

DER WASSERSEKTOR IN DER KRISE?

DIE AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DIE
WASSERVERSORGUNG IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN

Till Rockenbach und Sven Harmeling



Zusammenfassung

Global gesehen befinden sich viele Regionen der Welt, insbesondere in Entwicklungsländern, auf dem Weg in eine ernsthafte Wasserkrise – trotz Fortschritten auf dem Weg zur Erreichung der wasserbezogenen Millennium-Entwicklungsziele (MDGs). Eine ausreichende und saubere Wasserversorgung könnte aufgrund der positiven Effekte auf andere MDG-Bereiche, wie z. B. die Gesundheit von Frauen und Kindern, zur Armutsbekämpfung beitragen. Doch durch den weltweiten Klimawandel droht die bereits existierende Wasserkrise in vielen Regionen sogar noch verschärft zu werden.

Dieses Hintergrundpapier untersucht daher die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wassersituation in Entwicklungsländern, die sich je nach erwartetem Temperaturanstieg unterscheiden. Es identifiziert Handlungsmöglichkeiten, um der Wasserkrise unter Einbezug des Klimawandels langfristig entgegenzutreten. Das Ziel muss eine insgesamt nachhaltigere und effizientere Wassernutzung sein, die allerdings nur durch ein breites Maßnahmenbündel erreicht werden kann. Dazu gehören institutionelle, strukturelle und ökonomische Reformen in Entwicklungsländern, gerade aber auch die systematische Analyse und Anwendung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.

Impressum

Autoren:

Till Rockenbach und Sven Harmeling

Redaktion:

Katrin Fillies

Herausgeber:

Germanwatch e.V.

Büro Bonn

Dr. Werner-Schuster-Haus

Kaiserstr. 201

D-53113 Bonn

Telefon +49 (0)228/60492-0, Fax -19

Internet: www.germanwatch.org

E-Mail: info@germanwatch.org

Büro Berlin

Voßstr. 1

D-10117 Berlin

Telefon +49 (0)30/288 8356-0, Fax -1

Bestellnr.: 07-2-22

ISBN 978-3-939846-76-5

Dezember 2007

Diese Publikation kann im Internet abgerufen werden unter:

www.germanwatch.org/klima/wass07.htm

Diese Publikation ist mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) entstanden. Für den Inhalt sind alleine Germanwatch und die Autoren verantwortlich.

Inhalt

1	Der Wassersektor in der Krise?	4
1.1	Globale Wasserverfügbarkeit und Wasserverbrauch.....	7
2	Klimawandel und Krisenpotenzial.....	11
2.1	Allgemeine Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen ...	11
2.2	Klimabedingtes Krisenpotenzial.....	13
3	Auswirkungen des Klimawandels auf Entwicklungsländer	16
3.1	Auswirkungen in Afrika	17
3.1.1	Nördliches Afrika	18
3.1.2	Sahelzone.....	19
3.1.3	Südliches Afrika	20
3.2	Auswirkungen in Asien	21
3.2.1	Zentralasien	22
3.2.2	Südasien (Indien, Pakistan und Bangladesch).....	23
3.2.3	China	25
3.3	Auswirkungen in Lateinamerika	26
3.3.1	Andenregion	27
3.3.2	Amazonien.....	28
3.3.3	Karibik und Golf von Mexiko	29
4	Handlungsmöglichkeiten	30
4.1	Produktivität steigern.....	30
4.2	Effizienzsteigerung.....	31
4.3	Institutionelle Handlungsfähigkeit stärken.....	32
4.3.1	Integrative und grenzübergreifende Managementansätze	32
4.3.2	Strukturreformen im Wassersektor.....	34
4.4	Anpassung an den Klimawandel	37
4.4.1	Nationale Aktionsprogramme zur Anpassung (NAPAs).....	39
4.4.2	Versicherungssysteme	40
4.4.3	Traditionelles Wissen und Landnutzung	41
5	Herausforderungen: Die Krise vermeiden, den Wassersektor fit für den Klimawandel machen	43
6	Literatur	45
6.1	Germanwatch-Publikationen zum Thema	45
6.2	Im Text zitierte Quellen.....	45

