liegt der Arbeitspreis zu hoch (oftmals bei ca. 80%). Bei einer Preisreform sollte daher das Verhältnis umgedreht werden. Dann würde auch der Knappheit der Ressource Wasser eher Rechnung getragen und eine finanzielle Nachhaltigkeit erreicht. Entscheidend ist natürlich eine angemessene Bepreisung sowohl der fixen als auch der variablen Kosten, damit einer Wasserverschwendung Einhalt geboten wird; dies gilt insbesondere für Länder mit Wasserknappheit. Insgesamt führt diese Umstellung bei den Kunden zu größerem Nutzen, ohne dass den Produzenten geschadet wird.

#### Potenziale für Public Private Partnerships

Für fast alle Städte ist es eine große Herausforderung, kostendeckende Wasserpreise und soziale Aspekte in Einklang zu bringen. Eine Patentlösung existiert nicht. Hilfreich wäre ein Städtevergleich, um etwaige Gründe für Ineffizienzen und Wasserverluste zu eruieren. In den meisten Fällen dürfte es ökonomisch und ökologisch sinnvoller sein, zunächst die Effizienz des bestehenden Systems zu erhöhen (sprich: Leitungsverluste verringern und Inkasso verbessern), anstatt zusätzliche Wasserressourcen durch einen großflächigen Neubau der Infrastruktur anzuzapfen. Denn mit dem Wasser, das derzeit durch Leitungsverluste nicht beim Endverbraucher ankommt, könnten Millionen Menschen zusätzlich versorgt werden; bei rasch expandierenden Städten kommt man natürlich um eine Erweiterung der Infrastruktur nicht herum. Die jeweils notwendigen Maßnahmen können am besten von den lokalen politischen Entscheidungsträgern getroffen werden; zentralisierte Systeme dürften unterlegen sein.

Um die Effizienz der Wasserversorgung zu erhöhen, können Public Private Partnerships (PPP) einen wichtigen Beitrag liefern. PPP-Modelle sind zwar häufig Gegenstand von öffentlichen Kontroversen, durch sie können aber Know-how und Finanzmittel bereitgestellt werden. Private Beteiligung ist in jenen Bereichen erfolgreich, in denen bereits eine Infrastruktur besteht, die modernisiert werden

### Die negativen Folgen von unzureichender Abwasserentsorgung

Die WHO schätzt, dass durch unzureichende Abwasserentsorgung knapp 65 Mio. Lebensjahre verhindert oder beeinträchtigt werden. Nach diesen Schätzungen kommt es jährlich zu 1,5 Mio. Hepatitis A-Infektionen, 133 Mio. Wurmerkrankungen, 160 Mio. Fällen mit Billharziose, 120 Mio. Magen-Darm-Infektionen und 50 Mio. Fällen von Atemwegserkrankungen.

Punktuelle Verunreinigungen entstehen durch z.B. Leckagen in Abwasserkanälen oder Abwasserbehältern. Diffuse Verunreinigungen resultieren z.B. aus dem direkten Abfluss ungereinigter Abwässer in die Natur oder durch die direkte Verwendung von Abwasser für landwirtschaftliche Zwecke. Wenn Suspensionen in großem Umfang in Gewässer geraten, erhöht sich die Trübung mit negativen Folgen für autotrophe Organismen (z.B. Seegräser oder Algen). Toxische Stoffe, Metalle und pathogene Keime verursachen akute bzw. tödliche Schädigungen für maritime Organismen.

### Der Phosphorkreislauf

Der natürliche Phosphorkreislauf auf der Erde findet in Zeiträumen von mehreren Millionen Jahren statt. Durch den Abbau phosphorhaltiger Gesteine werden jedes Jahr ca. 18 Mio. Tonnen Phosphor anthropogen in den Kreislauf eingebracht. Justus von Liebig identifizierte im Jahr 1840 Phosphor als limitierenden Faktor des landwirtschaftlichen Ertrags. Nahezu 90% der Rohphosphate werden in Düngemitteln verarbeitet. Zusätzlich ist Phosphor Bestandteil der Erbsubstanz. Die lebensnotwendige Tagesdosis beträgt ca. 0,6 bis 0,7 Gramm. Beim Phosphor handelt es sich um ein Element, dessen wirtschaftlich förderungsfähiges Vorkommen aus heutiger Sicht mit etwa 115 Jahren begrenzt ist. Aus ressourcenökonomischen und ökologischen Gründen ist daher ein sparsamer Umgang mit Phosphor notwendig. Durch moderne Konzepte wie „Ecological Sanitation“ können diese Zielsetzungen erfüllt werden.

### Demografie erfordert Änderungen an Infrastruktur

Der demografische Wandel bedeutet in vielen Regionen eine sinkende Bevölkerungszahl. Dies führt zu technischen Problemen wie einer niedrigeren Fließgeschwindigkeit in der Kanalisation. Zudem verteilen sich die hohen Fixkosten des Kanals auf weniger Einwohner, was zu einem Anstieg der spezifischen Abwassergebühr pro Kubikmeter Abwasser und Person führt. Insgesamt müssen die bestehenden Abwassersysteme auf mittlerer Frist an die sich ändernden Rahmenbedingungen angepasst werden.

muss; aber auch bei Neubauprojekten sind PPPs möglich. Es ist wichtig zu betonen, dass der Staat immer die Hoheit über die politischen Rahmenbedingungen behält (vgl. auch Kapitel 5).

### Abwasser: das oft verkannte Problem

Für die Menschen steht der Zugang zu sauberem Trinkwasser natürlich im Vordergrund, da er überlebensnotwendig ist. Was aber häufig vernachlässigt wird, ist die große ökonomische und ökologische Bedeutung des Abwassers sowie der notwendigen Infrastruktur für dessen Beseitigung. Hier ist die Bedeutung der Industrie besonders groß, denn Abwässer entstehen nicht nur in privaten Haushalten, sondern gerade auch durch industrielle Prozesse. Die Herausforderungen, die mit dem hohen und steigenden Abwasseraufkommen verbunden sind, sind vielschichtig.

### Unzureichende Abwasserbehandlung schädigt Gesundheit, Trinkwasser und Böden

Eine fehlende oder unzureichende Abwasserentsorgung ist Ursache für eine Vielzahl von Krankheiten, die durch den Kontakt mit pathogenen Organismen (Keime, Bakterien, Viren) entstehen. Hierdurch können Infektionen wie Diarrhöe, Cholera, Gastritis, Typhus oder Fieberkrankheiten verursacht werden, die bei ca. 1,5 Mio. Menschen pro Jahr zum Tod führen. Neben pathogenen Organismen kann auch die hohe Nährstoffkonzentration im Abwasser das Wachstum von Algenblüten beschleunigen. Einige Algenarten wirken toxisch auf den menschlichen Organismus. Die Kontaminierung von Trinkwasserressourcen und Böden durch Abwasser kann punktuell oder diffus erfolgen. Der durch den Menschen verschmutzte Boden- oder Wasserkörper ist für den direkten menschlichen Gebrauch (z.B. Förderung von Trinkwasser) oder für die wirtschaftliche Nutzung (z.B. Fischerei) ungeeignet (siehe Kasten).

### Eutrophierung (Überdüngung) von Gewässern

Neben den Abwässern aus privaten Haushalten und der Industrie können auch landwirtschaftliche Prozesse zu Schädigungen von Gewässern führen. Verursacht wird diese sowohl durch ineffiziente landwirtschaftliche Düngung als auch durch das Einleiten von nährstoffhaltigen urbanen und industriellen Abwässern; die bedeutendsten Nährstoffe sind Phosphor und Stickstoff. Hiermit ist eine Beeinträchtigung oder das Absterben von Flora und Fauna im betroffenen Gewässer verbunden. Nach Schätzungen der UNEP steigt die Nährstoffkonzentration in den Meeren und Ozeanen in den nächsten 30 Jahren um ca. 10 bis 20%. Insbesondere Asien und Europa sind nach der Prognose von dieser Entwicklung betroffen.

Unter Nachhaltigkeits- und Wirtschaftlichkeitsaspekten wäre es notwendig, die Nährstoffemissionen in Gewässer zu reduzieren. Dies könnte dadurch erfolgen, dass die Nährstoffe aus dem Abwasser separiert und anschließend wiederverwendet werden. Dadurch können zudem die Kosten für die Beschaffung von Nährstoffen reduziert werden. Der wichtigste Hebel dürfte aber darin liegen, die Effizienz der Düngung zu erhöhen. Hier sind weltweit noch erhebliche Fortschritte möglich.

### High-Tech-Lösungen für die Abwasserbehandlung

Die Abwasserwirtschaft ist in Industrieländern auf hohem technischem Niveau. Jedoch können Anpassungsstrategien an veränderte Rahmenbedingungen notwendig werden. Im Folgenden sind Konzepte erläutert, die aufgrund hoher Investitionskosten vor allem für



## Abwasser als Wertstoff

### Grau-, Gelb- und Braunwasser

Das Grauwasser ist das häusliche Abwasser, welches nicht über sanitäre Einrichtungen abgeleitet wird. Dies umfasst z.B. das Abwasser aus Wasch- und Geschirrspülmaschine oder von Duschen. Gelb- und Braunwasser umfasst das Abwasser aus den sanitären Anlagen. Gelb- und Braunwasser können zusammen auch als Schwarzwasser bezeichnet werden.

Das jährliche Grauwasservolumen einer Person liegt ca. zwischen 25.000 und 100.000 Litern. Zum Vergleich fallen im gleichen Zeitraum pro Person 500 Liter Gelbwasser und 50 Liter Braunwasser an. Im Abwasser sind als wesentliche Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium enthalten. Jährlich wird pro Person eine Stickstofffracht von 4 bis 5 kg emittiert. Der überwiegende Anteil (fast 90%) der Stickstofffracht befindet sich im Gelbwasser. Die Emissionen von Phosphor pro Person und Jahr betragen lediglich 0,75 kg. 50% dieser Menge befinden sich im Gelb- und ca. 40% im Braunwasser. Kalium (Emissionsmenge von ca. 1,8 kg pro Personenjahr) ist zu einem Anteil von 54% im Gelbwasser und gut einem Drittel im Grauwasser vorhanden. Das Substrat determiniert insbesondere die Höhe des chemischen Sauerstoffbedarfs im Abwasser, welcher bei 30 kg pro Personenjahr liegt. 47% dieser Fracht sind im Braunwasser, ca. 41% der Fracht sind im Grauwasser, und lediglich 12% der Fracht sind im Gelbwasser enthalten.