1 Der Wassersektor in der Krise?

Wasser ist unersetzlich für alle Formen des Lebens auf der Erde. Es bildet Landschaften und seine jahreszeitliche Verfügbarkeit prägt Flora und Fauna.¹ Saubere Wasserreserven sind sowohl Grundlage intakter Ökosysteme als auch der menschlichen Entwicklung.² Während es den Industrieländern im Überfluss zur Verfügung steht, befinden sich viele Regionen der Welt auf dem Weg in eine ernsthafte Wasserkrise. Das ist eine unbeliebte Einsicht, die sich in immer regelmäßigeren Abständen – jüngst durch die Krise der Wasserversorgung in Spanien – in das Bewusstsein der Öffentlichkeit ruft. Dabei warnen Wissenschaftler und Experten der Entwicklungszusammenarbeit vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels seit geraumer Zeit vor einer sich anbahnenden „Weltwasserkrise“ und deren Auswirkung auf die Entwicklungsperspektive von Entwicklungsländern. Auch die internationale Rechtsentwicklung schreitet voran: Im Jahr 2003 wurde der Zugang zu Wasser vom UN-Komitee für wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte zum Menschenrecht erklärt.³ 2005 wurde von den Vereinten Nationen die UN-Dekade für Wasser ausgerufen, um auf die Bedeutung von Wasser für die globale Entwicklung aufmerksam zu machen.

In diesem Hintergrundpapier sollen die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit in Entwicklungsländern dargestellt und mögliche Brennpunkte aufgezeigt werden. Darauf aufbauend werden Handlungsmöglichkeiten der Entwicklungszusammenarbeit diskutiert, die helfen können, eine Krise im Wassersektor zu vermeiden. Kapitel 3 gibt einen Überblick über die wahrscheinlichsten Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklungsländer sowie sie dringlichsten Maßnahmen. Es erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auf regionale Besonderheiten kann angesichts der globalen Perspektive in diesem Hintergrundpapier nicht eingegangen werden.

Die Erfüllung der meisten Millennium-Entwicklungsziele zur Armutsbekämpfung (Millennium Development Goals, MDGs) ist ohne eine ausreichende Wasserversorgung nicht denkbar. Entwicklungen im Wassersektor sind Voraussetzungen für die Erreichung aller MDGs (siehe Tabelle 1). Dennoch spielt Wasser in der Formulierung der Ziele nur eine untergeordnete Rolle. Lediglich MDG7 („Sicherung der ökologischen Nachhaltigkeit“) beinhaltet das Unterziel, den Anteil der Stadt- und der Landbevölkerung ohne Zugang zu sauberem Trinkwasser und sanitären Einrichtungen bis 2015 zu halbieren. Dies würde bedeuten, dass im Zeitraum von 2005 bis 2015 ungefähr 1,6 Milliarden Menschen weltweit Zugang zu sanitären Einrichtungen erhalten müssten. Wenn sich allerdings der seit 1990 beobachtete Trend fortsetzt, muss man davon ausgehen, dass das Ziel um rund 600 Millionen Menschen verfehlt werden wird.⁴ Eine Übersicht über den Bevölkerungsanteil mit Zugang zu verbesserten sanitären Einrichtungen nach Region gibt Abbildung 1.