### Fallbeispiel für Vakuumsysteme

Das integrierte Sanitärkonzept mit Vakuumtoilette, Vakuumwässerung und Biogasanlage wird in der Wohnsiedlung Flintenbreit in Lübeck für ca. 350 Einwohner angewendet. Am Faulbehälter befindet sich eine Vakuum-pumpstation. Neben der Produktion von Biogas wird in der Biogasanlage Flüssigdüngemittel gewonnen. In Speicherbehältern wird der gewonnene Dünger gelagert, bevor dieser für einen landwirtschaftlichen Betrieb abtransportiert wird.

Industrieländer geeignet sind. Im Kapitel 3.3 zeigen wir einige Low-Tech-Lösungen für Entwicklungs- und Schwellenländer auf.

### Ecological Sanitation

Das Konzept der ökologischen Abwasserwirtschaft basiert auf der Wiederverwendung von Stoffen. Dies bedeutet einen Paradigmenwechsel: Abwasser wird nicht als Abfallstoff, sondern als Wertstoff betrachtet. Es ergeben sich zwei wesentliche Vorteile: erstens die Verminderung von Emissionen in den Boden- und Wasserkörper sowie zweitens die Wiederverwendung von Wertstoffen. Während in der Industrie betriebliche und produktionstechnische Prozess- und Kühlwasserkreisläufe in vielen Fällen Stand der Technik sind, verfolgt das Konzept der Ecological Sanitation zusätzlich die Nutzung und Wiederverwendung von Abwasser aus privaten Haushalten oder der Industrie.

Das Abwasser aus dem häuslichen Gebrauch besteht aus drei wesentlichen Komponenten (Grau-, Gelb- und Braunwasser) mit unterschiedlichen Eigenschaften. Während das Braunwasser den Großteil der organischen Substanzen (Substrat) enthält, befinden sich im Gelbwasser nahezu alle löslichen Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphor, Kalium etc. Das überwiegend anfallende Abwasser umfasst Grauwasser (Haushaltsabwässer ohne Gelb- und Braunwasser), welches nur sehr geringe Nährstofffrachten aufweist. Hieraus resultieren unterschiedliche Nutzungseigenschaften. Grauwasser kann nach Behandlung zurück in den häuslichen Wasserkreislauf geführt, in einen Vorfluter (z.B. Fluss) eingeleitet oder in den Bodenkörper zur Grundwasserneubildung versickert werden. Aus dem Gelb- und Braunwasser können die stofflichen Substanzen des Abwassers gewonnen werden; das verbleibende Wasser kann in einen Vorfluter abgegeben werden. Problematisch sind die teilweise sehr hohen Investitionskosten sowie die mangelnde Erfahrung beim Betrieb solcher Systeme. Im Folgenden werden drei verschiedene Konzepte für ein ökologisches Abwassermanagement dargestellt:

- **Separationstoiletten und Schwerkraftsystem:** Bei diesem System wird Gelb- und Braunwasser in separate Behälter geleitet. Das Gelbwasser wird landwirtschaftlich verwertet. Das Braunwasser kompostiert im Behälter. Der reife Kompost kann ebenfalls in der Landwirtschaft verwendet werden. Das Grauwasser kann separat z.B. in einer Pflanzenkläranlage oder in einer Membranfiltrationsanlage behandelt werden. Das gereinigte Grauwasser kann anschließend in den häuslichen Wasserkreislauf oder an die Umwelt abgegeben werden. Durch diese dezentrale Entsorgungsvariante kann auf die herkömmliche Kanalisation verzichtet werden, was die Kapitalkosten erheblich reduziert. Daher eignet sich dieses System für dünn besiedelte Regionen. Nachteilig ist der Aufwand für die Leerung der Behälter.
- **Vakuumtoilette mit Biogasanlage:** Hier gelangt das Gelb- und Braunwasser von einer Vakuumtoilette in eine Biogasanlage. Dort wird das Abwasser unter Ausschluss von Sauerstoff behandelt. Das gewonnene Biogas dient zur Energie- bzw. Wärmeherzeugung. Der Faulschlamm aus der Biogasanlage kann in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Das Grauwasser wird wie im vorherigen Beispiel separat behandelt.
- **Adaption des bestehenden Abwassersystems mit Separationstoiletten:** Durch den Einsatz von Separationstoiletten im konventionellen Kanalsystem kann Gelb- und Braunwasser separat aufgefangen werden. Man kann zwischen zentraler und dezentraler Sammlung unterscheiden. Bei Letzterer wird Gelb-

wasser dezentral gespeichert und abgeleitet. Im Gegensatz dazu wird bei der zentralen Sammlung Gelbwasser bei niedriger Auslastung in die Kanalisation gegeben und in der Kläranlage separat aufgefangen und gespeichert. Durch Fernwirktechnik ließe sich der Entleerungszeitpunkt der Behälter optimieren, sodass am Kläranlageneingang ein konzentrierter Gelbwasserstrom aufgefangen werden kann. Dadurch würde die Kläranlage lediglich Grauwasser aufbereiten, welches dem urbanen Wasserkreislauf oder der Natur wieder zugeführt werden könnte.

### Regenwassermanagement

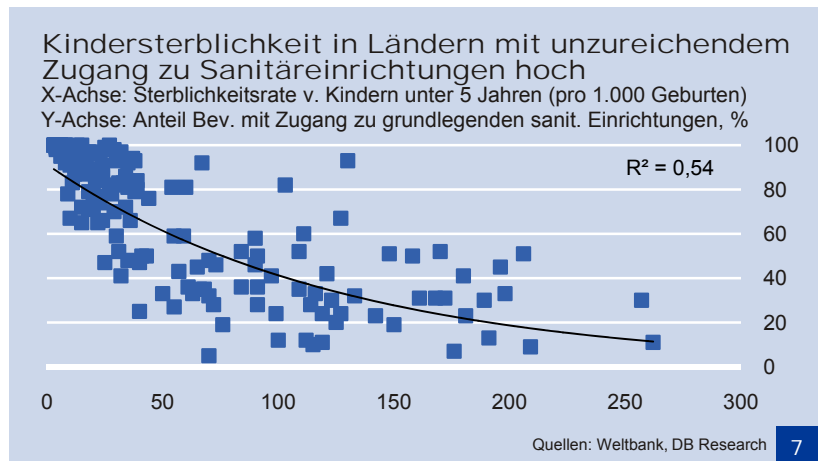
Ziel des Regenwassermanagements ist es, Niederschläge vor Ort zu versickern und damit die Kanalisation und Kläranlage zu entlasten. Positiver ökologischer Nebeneffekt ist die Förderung der lokalen Grundwasserneubildung. Es existiert eine Reihe anwendungsfähiger Maßnahmen. Durch den Rückbau von ungenutzten Gebäuden oder Entsiegelung von Flächen wird das Abflussverhalten im Kanal bei Regen verbessert. Dachbegrünungen sind ebenfalls eine adäquate Variante des Regenwassermanagements. Die Pflanzen fungieren als Speicher, aus dem ein Teil des Regenwassers verdunstet, sodass weniger Wasser abfließt. Zudem wird der Regenwasserabfluss durch Dachbegrünung über einen längeren Zeitraum ausgedehnt, sodass Spitzenabflüsse im Kanal vermindert werden. Für diese Maßnahmen werden größere Freiflächen benötigt, welche insbesondere in urbanen Zentren häufig fehlen. Um die Versickerung von Regenwasser dennoch zu ermöglichen, können Versickerungsanlagen (z.B. Flächenversickerung, Muldenversickerung, Rigolenversickerung, Teichversickerung) errichtet werden, die natürlich Investitionen erfordern. Um die Versickerung auf privaten Grundstücken anzureizen, können Regenwassergebühren hilfreich sein; diese wären umso niedriger, je höher der Anteil der Versickerung ist.

### Klärung industrieller Abwässer

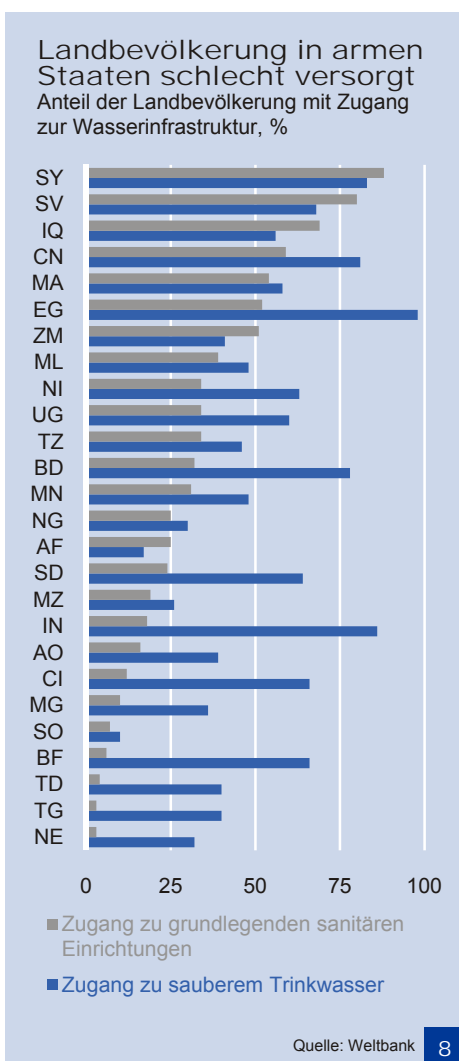
Neben den bislang im Vordergrund stehenden Abwässern aus privaten Haushalten müssen natürlich auch industrielle Abwässer geklärt werden. Dies ist in den Industrieländern weitgehend gewährleistet, in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern aber eine enorme Herausforderung, denn dort werden viele Abwässer ungeklärt in Oberflächengewässer eingeleitet. Um diese Situation zu ändern, hat sich der Einsatz von traditionellem Ordnungsrecht bewährt: Der Staat gibt Grenzwerte für den Schadstoffgehalt von Abwässern vor, die Industriebetriebe in Oberflächengewässer oder das Kanalnetz der öffentlichen Abwasserentsorgung einleiten. Bei Nichteinhaltung der Grenzwerte werden empfindliche Sanktionen verhängt. Dafür muss die Kontrolle der Grenzwerte gewährleistet sein, wofür verlässliche politische Strukturen benötigt werden. Natürlich kann man Unternehmen bei der Installation der entsprechenden Infrastruktur unterstützen. Die anstehende Aufgabe wird sich nur schrittweise bewältigen lassen. Die Voraussetzungen hierfür sind aber gut, denn die Emittenten der Abwässer dürften in der Regel eher über die notwendigen finanziellen Mittel verfügen als private Haushalte.

### 3.3 Wasser für die Ärmsten

Im 2. Kapitel hatten wir die existenziellen Probleme mit der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung skizziert, mit denen gerade die ländliche Bevölkerung in Entwicklungs- und Schwellenländern konfrontiert ist; in wasserarmen Zonen potenzieren sich die Herausforderungen. Die Anschlussquote an die öffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung ist in ländlichen Gebieten sehr viel niedriger als in Städten. Das Fehlen einer angemessenen Wasserinfrastruktur ist gerade in Sub-Sahara-Afrika sowie Süd- und Ostasien eng mit Problemen wie Armut, Hunger und dem Ausbreiten von Krankheiten verknüpft. Von den ärmsten Bevölkerungsschichten der Erde leben 75% auf dem Land. Armut und unzureichender Zugang zu einer adäquaten Trinkwasserversorgung oder sanitären Einrichtungen sind eng miteinander verknüpft. Ohne lokale Wasserversorgung müssen in vielen ländlichen Gebieten Kinder, Jugendliche und Frauen oftmals mehrere Stunden am Tag damit zubringen, Wasser für ihre Familien von weit entfernten Brunnen oder Quellen zu beschaffen. Dies reduziert die Bildungschancen erheblich und bindet Arbeitskräfte.



7



8

### Bedarfsgerechte und kostengünstige Lösungen sind gefragt

Es gibt keine Patentlösung für diese Probleme. Dafür sind u.a. die klimatischen und topographischen Gegebenheiten in den betroffenen Staaten oder die Lebensweisen der Bevölkerungsschichten zu unterschiedlich. Gleichwohl gibt es viele Lösungsansätze für die Verbesserung der Versorgungssituation armer Menschen in Entwicklungs- und Schwellenländern. Diese müssen selbstredend bedarfsgerecht sein, denn häufig kann die Wasserversorgung mit einfachen Mittel bereits spürbar verbessert werden. Im Gegensatz dazu sind viele High-End-Technologien, die etwa für den westeuropäischen Markt entwickelt werden, ungeeignet für die Landbevölkerung in armen Ländern: Sie sind zu teuer und können von der einheimischen Bevölkerung mitunter nicht bedient oder gewartet werden.

Gerade in Ländern mit wenigen Niederschlägen sind Maßnahmen hilfreich, mit denen Wasser über einen längeren Zeitraum gespeichert werden kann. Nach Angaben der UN werden in Sub-Sahara-Afrika derzeit erst rd. 4% der jährlich verfügbaren Wasserressourcen gespeichert. Einfache Auffangbecken oder -tonnen, unterirdische Zisternen oder so genannte Sanddämme sind hier grundsätzlich geeignete Möglichkeiten. Bei Letzteren handelt es sich um Staudämme etwa bei kleineren Flussläufen oder überall dort, wo Wasser nach Regenfällen in größeren Mengen abfließt. Diese Dämme werden mit Sand gefüllt. Dadurch können die seltenen Niederschläge aufgefangen und im Sand für eine längere Zeit gespeichert werden; ohne Sand würde das Wasser sehr viel schneller verdunsten oder versickern; der Sand hat zudem eine Filterfunktion und erhöht die Wasserqualität.

Die lokalen Grundwasservorkommen können durch den Bau von Brunnen genutzt werden. Einfache Pumpen (auch im Handbetrieb) können bereits angemessene Lösungen für die Landbevölkerung sein. Es ist hilfreich, bei der Planung und beim Bau solcher Einrichtungen – neben der reinen Bereitstellung von Wasser für den Haushaltsgebrauch – die Möglichkeiten für weitere Nutzungsarten zu prüfen (z.B. für Bewässerung, Nutzvieh, für die Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte oder den Aufbau kleinerer Gewerbebetriebe). Die landwirtschaftlichen Erträge können durch effizientere Bewässerungstechnologien erhöht werden (vgl. Kapitel 3.1), was den Bauern Handel mit ihren Erzeugnissen ermöglicht. Auch das mehrfache Nutzen von Wasser für verschiedene Zwecke (z.B. Körperhygiene und Bewässerung) kann einen Beitrag liefern, Wasserknappheit zu reduzieren. Die Wasserqualität kann durch relativ

**Einfache sanitäre Einrichtungen verbessern Lebensumstände**

simple Filter- und Wasseraufbereitungssysteme (z.B. Keramikfilter) gesteigert werden.<sup>15</sup>

**Low-Tech-Systeme für die Abwasserbehandlung**

Auch für ländliche Gebiete in armen Staaten gibt es bezahlbare technische Möglichkeiten, um Zugang zu sanitären Einrichtungen für eine große Zahl von Menschen zu gewährleisten. Diese Systeme sind einfach in ihrer Funktionsweise und können die Lebensumstände vieler Menschen mit überschaubarem Mitteleinsatz verbessern; ein Beispiel sind Trockentoiletten, bei denen die anfallenden Stoffe in Faulgruben gelagert und anschließend landwirtschaftlich verwertet werden. Der Vorteil hierbei ist, dass die nährstoff- und substratreichen menschlichen Ausscheidungen der landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt werden, wodurch konventioneller Dünger durch biologische Düngung substituiert werden kann. Die Investitions- und Installationskosten von Trockentoiletten sind relativ niedrig, und sie sind anspruchslos in der Wartung.

**Begleitende Maßnahmen wichtig**

Um den ärmsten Bevölkerungsschichten in Entwicklungs- und Schwellenländern dauerhaft verbesserte Lebensumstände zu ermöglichen, ist es notwendig, die Maßnahmen für die Wasserinfrastruktur durch ergänzende Aktionen zu begleiten. Von ganz besonderer Bedeutung sind Kenntnisse über die lokalen Wasserkreisläufe, die Möglichkeiten und auch Grenzen bei der Nutzung der vorhandenen Wasserressourcen oder über etwaige technische Einrichtungen. Klar definierte Eigentumsrechte an den Anbauflächen steigern die Selbstverantwortung der lokalen Farmer. Neben einer effizienteren Bewässerung in der Landwirtschaft können die Erträge auch durch den Zugang zu geeignetem Saatgut oder Düngemitteln erhöht werden. Die Absatzmöglichkeiten für überschüssige landwirtschaftliche Produktion würden durch eine stärkere Öffnung der Märkte in Industrieländern verbessert. Durch Kooperationen der lokalen Landwirte in Entwicklungs- und Schwellenländern und externe Beratung dürfte es leichter fallen, den Handel zu stimulieren. Natürlich sind politisch stabile Rahmenbedingungen hilfreich für Fortschritte bei der Versorgungssituation.

**Entwicklungshilfe wichtige Quelle für Finanzierung von Wasserprojekten****Wer zahlt die Rechnung?**

Die oben beschriebenen Maßnahmen kosten Geld. Und naturgemäß ist die Zahlungsfähigkeit der ärmsten Bevölkerungsschicht in ländlichen Gebieten stark limitiert. Im Gegensatz zur Stadtbevölkerung muss sie derzeit in der Regel nichts für das genutzte Wasser zahlen, und kostendeckende Preise bleiben auf absehbare Zeit illusorisch. Daher stellt sich die Frage, wer die Investitionen finanzieren soll. Da ein eigenwirtschaftlich tragfähiges Geschäftsmodell in der Regel nicht existiert und humanitäre Hilfe im Vordergrund steht, ist die klassische Entwicklungshilfe als Finanzquelle prädestiniert. In der Tat gibt es eine Vielzahl von wasserbezogenen Projekten, die durch Entwicklungshilfe, die Weltbank oder vergleichbare Institutionen finanziert werden. Auch für Stiftungen, die humanitäre Ziele verfolgen, könnten Wasserprojekte in armen Ländern lukrative Betätigungsfelder sein. Grundsätzlich gilt, dass Investitionen in die Wasserinfrastruktur ein großer Hebel sind, um die Gesundheit der Menschen spürbar zu verbessern und die volkswirtschaftlichen Kosten zu senken, die aus einer unzureichenden Infrastruktur resultieren.

<sup>15</sup> Vgl. FAO (2008). Water and the rural poor. Interventions for improving livelihoods in Sub-Saharan Africa. Rom.



Die WHO kalkuliert, dass für jeden Euro, der in Entwicklungsländern in Wasserversorgung und sanitäre Einrichtungen investiert wird, eine Rendite in Form von vermiedenen volkswirtschaftlichen Kosten in Höhe von EUR 4 bis 12 erzielt werden kann. Wenn diese Zahlen stimmen, ist es verwunderlich, warum nicht viel mehr Maßnahmen zur Verbesserung der Versorgungssituation getroffen werden. Ein wichtiger Grund dürfte darin liegen, dass ein potenzieller Investor nicht von den sinkenden gesamtwirtschaftlichen Kosten profitiert.

Neben einer externen Finanzierung steht auch die Subventionierung des Grundbedarfs aus Steuermitteln zur Verfügung. Eine weitere Finanzierungsmöglichkeit liegt in der Vergabe von Mikrokrediten. Diese können in Low-Tech-Wasserprojekte fließen und somit die Voraussetzungen für das Entstehen unternehmerischer Einheiten etwa in der Landwirtschaft schaffen, sodass die Kredite auch wieder zurückgezahlt werden.