¹ Kunstmann 2007

² UN-Water 2007a

³ WHO 2003a

⁴ United Nations 2007

Tabelle 1: Potenzieller Beitrag des Wassersektors zur Erreichung der MDGs

Ziel	Beitrag des Wassersektors
1. Beseitigung von extremer Armut und Hunger	Verbesserung der Ernährungs- und Einkommenssituation durch den Einsatz von Wasser in der Landwirtschaft und im Gewerbe.
2. Verwirklichung der allgemeinen Primarschulbildung	Erhöhung der Anwesenheitsquote, da durch einen Wasseranschluss in der Schule zeitintensive private Wassertransporte entfallen. Zusätzlich wird die gesundheitliche Situation der Schulkinder verbessert.
3. Förderung der Gleichheit der Geschlechter und Stärkung der Rolle der Frau	Verbesserung der Lebensbedingungen der überdurchschnittlich stark von Armut betroffenen Frauen, Stärkung der Frau im Haushalt durch verbesserte Produktionsbedingungen in der Landwirtschaft und Zeitersparnis bzw. Möglichkeit zu alternativem Einkommenserwerb.
4. Senkung der Kindersterblichkeit	Beseitigung der Hauptursachen für Schwangerschaftskrankheiten und Kindersterblichkeit, Verbesserung der allgemeinen Lebensbedingungen durch verbesserte Hygiene.
5. Verbesserung der Gesundheit von Müttern	
6. Bekämpfung von HIV/AIDS, Malaria und anderen Krankheiten	Verbesserung der Situation von durch HIV/AIDS infizierten Haushalten durch verbesserte Hygiene. Eindämmung von Krankheiten, die sich über das Wasser verbreiten. (Bei funktionierender Wasserversorgung können offene Wasserflächen reduziert werden, über die sich z. B. Malaria-Mücken vermehren).
7. Sicherung der ökologischen Nachhaltigkeit	Erhalt und Sicherung natürlicher Wasserressourcen durch integratives Wassermanagement.
8. Aufbau einer weltweiten Entwicklungspartnerschaft	Erhöhung der Wirksamkeit von Hilfsprojekten.

Quelle: Eigene Zusammenstellung

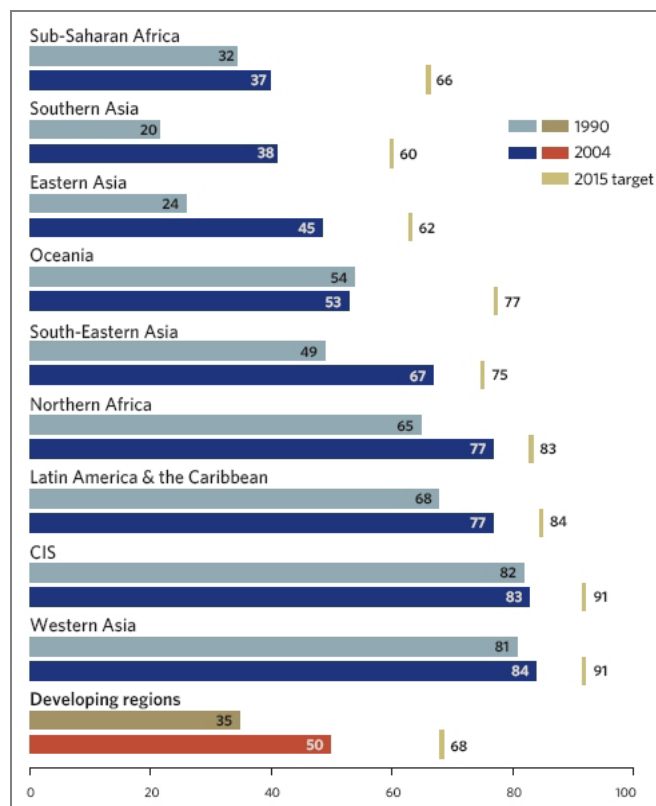


Abbildung 1: Bevölkerungsanteil, der Zugang zu verbesserten sanitären Einrichtungen hat, und Abstand zur Zielerreichung, für 1990 und 2004

Quelle: The Millennium Development Goals Report, UN 2007

In Tabelle 2 werden die wichtigsten Probleme im Wassersektor zusammengefasst. Neben fehlendem Zugang zu Trinkwasser und verbesserten sanitären Einrichtungen sind es vor allem das anhaltende Bevölkerungswachstum und der Wandel im Lebensstil, die den Druck auf die Wasserressourcen global gesehen anwachsen lassen. In vielen Regionen stößt die Wassernutzung bereits an ihre ökologischen und ökonomischen Grenzen. In über 30 Ländern besteht akuter Wassermangel. Experten befürchten eine bevorstehende Weltwasserkrise. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Frage an Gewicht, wie der globale Klimawandel sich auf die ohnehin schon prekäre Lage der Wasserressourcen auswirken wird und wie mögliche Gegenmaßnahmen – vor allem, aber nicht nur – in vielen Entwicklungsländern aussehen können.

Tabelle 2: Bestehende Probleme im Wassersektor weltweit

Kein Zugang zu sauberem Trinkwasser	Rund 1,2 Milliarden Menschen haben keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Mehr als 2 Milliarden Menschen fehlt ein Abwassersystem. 95 Prozent aller Abwässer aus Industrie und Landwirtschaft fließen ungeklärt in Seen und Flüsse. Ohne sauberes Wasser starben im Jahr 2000 über 2 Millionen Menschen an Krankheiten wie Malaria und Durchfall. Weltweit gehen jährlich 450 Millionen Schultage durch lange Transportwege zu entfernten Wasserquellen verloren. ⁵
Fehlender Zugang zu sanitären Einrichtungen	Zwei von fünf Menschen haben immer noch keinen Zugang zu sanitären Einrichtungen. ⁶ Bei anhaltendem Trend würden 2015 eine halbe Milliarde Menschen weniger als gefordert Zugang zu sanitären Einrichtungen haben.
Ungleicher Zugang	Der Zugang zu Wasser ist, gemessen am weltweit verfügbaren Oberflächenabfluss, extrem ungleich verteilt. Im Jahr 2000 hatten allein 15 Prozent der Weltbevölkerung Zugang zu mehr als 50 Prozent des global zur Verfügung stehenden Oberflächenabflusses. ⁷
Wassermangel	In mehr als 30 Ländern der Erde sind die Menschen derzeit von Wassermangel bedroht. Weltweit steigt die Zahl der Regionen, die unter Wassermangel leiden. Mehr als ein Fünftel der Weltbevölkerung lebt in Gebieten mit unzureichenden Wasserressourcen. Ungefähr 1,6 Milliarden Menschen leben in wasserarmen Gebieten, in denen aufgrund ineffizienter Strukturen eine ausreichende Wasserversorgung nicht gewährleistet werden kann. ⁸
Steigender Druck auf Wasserreserven	Jedes Jahr wird weltweit mehr Grundwasser entnommen, als durch Niederschläge wieder aufgefüllt werden kann. Vor allem in den Entwicklungsländern hat das Bevölkerungswachstum und vor allem der Wandel in den Lebensstilen sowie die Wirtschaftsentwicklung den Druck auf die bereits begrenzten Wasserressourcen verstärkt.
Klimawandel	Bedingt durch den Klimawandel wird in Zukunft die Wasserverfügbarkeit in Gebieten, die heute schon unter Wassermangel leiden, voraussichtlich weiter abnehmen. Naturkatastrophen wie extreme Dürren oder Fluten und der Anstieg des Meeresspiegels werden die Existenz von Millionen von Menschen bedrohen. ⁹ Betroffen sind vor allem die Länder, die ungünstige natürliche Rahmenbedingungen und ein geringes gesellschaftliches Anpassungspotenzial bzw. hohe Verwundbarkeit gegenüber ökologischen Veränderungen aufweisen.

Quelle: Eigene Zusammenstellung

⁵ Atlas Globalisierung 2007

⁶ UN-Water 2007a

⁷ UNESCO 2006

⁸ IWMI 2007

⁹ IPCC 2007b (Kundzewicz et al. 2007)

1.1 Globale Wasserverfügbarkeit und Wasserverbrauch

Terrestrische Niederschläge belaufen sich jährlich auf ein Gesamtvolumen von 110.000 km³. Das entspricht einem Würfel mit einer Kantenlänge von etwa 48 km. Davon verdunsten ca. 50.000 km³ über natürliche Vegetation und Boden sowie 18.000 km³ über landwirtschaftliche Flächen. Die restlichen 42.000 km³ bilden den Oberflächenabfluss, wovon ca. 13.000 km³ für den Menschen zugänglich sind (Würfel mit Kantenlänge von 23 km). 800 km³ werden zusätzlich aus Grundwasserspeichern entnommen.