### Betätigungsfelder auch für private Unternehmen

Für private Unternehmen aus der Wasserbranche (z.B. Anbieter der oben beschriebenen Technologien) dürfte ein Engagement in ländlichen Gebieten von Entwicklungs- und Schwellenländern im Alleingang meistens nicht lukrativ sein. Gleichwohl können private Unternehmen einen substantiellen Beitrag zur Verbesserung der Lebensumstände der betroffenen Menschen leisten, indem sie ihr Know-how etwa im Rahmen von Entwicklungshilfeprojekten einbringen. Die Einnahmen für die Unternehmen stammen dann nicht von den Menschen, für die die Investitionen getätigt werden, sondern von den Organisationen, die für die Projekte verantwortlich sind (siehe auch Kapitel 5).

### **Siedlungs- und Bevölkerungspolitik wichtig**

Der Wasserverbrauch ist eng mit der Bevölkerungsentwicklung korreliert. Daher ist bei der Suche nach Lösungen für die unzureichende Versorgungssituation in ländlichen Gebieten armer Länder auch ein Blick auf die Siedlungs- und Bevölkerungspolitik notwendig. Wenn man nämlich einer großen Anzahl von Menschen erlaubt, sich in trockenen Zonen neu anzusiedeln oder dort existierende Siedlungen massiv auszuweiten, vergrößert man den Wasserstress. Es ist gerade in unterentwickelten Staaten keine triviale Aufgabe, die Wasserverfügbarkeit in die Siedlungs- und Bevölkerungspolitik einzubetten.

Die Situation könnte sich – relativ zur Lage in den Städten – längerfristig dadurch etwas entspannen, dass ab etwa 2020 die Bevölkerungszahl in ländlichen Gebieten auch der weniger entwickelten Staaten sinken dürfte.

## 4. Klimawandel als neue Herausforderung

### Höhere Temperaturen auf der Erde ...

Es ist inzwischen von der überwiegenden Anzahl der Naturwissenschaftler anerkannt, dass die Treibhausgasemissionen, die auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen sind, entscheidend zum Klimawandel auf der Erde beitragen. Es gibt zwar nach wie vor Unsicherheiten über die konkreten Folgen des Klimawandels. Aber einige Trends gelten als sehr wahrscheinlich. So dürfte es auf der Erde in den nächsten Jahren weiterhin wärmer werden; schon seit Beginn der Industrialisierung sind die globalen Durchschnittstemperaturen um etwa 0,8°C gestiegen. In der Folge erwarten die Naturwissenschaftler u.a. vermehrte und/oder heftigere Wetterextreme (z.B. Dürren oder Starkregen), veränderte Niederschlagsmuster, ein Verschieben von Klimazonen, einen Rückgang der Artenvielfalt, ein

### ... haben Einfluss auf die lokalen und globalen Wasserkreisläufe

#### Klimawandel erhöht Belastung der Kanalisation

Die Zunahme versiegelter Flächen und häufigere Starkregenereignisse im Zuge des Klimawandels können die bestehende Kanalisation durch erhöhten Spitzenabfluss von Wasser belasten. Die Konsequenz ist eine höhere hydraulische Beanspruchung von Kanal und Kläranlage, verbunden mit einem zunehmenden Abfluss von ungeklärtem Abwasser aus der Kanalisation in die Umwelt (so genannte Entlastungsmengen). Insbesondere bei Mischwassersystemen sind die zunehmenden Entlastungsereignisse, durch die Nährstoffe und Substratfrachten in die Umwelt gelangen, negativ zu beurteilen.

allmähliches Abschmelzen vieler Gletscher sowie einen stetigen Anstieg des Meeresspiegels.<sup>16</sup>

#### Hoher Einfluss des Klimawandels auf Wasserkreisläufe

Damit verändert der Klimawandel auch die lokalen und globalen Wasserkreisläufe.<sup>17</sup> So können lang anhaltende Dürren zu einem Absinken des Grundwasserspiegels führen oder Oberflächengewässer (z.B. Flüsse) austrocknen. Nach langen Dürrephasen sind die Böden oftmals nicht in der Lage, etwaige Regenfälle aufzunehmen. Starke Niederschläge fließen dann rasch oberirdisch ab, beschleunigen die Bodenerosion und können großflächige Überschwemmungen auslösen. Diese werfen sehr arme Staaten in ihrer ökonomischen Entwicklung um Jahre zurück; so sank das BIP in Mozambique aufgrund des schweren Hochwassers aus dem Jahr 2000 nach Schätzungen der UN um knapp ein Viertel.

Der Anstieg des Meeresspiegels führt in den nächsten Jahrzehnten dazu, dass küstennahes Grundwasser verdrängt wird oder sich mit Salzwasser vermischt. Dies beeinträchtigt die landwirtschaftlichen Produktionsmöglichkeiten und fördert die Versalzung der Böden.

Das allmähliche Abschmelzen der Gletscher führt u.a. dazu, dass sich die Abflussmengen der Flüsse saisonal und auch langfristig stark ändern (vorerst größere Abflüsse, in der längeren Frist geringere Abflüsse). Dies hat einen Einfluss auf all jene Gebiete, deren Wasserversorgung in hohem Maße von der Existenz der Gletscher bzw. von Flüssen abhängig ist, die sich aus Gletschern oder Niederschlägen in Hochgebirgsregionen speisen. Dies trifft auf viele rasch expandierende Städte in Süd- und Ostasien zu, gilt aber auch für Mitteleuropa, wo die Gletscher in den Alpen seit Jahren schrumpfen.<sup>18</sup> Für den indischen Monsun wird erwartet, dass sowohl die Regen- als auch die Trockenzeit extremer ausfallen werden.

#### Arme Länder sind am stärksten betroffen

Letztlich beeinflusst der Klimawandel die Lebensumstände vieler Menschen sowie die wirtschaftlichen Produktionsmöglichkeiten in praktisch allen Staaten. Grundsätzlich sind die ärmsten Länder am stärksten vom Klimawandel betroffen. Denn ihre Wirtschaftsstruktur ist aufgrund der immensen Bedeutung der Landwirtschaft stärker von den klimatischen Verhältnissen abhängig als jene der Industrieländer. Zudem liegen die meisten Entwicklungs- und Schwellenländer außerhalb der gemäßigten klimatischen Zonen, weshalb sie ohnehin verletzlicher gegenüber Wetterextremen sind. Schließlich sind die Möglichkeiten armer Staaten, sich an den Klimawandel anzupassen, wegen fehlender finanzieller und technologischer Ressourcen beschränkt. Tragisch ist für diese am meisten betroffenen Länder, dass sie aufgrund ihrer geringen eigenen Treibhausgasemissionen nur zu einem kleinen Teil für den Klimawandel verantwortlich sind.

Natürlich wird der Klimawandel auch in vielen Industrieländern die Versorgungssituation mit Wasser beeinflussen. So dürften die Kosten der landwirtschaftlichen Produktion im Süden Europas und Südwesten der USA steigen, da wegen sinkender Niederschläge in

<sup>16</sup> Vgl. hierzu u.a. die Berichte des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) aus dem Jahr 2007.

<sup>17</sup> Vgl. u.a. UN (2009). *Water in a changing world*. London, Paris.

<sup>18</sup> Das Abschmelzen der Gletscher erfolgt zwar rasch, der Schrumpfungsprozess im Himalaya wird jedoch deutlich langsamer erfolgen, als im IPCC-Bericht des Jahres 2007 dargestellt. Der hierin enthaltene Fehler über das Tempo der Gletscherschmelze wurde kürzlich in den Medien kontrovers diskutiert.



### Fallbeispiel China

Chinas Niederschläge sind sehr ungleichmäßig verteilt. Im dicht besiedelten Nordosten fallen deutlich weniger Niederschläge als im Süden bzw. Südosten des Landes. Aufgrund des Bevölkerungswachstums, der intensiven Landwirtschaft und der rasanten wirtschaftlichen Entwicklung steigt die Wasserknappheit im nördlichen China. Die chinesische Regierung hat daher beschlossen, einen bereits in den 1950er Jahren entwickelten Plan zur Versorgung der nordchinesischen Regionen mit Wasser aus Südchina zu realisieren. Hierbei wird Wasser über drei verschiedene Routen (Westroute, Mittelroute und Ostroute) vom Ober-, Mittel- und Unterlauf des Jangtsekiangs zum Gelben Fluss, zum Huai He und zum Hai He geleitet; Teile der Verbindungen bestehen bereits. Insgesamt sollen nach Abschluss des Bauvorhabens jährlich gut 50 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser transportiert werden, was knapp einem Drittel des Inhalts des Assuan-Staudamms entspricht. Die Gesamtkosten des Projekts werden auf USD 62,5 Mrd. geschätzt. Es ist laut WWF das weltweit aufwändigste Wassertransferprojekt. Mehrere Hunderttausend Menschen müssen hierfür umgesiedelt werden.

### Fallbeispiel Assuan-Staudamm

Der wichtigste Staudamm im Verlauf des Nils ist der Assuan-Staudamm. Dieser staut den Nil zum Nasser-See, welcher eine Speicherkapazität von rd. 165 Mrd. m<sup>3</sup> hat. Im Jahresdurchschnitt fließen rund 65 Mrd. m<sup>3</sup> in den Staudamm, während ihn 55 Mrd. m<sup>3</sup> verlassen. Die Differenz von 10 Mrd. m<sup>3</sup> verdunstet aus dem Nasser-See. Der Staudamm hat positive ökonomische Effekte für Ägypten. Neben einer verbesserten Wasserversorgung kann der Wasserstand im Nil unterhalb des Staudamms reguliert und damit die Infrastruktur vor Hochwasser geschützt werden. Umgekehrt ist die Wasserverfügbarkeit auch in Trockenperioden gewährleistet. Durch den Damm wird die Möglichkeit der ganzjährigen Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen erheblich verbessert. Die Produktion von Weizen, Mais, Reis und Zucker ist seit dem Bau signifikant gestiegen. Der Staudamm ermöglicht zudem die ganzjährige Schiffbarmachung des Nils. Schließlich verfügt das Wasserkraftwerk über eine installierte Leistung von 2.100 MW; es deckt damit etwa 15% des ägyptischen Strombedarfs.

Zu den negativen Aspekten des Assuan-Staudamms zählen der deutlich verminderte Transport von Nährstoffen und der fruchtbaren Nilschlämme. Dies führt am Unterlauf und speziell im Nildelta zu Bodenerosion im Uferbereich und einem höheren Einsatz von Düngemitteln; das Nildelta wächst nicht mehr weiter ins Mittelmeer, sondern wird durch die Meeresbrandung erodiert. Der geringere Nährstoffgehalt wirkt zudem negativ auf die Fischbestände. In der langen Frist droht der Stausee zu verlanden, weil der Damm die Nilschlämme aufhält.

der Vegetationsphase noch stärker als bislang auf künstliche Bewässerung gesetzt werden muss. Dort, wo die Voraussetzungen für Bewässerungslandwirtschaft eingeschränkt sind, dürften die Ernteerträge sinken. Auch die im 2. Kapitel erwähnten wasserintensiven Wirtschaftszweige könnten wirtschaftliche Probleme bekommen, wenn der Klimawandel in den nächsten Jahrzehnten die Wasserversorgung beeinträchtigen wird.

### Mögliche Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

Es gibt mehrere Möglichkeiten, sich an die Auswirkungen des Klimawandels auf die lokalen Wasserressourcen bzw. an Wasserknappheit allgemein anzupassen. Hierbei können zwei Anpassungsstrategien unterschieden werden. Zum einen kann die Wasserverfügbarkeit z.B. durch Wassertransfers aus Gebieten mit ausreichenden Wasserressourcen oder durch die Wasseraufbereitung aus Meerwasser oder Abwasser erhöht werden. Zum anderen lässt sich die Wasserverschwendung senken.

- **Wassertransfers:** Wasserimporte mithilfe von Pipelines aus Gebieten mit ausreichenden Wasserressourcen in trockene Gebiete sind adäquate Maßnahmen, um die Verfügbarkeit in Wassermangelregionen zu steigern. Die Kosten für den Transfer sind von unterschiedlichen Rahmenbedingungen wie der Länge der Leitungen bzw. Kanäle, dem eingesetzten Material oder den topografischen Gegebenheiten abhängig. Es existieren viele Beispiele für Wassertransfers (z.B. in Kalifornien, zwischen USA und Kanada, in Australien und China).
- **Stauanlagen:** Staudämme erfüllen viele Aufgaben. Sie kommen vor allem dort zum Einsatz, wo es stark ausgeprägte Trocken- und Regenzeiten gibt; die saisonalen Schwankungen der Niederschläge können somit ausgeglichen werden. Ferner dienen Stauanlagen dem Hochwasserschutz. Zudem kann die durchgängige Schiffbarmachung von Fließgewässern durch Stauanlagen verbessert werden, da sie eine ausreichende Fahrwassertiefe für Schiffe gewährleisten. Ein weiterer Vorteil von Staustufen ist die Stromerzeugung durch Wasserkraft. Staudämme bilden aber auch einen technologischen Eingriff in die aquatische Umwelt mit teilweise negativen Konsequenzen. Oberhalb der Anlage sinken die Fließgeschwindigkeiten, was zu einem geringeren Transport von Boden und Nährstoffen führt. Insgesamt kann dies zu einer Verlandung des Stauraumes führen. Unterhalb der Stauanlage nimmt hingegen die Erosion zu. Liegen Staudämme in heißen Gebieten, kann pro Jahr ein Anteil des gestauten Wassers im zweistelligen Prozentbereich verdunsten. Bei Großprojekten müssen häufig Menschen umgesiedelt werden.
- **Meerwasserentsalzung:** In manchen Ländern und einer Vielzahl von Inseln ist die Entsalzung von Meerwasser schon heute die einzige Möglichkeit, um die Trinkwasserversorgung sicherzustellen. Aufgrund des steigenden Meeresspiegels, klimatischer Veränderungen und Bevölkerungswachstums wird diese Form der Trinkwassergewinnung immer bedeutsamer. Technologisch stehen unterschiedliche Verfahren zur Süßwassergewinnung aus Meerwasser zur Verfügung (siehe Kasten).
- **Abwasserrecycling:** Im Gegensatz zum Wassertransfer und zur Meerwasserentsalzung ist Abwasserrecycling quasi überall anwendbar. Die zusätzliche Trink- oder Brauchwasserverfügbarkeit im Versorgungssystem ist jedoch auf die zuvor angefallene Abwassermenge beschränkt. Am bedeutendsten ist die Ressource Abwasser für Bewässerungszwecke. Die Nutzung von Abwasser

### Arten der Meerwasserentsalzung

Beim Elektrodialyseverfahren erfolgt die Reinwassergewinnung aus Meerwasser auf elektrochemische Art. Hierbei wird Meerwasser in Elektrolysezellen eingebracht. Diese Zellen enthalten eine Vielzahl von Kammern, die durch abwechselnde kationen- und anionenundurchlässige Membrane gebildet werden. Nach Anlegen einer Gleichspannung erhält man einerseits aufkonzentriertes Salzwasser und andererseits entsalztes Wasser. Gegenwärtig hat sich das Verfahren noch wenig durchgesetzt, da hohe Anforderungen an die Qualität der Membran und des zu entsalzenden Wassers gestellt werden. In der Praxis besteht außerdem das Problem der Membranverstopfung.

Bei der Umkehrosmose erfolgt die Reinwassergewinnung durch einen erzeugten Filtrationsdruck. Hierbei werden die Wassermoleküle des Meerwassers durch eine Membran gepresst, während die Salzionen die Membran nicht passieren können. Es fällt auf der einen Seite der Membran aufkonzentriertes Salzwasser an, während auf der anderen Membranseite entsalztes Wasser gewonnen wird. Vor der Umkehrosmose ist jedoch noch eine Vorbehandlung des Meerwassers erforderlich, um Stoffe zu entfernen, welche die Membran blockieren oder schädigen können. Wirtschaftlich besonders sinnvoll lässt sich das Verfahren insbesondere bei der Aufbereitung von Oberflächenwasser mit niedriger Salzkonzentration anwenden. In der Praxis kann Meerwasser zu Kosten von weniger als einem Euro pro Kubikmeter Wasser entsalzt werden.

Bei der mehrstufigen Entspannungsverdampfung erfolgt die Reinwassergewinnung thermisch. Hierbei wird Meerwasser erhitzt und Dampf erzeugt. Der Dampf wird anschließend im Kondensator verflüssigt, wodurch Süßwasser gewonnen wird. Das Verfahren ist sehr energieintensiv und wird daher insbesondere von Ländern mit hohen Primärenergievorkommen angewendet.

### Fallbeispiel Windhoek

Die Hauptstadt von Namibia, Windhoek, liegt in einem trockenen Gebiet. Die nächsten ganzjährig fließenden Flüsse sind 700 km bzw. 900 km von der Stadt entfernt. Eine Wassergewinnung aus Meerwasser ist aufgrund der Höhenlage von 1.650 Metern über dem Meeresspiegel und einer Distanz von ca. 250 km vom Atlantischen Ozean nicht wirtschaftlich. Der Wasserbedarf wird daher neben Bohrburgen und Staudämmen durch Abwasser sichergestellt. In zwei Anlagen wird Abwasser in Brauchwasser und Trinkwasser umgewandelt. Die Kosten liegen bei weniger als einem Euro pro Kubikmeter Wasser, was für die lokale Bevölkerung bezahlbar ist.

für industrielle Prozesse (z.B. in Kühl- oder Prozesswasserkreisläufen) wird gegenwärtig schon vielfach angewendet. Bei besonders aufwändiger Aufbereitung kann aus urbanem Abwasser auch Trinkwasser erzeugt werden. Weniger technologisch anspruchsvoll ist die Aufbereitung zu Brauchwasser, das z.B. für Toilettenspülung und Löschwasser verwendet werden kann.

- **Regenwassernutzung:** Aufgrund der Qualität des Regenwassers ist eine Aufbereitung für die Brauchwassernutzung (Bewässerung, Sanitärtechnik) oder Prozesswassernutzung oft nicht notwendig. Das Regenwasser wird in Speichereinrichtungen gelagert und kann für den jeweiligen Zweck entnommen werden.
- **Minimierung des Wasserverbrauchs in der Landwirtschaft (vgl. Kapitel 3.1):** Hierin liegt gerade hinsichtlich der Anpassung an den Klimawandel ein gigantischer Hebel.
- **Minimierung des urbanen Wasserverbrauchs:** Durch den Einsatz effizienter Haushaltsgeräte können ebenfalls große Mengen an Wasser eingespart werden. Hier gibt es in den entwickelten Ländern bereits erhebliche Fortschritte. Bei vielen modernen Haushaltsgeräten (Spül- oder Waschmaschinen) liegt der Wasserverbrauch bei weniger als der Hälfte ihrer Vorgängermodelle. Ähnliche Erfolge wurden in der Sanitärtechnik erzielt. Neben den genannten Maßnahmen kann der Wasserverbrauch auch durch Wasserverluste im Verteilungsnetz minimiert werden. Grundsätzlich sollten die Leitungswasserverluste umso dringender reduziert werden, je größer die Wasserknappheit in dem betrachteten Gebiet ist.

Die wirtschaftliche Attraktivität der genannten Technologien zur Anpassung an den Klimawandel bzw. an Wasserknappheit hängt von den jeweiligen Rahmenbedingungen ab. Gerade anspruchsvolle Methoden dürften nur dann angewendet werden, wenn die lokalen Wasserpreise hoch genug sind oder der Wasserstress keine Alternative zulässt. Gerade die niedrigen Wasserpreise verhindern bislang, dass die Technologien schon stärker zum Einsatz kommen.

### Klimafonds als Finanzierungsoption

Auch bei den hier beschriebenen Technologien stellt sich die Frage nach der Finanzierung. Wenn es sich um Unternehmen aus Industrieländern handelt, müssen diese selbst für die notwendige Anpassung sorgen. Im Falle von Entwicklungs- und Schwellenländern kommen grundsätzlich alle Finanzierungsformen in Frage, die bereits am Ende von Kapitel 3.3 skizziert wurden. Da mit den Maßnahmen das Ziel verfolgt werden soll, sich an die negativen Konsequenzen des Klimawandels anzupassen, könnten auch so genannte Klimafonds als zusätzliche Finanzierungsquelle dienen. Diese können sich z.B. aus Erlösen der Versteigerung von Emissionszertifikaten speisen. So wird etwa beim EU-Emissionshandel der Anteil der Zertifikate, die versteigert werden, ab 2012 stetig steigen; ein Teil der Einnahmen dürfte Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen in Entwicklungs- und Schwellenländern zugutekommen.