Ein Viertel dieser Entnahmen ist nicht nachhaltig, übersteigt also die Neubildungsrate. Zusammen mit dem Wasser aus der Bewässerungswirtschaft (2000 km³) beläuft sich die Verdunstung landwirtschaftlicher Flächen auf fast die Hälfte der Verdunstungsmenge natürlicher Ökosysteme. Bereits ein Drittel aller zugänglichen erneuerbaren Wasserreserven werden genutzt. Die globale Wasserentnahme aus Oberflächen- und Grundwasser durch den Menschen beläuft sich derzeit auf 4.200 km³¹⁰ (Würfel mit 16 km Kantenlänge). Davon werden insgesamt 70 Prozent (2700 km³) in der Landwirtschaft verwendet, 20 Prozent der globalen Wasserentnahme finden in der Industrie Verwendung, weitere 10 Prozent werden in Städten und in Haushalten verbraucht.¹¹

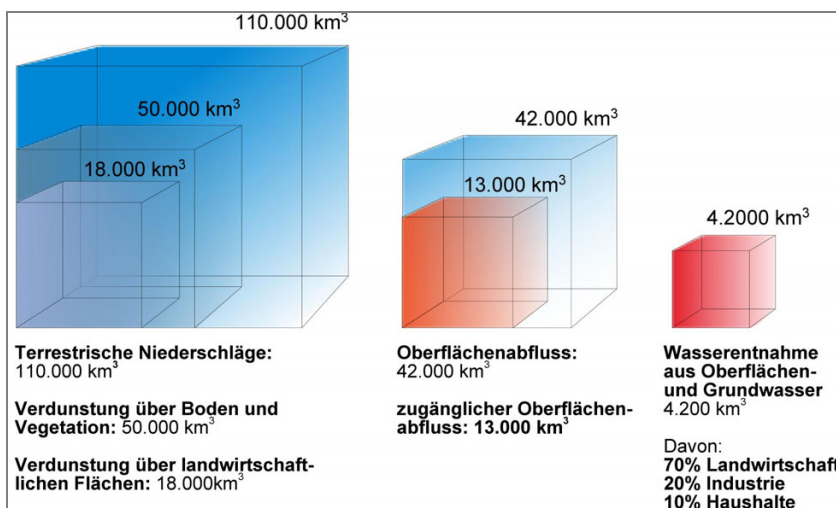


Abbildung 2: Globale Wasserverfügbarkeit und Wasserentnahme in Mengen

Quelle: Nach Kunstmann 2007 / IWMI 2007

Vor dem Hintergrund des anhaltenden weltweiten Bevölkerungswachstums wird Wasser zu einem der limitierenden Faktoren für die Nahrungsmittelproduktion.¹² Im 20. Jahrhundert wuchs die Bevölkerung um das Dreifache, der Wasserverbrauch dagegen um das Sechsfache. Bis 2050 wird die Weltbevölkerung auf ca. 8 bis 9 Milliarden Menschen anwachsen. Zur Deckung des Tagesbedarfs an Kalorien werden ca. 3000 Liter Wasser benötigt (1 Liter/Kalorie), davon werden nur 2 bis 5 Liter zum Trinken benötigt.

Zur Deckung des aktuellen Nahrungsmittelbedarfs von 6,5 Milliarden Menschen wird jährlich eine Wassermenge benötigt, die einem Kanal von 10 m Tiefe, 100 m Breite und

¹⁰ Kunstmann 2007

¹¹ IWMI 2007

¹² International Food Policy Research Institute 2002

7,1 Millionen km Länge (180 mal der Erdumfang) entspricht.¹³ Um den Anteil der unterernährten Menschen bis 2015 weltweit um 50 Prozent zu senken, bedarf es einer Steigerung der für Nahrungsmittelproduktion eingesetzten Wassermenge um 50 Prozent und einer Steigerung der in der Bewässerungswirtschaft eingesetzten Wassermenge um das Eineinhalbfache.¹⁴ Die Landwirtschaft ist nicht nur der größte Wasserverbraucher, sie beeinflusst auch die Regeneration der Wasserressourcen. Im letzten Jahrhundert ging die Hälfte aller globalen Feuchtgebiete für ackerbauliche Zwecke verloren.¹⁵