## 5. Investitionen im Wassermarkt

Der Investitionsbedarf in der globalen Wasserwirtschaft ist immens, wobei die Schwerpunkte von Region zu Region unterschiedlich sind. So müssen die Industrieländer künftig die Investitionen in den Erhalt und die Modernisierung ihrer bestehenden Wasserinfrastruktur erhöhen. Ein umfangreicher Aus- und Neubau zählt – allein schon wegen der im Vergleich zu Entwicklungs- und Schwellenländern moderaten demografischen Entwicklung – nicht zu den wichtigsten



### Klimafonds

Bei der Klimakonferenz von Kopenhagen Ende 2009 wurde im Copenhagen Accord festgelegt, dass in den Jahren 2010 bis 2012 insgesamt USD 30 Mrd. von den reichen an die armen Länder fließen sollen, damit diese ihre eigenen Treibhausgasemissionen verringern und sich an die negativen Folgen des Klimawandels anpassen können. Ab 2020 sollen jährlich USD 100 Mrd. bereitgestellt werden. Zwar ist der Copenhagen Accord rechtlich nicht verbindlich, gleichwohl sind die in Aussicht gestellten Finanztransfers eine der wenigen konkreten Ergebnisse der Klimakonferenz.

### Großer Nachholbedarf in Entwicklungs- und Schwellenländern

### Investitionsbedarf von einer halben Billion Euro pro Jahr

### Öffentliche Haushalte sind angespannt

Prioritäten. Er ist dennoch notwendig, denn in Ländern wie den USA oder Frankreich wird die Bevölkerungszahl weiter steigen. In den Schwellenländern besteht die große Aufgabe darin, dass der Aufbau der Infrastruktur mit dem Bevölkerungswachstum, der zunehmenden Industrialisierung und dem steigenden Bedarf der Landwirtschaft Schritt hält. In der Vergangenheit ist beides nicht gelungen: In vielen Industrieländern wurde die Wasserinfrastruktur ungenügend gewartet. Und in den ärmeren Ländern hinkt der Infrastrukturausbau der steigenden Wassernachfrage hinterher.

### *Investitionsbedarf liegt im dreistelligen Milliardenbereich*

Als Folge existiert ein enormer Nachholbedarf bei den Investitionen in der Wasserwirtschaft. Zum Investitionsbedarf gibt es unterschiedliche Schätzungen. So schätzt das World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), dass der Investitionsbedarf für den Austausch der veralteten Infrastruktur allein in den OECD-Ländern etwa USD 200 Mrd. pro Jahr beträgt.<sup>19</sup> Da in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern ein großer Teil der Wasserinfrastruktur erst neu erstellt werden muss, liegt der gesamte globale Investitionsbedarf deutlich höher. So gab es 2006 in ganz China erst knapp 1.000 Kläranlagen. Inzwischen ist die Zahl zwar gestiegen, aber ein Vergleich mit Deutschland (rd. 10.000 Kläranlagen) signalisiert den nach wie vor immensen Rückstand.

Insgesamt dürfte der weltweite Investitionsbedarf im globalen Wassermarkt bei EUR 400 bis 500 Mrd. pro Jahr liegen. Die Schwankungsbreite hängt zum einen mit der unzureichenden statistischen Datenbasis zusammen. Zum anderen ist die Schätzung davon abhängig, welche Stufen der Wertschöpfungskette einfließen, welcher Stand der Technologie unterstellt wird oder ob z.B. auch Investitionen zur Anpassungen an den Klimawandel berücksichtigt werden.<sup>20</sup>

### *Hürden für schnellere Umsetzung notwendiger Investitionen*

Es gibt vielerlei Gründe für den Investitionsstau in der globalen Wasserwirtschaft. An erster Stelle sind die chronisch defizitären Haushalte in vielen Staaten zu nennen, denn der Staat zeichnet für den Löwenanteil der Investitionen verantwortlich (70%). Oftmals besteht ein politischer Vorrang von konsumtiven vor investiven Ausgaben: Was unter der Erde in Form von Wasser- und Abwasserleitungen vergraben wird, ist politisch weniger gut zu verkaufen als direkte Zahlungen an die Bevölkerung. Die hohen Leitungsverluste und der marode Zustand der Infrastruktur sind für die Wähler oft nicht spür- und sichtbar.

Ein weiterer Grund für die zu geringen Investitionen in der Wasserbranche liegt in den politisch motiviert niedrigen bzw. nicht vorhandenen Wasserpreisen oder -gebühren. Die Preise liegen häufig weit unter einem kostendeckenden Niveau. Die niedrigen Preise – ge-

<sup>19</sup> Die OCED selbst schätzt, dass sich die jährlichen laufenden und investiven Ausgaben für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in den OECD-Staaten auf etwa USD 600 Mrd. belaufen. In Deutschland liegen die tatsächlichen Investitionen allein der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung bei rd. EUR 7 Mrd. pro Jahr. Hinzu kommen Investitionen der Unternehmen und Ausgaben der privaten Haushalte, die in einer ähnlichen Größenordnung liegen könnten. In Deutschland ist der Zustand der Wasserinfrastruktur jedoch besser als in den meisten anderen Industrieländern, weshalb der dortige Investitionsbedarf – bezogen auf die Bevölkerungszahl – grundsätzlich höher sein dürfte. Das spricht für die Plausibilität der Zahlen des WBCSD.

<sup>20</sup> Der Investitionsbedarf in der Wasserwirtschaft befindet sich damit in einer ähnlichen Größenordnung wie das Marktvolumen (Umsatz), was in den meisten Märkten unüblich ist. Jedoch lässt sich dies dadurch erklären, dass der Umsatz aufgrund niedriger oder fehlender Preise künstlich nach unten gedrückt wird.

paart mit geringer Zahlungsfähigkeit der Menschen in ärmeren Ländern – dämpfen den Zustrom von privatem Kapital in die Wasserwirtschaft.

### **Höhere Wasserpreise und -gebühren notwendig**

#### ***Lösungen gegen den Investitionsstau***

Es existiert eine Reihe von Lösungsansätzen, die dazu beitragen können, den Investitionsstau in der globalen Wasserwirtschaft aufzulösen. In Ländern, wo Wasserpreise fehlen oder subventioniert werden, ist von besonderer Bedeutung, dass die öffentliche Hand die Notwendigkeit erkennt und auch den politischen Willen besitzt, höhere Wasserpreise bzw. -gebühren durchzusetzen. Dies muss sorgfältig kommuniziert werden, sollte in mehreren Schritten erfolgen und soziale Belange berücksichtigen.<sup>21</sup> Die höheren Wasserpreise müssen durch verlässliche nutzungsabhängige Abrechnungssysteme ergänzt werden. Die Botschaft an die Bevölkerung muss klar sein: Ohne höhere Wasserpreise wird es unmöglich sein, die anstehenden Herausforderungen zu bewältigen. Dennoch wird in vielen Ländern ein Teil der notwendigen Investitionen – zumindest in einer Übergangsphase – auch aus Steuermitteln bezahlt werden müssen.

### **Public Private Partnerships können helfen**

#### ***Größere Beteiligung privater Unternehmen sinnvoll***

Der Investitionsbedarf in der globalen Wasserwirtschaft kann nicht allein durch die öffentliche Hand finanziert werden. Daher ist eine stärkere Einbindung von privatem Kapital und Know-how erforderlich. Die Frage, ob dies in Form von langfristigen Konzessionen, Betreibermodellen, anderen PPP-Formen oder in direkter Auftragsvergabe zu praktizieren ist, sollte pragmatisch und nicht ideologisch beantwortet werden. Die Rahmenbedingungen sind je nach Land und Investitionsvorhaben so unterschiedlich, dass die Entscheidung vom Einzelfall abhängig gemacht werden sollte.

Public Private Partnerships sind kein Allheilmittel und führen nicht per se zum Erfolg. Allerdings sollten negative Erfahrungen aus der Vergangenheit nicht instrumentalisiert werden, um die Idee grundsätzlich in Frage zu stellen, dass bei einer Zusammenarbeit zwischen Privaten und Staat beide Seiten und auch die Bevölkerung profitieren können. Stattdessen sollte man aus den gemachten Fehlern lernen. Die Verantwortung für Erfolge, aber auch für Fehlentwicklungen sollten beide Seiten gleichermaßen tragen. Zu oft schiebt die Politik die Schuld für Misserfolge allein den Privaten zu, um von eigenen Versäumnissen abzulenken. So sind nach einer Beteiligung von privaten Unternehmen an der Wasserversorgung Preissteigerungen aufgrund höherer Investitionen nicht unüblich; diese führen zu größerer Versorgungssicherheit. Damit liegt die wirkliche Ursache für die höheren Preise aber häufig in den viel zu geringen Investitionen des Staates vor Beteiligung des Privaten.

### **Privatwirtschaft kann auch bei wirtschaftlich nicht tragfähigen Projekten helfen**

Höhere und verlässliche Wasserpreise sind wichtig, um Investitionen von privaten Unternehmen anzureizen. Aber selbst wenn höhere Wasserpreise politisch nicht durchsetzbar sind und ein eigenwirtschaftlich tragfähiges Modell dadurch verhindert wird, können Private dazu beitragen, die gesamten Kosten zu senken. So kann eine Ausschreibung derart ausgestaltet sein, dass das Unternehmen zum Zuge kommt, das einen klar definierten Leistungsumfang zu den niedrigsten Kosten oder mit dem geringsten Zuschussbedarf der öffentlichen Hand erstellen kann. Die Rendite eines privaten Investors kann sich auch aus Einsparungen finanzieren, die aus

<sup>21</sup> Etwa in der Form, dass ein gewisser Mindestverbrauch kostenfrei bleibt und erst ab einer höheren Wassernachfrage die Preise steigen.



seinem Investment resultieren. Wenn beispielsweise ein Unternehmen durch eine Investition in ein Pumpwerk die Energiekosten oder die Wasserverluste senkt, reduziert sich der Subventionsbedarf des öffentlichen Auftraggebers. Ein Teil des eingesparten Geldes fließt dann als Kapitaldienst an den privaten Investor – mit der Chance auf einen teilweise signifikanten internen Zinsfuß.

### ***Betätigungsfelder mit unterschiedlicher Komplexität***

Grundsätzlich können private Unternehmen dann relativ einfach und risikolos an den Chancen im Weltwassermarkt partizipieren, wenn die Komplexität des jeweiligen Geschäfts gering ist. Wenn also z.B. ein deutscher Maschinenbauer eine Pumpe an einen chinesischen Wasserversorger liefert, dann sind die Güter- und Finanzströme sowie die Anzahl der beteiligten Vertragspartner überschaubar und letztlich auch die Risiken gut zu kalkulieren. Bau und Betrieb einer Kläranlage oder einer Entsalzungsanlage sind bereits deutlich diffiziler. Leistungsspektrum und Vertragslaufzeit steigen; die Finanzströme dürften sich über einen längeren Zeitraum verteilen, weshalb stabile politische Rahmenbedingungen wichtig sind.

### **Viele Risiken**

Möchte eine Stadt den Betrieb ihrer kompletten Wasserversorgung und Abwasserentsorgung für einen gewissen Zeitraum an ein privates Unternehmen übertragen, steigt die Komplexität. Dies gilt besonders dann, wenn das Unternehmen nicht nur den Betrieb einer bestehenden Infrastruktur übernimmt, sondern diese weiter ausbauen soll. Dann kann ein Leistungsvertrag vom Tiefbau bis zur Abrechnung des Wasserverbrauchs die komplette Wertschöpfungskette umfassen. Nur wenige Unternehmen sind in der Lage, solche Angebote aus einer Hand abzugeben. Daher bieten sich Kooperationen an. Bei derartigen Geschäften sind die Risiken natürlich beträchtlich. Sie resultieren nicht nur aus der langen Laufzeit und etwaigen Unsicherheiten über die Stabilität der politischen Rahmenbedingungen. Es ist zudem sehr viel schwieriger abzuschätzen, wer für die notwendigen Investitionen zahlen wird. Sind die Wasserpreise aus politischen Gründen dauerhaft niedrig? Ist die Zahlungsfähigkeit und -bereitschaft der Bevölkerung ausreichend? Können Abrechnungssysteme umgangen werden? Wer haftet für etwaige Inkasso-Probleme? Diese und andere Fragen werden nicht nur beteiligte Unternehmen beantworten müssen, sondern sie sind natürlich auch für Banken und Versicherungen relevant, die bei solchen Projekten als Partner fungieren und ebenfalls Risiken tragen.

### ***Welche Technologien sind gefragt?***

### **Bandbreite der Wassertechnologien sehr groß**

Für Hersteller von Technologien rund um die Wasserwirtschaft besteht in den nächsten Jahrzehnten enormes Absatzpotenzial – im Inland und noch viel mehr im Ausland. Die Bandbreite der benötigten Technologien ist groß. Die Nachfrage nach effizienten Bewässerungstechnologien, Meerwasserentsalzungs- und Kläranlagen, technischen Ausrüstungen (z.B. Pumpen, Kompressoren, Armaturen), Filteranlagen oder Desinfektionsverfahren (z.B. Ozonung oder Einsatz von UV-Licht) sowie effizienten sanitären Einrichtungen dürfte besonders stark zulegen. Deutsche Unternehmen haben in vielen dieser Segmente gute Chancen und zählen technologisch zur Weltspitze. Um umfangreiche Angebote aus einer Hand abgeben zu können, bieten sich Kooperationen über die Wertschöpfungskette der Wasserwirtschaft und natürlich auch über Ländergrenzen hinweg an (z.B. Zusammenarbeit von Unternehmen aus den Bereichen Tiefbau, Rohrleitungsbau und Maschinenbau).

**DBR-Scoring-Modell ...****Reiche Länder in trockenen Gebieten attraktiv für Investitionen**

Für Unternehmen aus der Wasserbranche stellt sich natürlich die Frage, welche Märkte für ein Engagement besonders attraktiv sein könnten. Es geht also eher darum, wo Märkte für private Lösungen existieren und weniger um jene Länder, in denen die humanitären Probleme aufgrund von Wassermangel zwar gravierend sind, wo marktwirtschaftliche Lösungen aber derzeit noch unwahrscheinlich sind. Wir haben mithilfe eines Scoring-Modells 78 Länder hinsichtlich elf Kriterien untersucht, um bei der Antwort auf diese Frage eine Hilfestellung zu geben. Für diese Länder lagen die benötigten Daten vor; zudem haben wir einige sehr kleine Volkswirtschaften wegen der geringen ökonomischen Relevanz ausgeschlossen.

Die elf Beurteilungskriterien sind:

- die Bevölkerungszahl sowie die durchschnittliche Wachstumsrate der Bevölkerungszahl im Zeitraum 2000 bis 2050 als Indikatoren für die Größe und das erwartete Wachstum eines Marktes;
- das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf sowie die Staatsverschuldung<sup>22</sup> eines Landes als Indikatoren für die Zahlungsfähigkeit der privaten Haushalte und des Staates; zudem kann man argumentieren, dass in Staaten mit hohem BIP pro Kopf ein relativ großer Renovierungs- und Modernisierungsbedarf in der Wasserinfrastruktur besteht, da diese in den reichen Ländern bereits vor Jahrzehnten erstellt wurde (Daten über den Zustand der bestehenden Infrastruktur sind nicht vorhanden);
- die erneuerbaren Wasserressourcen pro Kopf sowie das Verhältnis von Wasserentnahme zu Wasserressourcen als Indikatoren für den Wasserstress in einem Land;
- der Anschlussgrad der Bevölkerung an die öffentliche Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung als Indikatoren für den Investitionsbedarf;
- der Corruption Perception Index (CPI) von Transparency International sowie der Index über den Schutz von Eigentumsrechten und den Index über das Anspruchsniveau der Finanzmärkte des World Economic Forums als Indikatoren für politische Stabilität und die Reife der lokalen Finanzmärkte.

**... basiert auf elf Einflussgrößen**

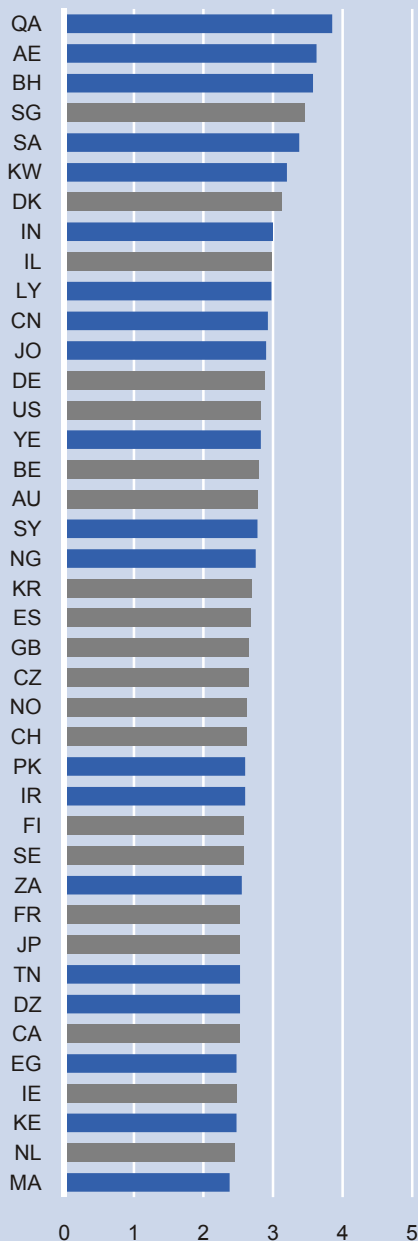
Auf diese Kriterien haben wir einen Scoring-Algorithmus angewendet. Wir haben die Werte in fünf gleich große Intervalle eingeteilt. Das Land mit dem schlechtesten Wert erhält einen Wert von 1 für den jeweiligen Einflussfaktor. Und das Land mit dem besten Wert bekommt mit einer 5 die höchste Punktzahl.<sup>23</sup> Zwischen den beiden Extremwerten haben wir fünf gleich große Intervalle gebildet. Die Scoring-Punkte haben wir für die einzelnen Kriterien unterschiedlich gewichtet und letztlich addiert. Die Länder mit den höchsten Werten sind in der nebenstehenden Grafik dargestellt. Das Ergebnis zeigt uns, dass mit Katar, den Vereinigten Arabischen Emiraten und Bah-

<sup>22</sup> Bei der Staatsverschuldung verfügen wir nicht über eine einheitliche Quelle, was die Vergleichbarkeit der Daten einschränkt. Wir haben eine hohe Staatsverschuldung als negatives Kriterium in unsere Untersuchung aufgenommen. Denn der Großteil der Investitionen wird vorerst wohl weiterhin vom Staat zu tragen sein. Man könnte natürlich auch argumentieren, dass bei einer hohen Staatsverschuldung der Druck größer ist, private Unternehmen in die Wasserwirtschaft einzubinden. Aus unserer Sicht ist das erste Argument jedoch bedeutender.

<sup>23</sup> Bei einigen Kriterien (z.B. Bevölkerungszahl, erneuerbare Wasserressourcen pro Kopf und Verhältnis von Wasserentnahme zu erneuerbaren Wasserressourcen) haben wir die Obergrenze des Intervalls unterhalb des eigentlichen Maximalwerts abgeschnitten (z.B. bei der Bevölkerungszahl bei 600 Mio.). Ansonsten wäre der Abstand zwischen den Ländern mit den höchsten Werten (im Bevölkerungsbeispiel China und Indien) und dem Rest der Welt ungerechtfertigt groß geworden.



### Attraktive Länder für Investitionen in Wasserwirtschaft Scoring-Punkte basierend auf DBR-Scoring-Modell\*



\* Maximalpunktzahl: 5  
Industrieländer mit grauen Balken

Quelle: DB Research

9

rain drei reiche Länder die Spitzenplätze einnehmen, die zudem in sehr trockenen Gebieten der Welt liegen und politisch relativ stabil sind. Mit Saudi-Arabien und Kuwait befinden sich zwei weitere Länder in den Top 10, die diese Kriterien erfüllen. Unter den 20 am besten platzierten Ländern befinden sich mit Deutschland und den USA auch zwei große Industrieländer und mit Indien und China die bevölkerungsreichsten Nationen der Erde. Letztere haben zudem eine geringe Standardabweichung über alle elf Kriterien, was für eine gewisse Robustheit des Ergebnisses spricht.

#### Grenzen unseres Modells

Natürlich hat dieses Scoring-Modell Grenzen. Es ist nur ein erster Schritt, der lediglich als Orientierung bei der Wahl von potenziell lukrativen Märkten dienen kann. So berücksichtigt das Scoring-Modell nicht, dass die Anforderungen und Bedürfnisse der einzelnen Länder sehr unterschiedlich sind. Ein einheitliches Scoring kann dieser Heterogenität nur unzureichend gerecht werden. Beispielsweise benötigen Industrieländer teure Modernisierung, Entwicklungsländer jedoch kostengünstige Neuinstallationen. Daher ist es auch nicht überraschend, dass viele Länder in unserem Scoring eine hohe Standardabweichung über die gewählten Kriterien aufweisen, d.h. bei einigen Kriterien sehr gut, bei anderen aber eher schlecht abschneiden. Dies macht einen genaueren Blick auf das jeweilige Investitionsvorhaben notwendig.

Darüber hinaus ist die Liste der Einflussfaktoren nicht vollständig; so ist die Qualität der politischen Beziehungen zwischen den beteiligten Ländern bei Investitionen in der Wasserwirtschaft sehr wichtig. Ferner können für einzelne Unternehmen oder Investitionsvorhaben die Gewichte für die unterschiedlichen Kriterien von unserer Wahl abweichen: Für ein Unternehmen, das die Wasserversorgung einer Stadt übernehmen will, ist die politische Stabilität eines Landes wichtiger als für ein Unternehmen, das lediglich eine Filteranlage an einen Kunden im gleichen Land verkaufen will; dies gilt es stets individuell zu prüfen. Letztlich gibt es immer auch interessante Investitionsprojekte in jenen Ländern, die in unserem Scoring-Modell die hinteren Plätze belegen oder aus Datengründen erst gar nicht berücksichtigt wurden. Weitere Informationen über die Standorte müssen daher in jedem Fall eingeholt werden.

#### 6. Schlussbetrachtung

Unsere Studie hat die großen Herausforderungen, aber auch die enormen Chancen aufgezeigt, die den globalen Wassermarkt kennzeichnen. Keines der genannten Probleme kann innerhalb weniger Jahre beseitigt werden. Umso wichtiger ist es aber, dass die Regierungen die anstehenden Aufgaben rasch und entschlossen angehen, denn der Wasserstress wird in vielen Ländern zunehmen. Hierfür werden enorme finanzielle Ressourcen benötigt, die der Staat wohl selbst dann nicht alleine aufbringen kann, wenn es ihm gelingen sollte, die Wasserpreise in den nächsten Jahren zu erhöhen. Zwar gibt es viele Ressentiments gegenüber dem Engagement von privaten Firmen in der Wasserwirtschaft. Aber die öffentliche Hand wird nicht alle Herausforderungen im Alleingang bewältigen können. Daher halten wir es für sinnvoll, dass Staat und Privatwirtschaft häufiger eng zusammenarbeiten.

Eric Heymann (+49 69 910-31730, [eric.heyman@db.com](mailto:eric.heyman@db.com))

Deirdre Lizio, Stipendiatin der Robert Bosch Stiftung

Markus Siehlow, TU Dresden ([markus.siehlow@mailbox.tu-dresden.de](mailto:markus.siehlow@mailbox.tu-dresden.de))

## Ausgewählte Literatur

- Auer, Josef et al. (2008). Infrastruktur Indien: 450 Mrd. Gründe, jetzt zu investieren. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 410. Frankfurt am Main.
- Cartwright, Anton et al. (2009). Understanding water risks. A primer on the consequences of water scarcity for government and business. WWF Water Security Series 4. Godalming.
- DB Climate Change Advisors (2009). Investing in agriculture: far-reaching challenge, significant opportunity. London, New York.
- Ebrahimi, Nava (2009). Klare Geschäftsideen. In Markets – Das Servicemagazin für Außenwirtschaft 6/09. Köln.
- FAO (2008). Water and the rural poor. Interventions for improving livelihoods in Sub-Saharan Africa. Rom.
- FAO (2007). Irrigation management transfer. Worldwide efforts and results. Rom.
- FAO (2004). Water charging in irrigated agriculture. An analysis of international experience. Rom.
- Grimm, Vera et al. (2008). Wasserknappheit & Technologie. Übersichtsstudie im Auftrag des VDI. Düsseldorf
- Heymann, Eric (2006). Umweltmarkt China: Von Großbaustelle zum Wachstumsmarkt. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 341. Frankfurt am Main.
- IBM (2009). Water. A Global Innovation Outlook Report.
- IPCC (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Genf.
- Just, Tobias (2008). Megacitys: Wachstum ohne Grenzen? Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 412. Frankfurt am Main.
- KPMG (2008). Delivering water infrastructure using private finance.
- Meran, Georg und Christian von Hirschhausen (2009). Increasing block tariffs in the water sector. A semi-welfarist approach. DIW Discussion Paper. Berlin
- OECD (2009). Managing water for all. An OECD perspective on pricing and financing. Paris.
- Pacific Institute (2009). Water scarcity and climate change: growing risks for businesses & investors. A Ceres Report. Oakland.
- Schaffnit-Chatterjee, Claire (2009). Lebensmittel – Eine Welt voller Spannung. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 461. Frankfurt am Main.
- Scheele, Ulrich (2010). Wasser zwischen Wirtschaftsgut und Menschenrecht: Entwicklungspolitische Implikationen. In Aufderheide, Detlef und Martin Dabrowski (Hrsg.). Effizienz und Gerechtigkeit bei der Nutzung natürlicher Ressourcen. Wirtschaftsethische und moralökonomische Perspektiven der Rohstoff-, Energie- und Wasserwirtschaft. Berlin (im Erscheinen).
- Schröter, Enikö (2007). Bewässerungslandwirtschaft und Landschaftsdegradation im Mittelmeerraum. GRIN-Verlag. München, Ravensburg.
- United Nations (2009). Water in a changing world. London, Paris.
- United Nations (2009). The Millennium Development Goals Report 2009. New York.
- United Nations Environment Programme (2007). Global Environment Outlook 4. Nairobi.

VDMA (2009). Wasser – Eine globale Herausforderung. Deutsche Technologien für Nachhaltigkeit. Frankfurt am Main.

Weltbank (2006). The challenge of reducing non-revenue water (NRW) in developing countries. Washington.

World Business Council for Sustainable Development (2009). Facts and trends. Water. Version 2. Genf.

WHO (2008). Safer water, better health. Costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health. Genf.

Licht bei der Arbeit: Licht als Werkzeug in der Fertigung und wie es Energie macht Nr. 475 .....	11. Februar 2010
Indien – Trends in der Unternehmensfinanzierung Nr. 474 .....	1. Februar 2010
Obamas Reformen: Gesundheit, Alter, Klima und Infrastruktur Nr. 473 .....	3. Februar 2010
Telemedizin verbessert Patientenversorgung Nr. 472 .....	27. Januar 2010
Konjunkturausblick 2010: Positive Signale für die deutsche Wirtschaft Nr. 471 .....	21. Januar 2010
Brasilien 2020: Wirtschaftspolitische und politische Szenarien – ein Update Nr. 470 .....	20. Januar 2010
Rente nach der Krise: Kapitalgedeckte Vorsorge unverzichtbar Nr. 469 .....	29. Dezember 2009
Asiens aufstrebende Mittelschicht: Eine Bevölkerungsgruppe mit wachsender Bedeutung Nr. 468 .....	22. Dezember 2009

Unsere Publikationen finden Sie kostenfrei auf unserer Internetseite [www.dbresearch.de](http://www.dbresearch.de)  
Dort können Sie sich auch als regelmäßiger Empfänger unserer Publikationen per E-Mail eintragen.

## Für die Print-Version wenden Sie sich bitte an:

Deutsche Bank Research  
Marketing  
60262 Frankfurt am Main  
Fax: +49 69 910-31877  
E-Mail: [marketing.dbr@db.com](mailto:marketing.dbr@db.com)

© Copyright 2010. Deutsche Bank AG, DB Research, D-60262 Frankfurt am Main, Deutschland. Alle Rechte vorbehalten. Bei Zitaten wird um Quellenangabe „Deutsche Bank Research“ gebeten.  
Die vorstehenden Angaben stellen keine Anlage-, Rechts- oder Steuerberatung dar. Alle Meinungsäußerungen geben die aktuelle Einschätzung des Verfassers wieder, die nicht notwendigerweise der Meinung der Deutsche Bank AG oder ihrer assoziierten Unternehmen entspricht. Alle Meinungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Meinungen können von Einschätzungen abweichen, die in anderen von der Deutsche Bank veröffentlichten Dokumenten, einschließlich Research-Veröffentlichungen, vertreten werden. Die vorstehenden Angaben werden nur zu Informationszwecken und ohne vertragliche oder sonstige Verpflichtung zur Verfügung gestellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Angemessenheit der vorstehenden Angaben oder Einschätzungen wird keine Gewähr übernommen.  
In Deutschland wird dieser Bericht von Deutsche Bank AG Frankfurt genehmigt und/oder verbreitet, die über eine Erlaubnis der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht verfügt. Im Vereinigten Königreich wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG London, Mitglied der London Stock Exchange, genehmigt und/oder verbreitet, die in Bezug auf Anlagegeschäfte im Vereinigten Königreich der Aufsicht der Financial Services Authority unterliegt. In Hongkong wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Hong Kong Branch, in Korea durch Deutsche Securities Korea Co. und in Singapur durch Deutsche Bank AG, Singapore Branch, verbreitet. In Japan wird dieser Bericht durch Deutsche Securities Limited, Tokyo Branch, genehmigt und/oder verbreitet. In Australien sollten Privatkunden eine Kopie der betreffenden Produktinformation (Product Disclosure Statement oder PDS) zu jeglichem in diesem Bericht erwähnten Finanzinstrument beziehen und dieses PDS berücksichtigen, bevor sie eine Anlageentscheidung treffen.  
Druck: HST Offsetdruck Schadt & Tetzlaff GbR, Dieburg