Stärker als das Bevölkerungswachstum werden ökonomisches Wachstum und die Ausbreitung verbrauchsintensiver Lebensstile zu einem Anstieg des globalen Wasserverbrauchs führen. Wirtschaftliche Entwicklung und der Wechsel von traditioneller zu proteinreicher, an westlichen Standards orientierter Ernährungsweise, sorgen bereits heute für einen starken Anstieg des Wasserverbrauchs in Ländern wie China und Indien. Eine immer wichtigere Rolle wird in Zukunft der Energiesektor spielen. Der globale Energiebedarf könnte laut einer Prognose der Internationalen Energieagentur (IEA) bis 2030 um etwa 60 Prozent steigen und damit den Druck auf die Wasserreserven dramatisch erhöhen. Einen Überblick über den ermittelten und erwarteten Wasserverbrauch einzelner Sektoren von 1990 bis 2025 gibt Abbildung 3.

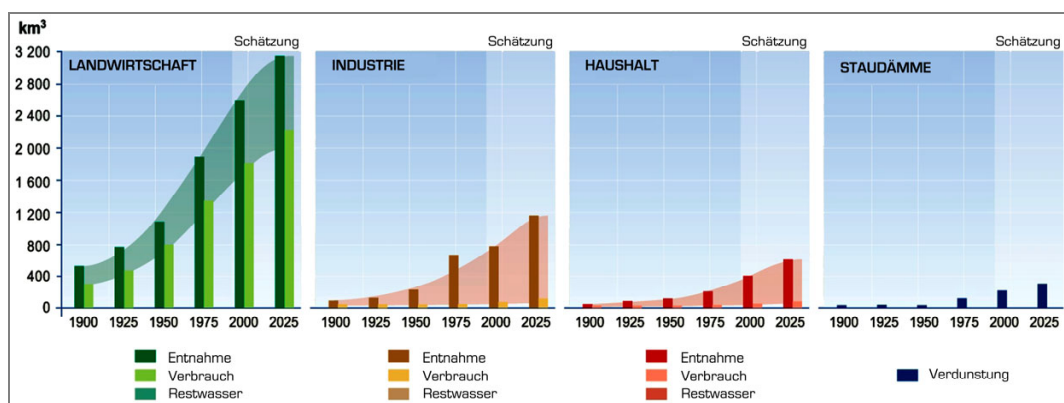


Abbildung 3: Globaler Wasserverbrauch nach Sektoren bis 1900-2025

Quelle: Verändert nach Shiklomanov, I.A./UNESCO 1999

Im Jahr 2000 entfielen 57 Prozent der globalen Entnahmen und 70 Prozent des globalen Verbrauchs auf Asien, wo die weltweit größten Flächen bewässert werden.¹⁶ Alarmierend ist die Aussage einer Studie des britischen Hadley Centre, dass am Ende des Jahrhunderts aufgrund zunehmender Trockenheit rund ein Drittel der weltweiten Landfläche nicht mehr für die Landwirtschaft nutzbar sein wird.¹⁷ Diese Zahl macht deutlich, dass zu recht immer öfter von einer möglichen „Weltwasserkrise“ gesprochen wird¹⁸ und dass der nachhaltige Umgang mit der Ressource eine der größten Herausforderungen der Gegenwart und der Zukunft ist.¹⁹

¹³ IWMI 2007

¹⁴ Paritätische Parlamentarische Versammlung AKP-EU 2006

¹⁵ Atlas Globalisierung 2007

¹⁶ UNEP 2002 <http://maps.grida.no/go/collection/vital-water-graphics>

¹⁷ McCharty 2006 in The Independent, 4. Oktober 2006, <http://www.independent.co.uk/environment/the-century-of-drought-418623.html>

¹⁸ World Water Council 2000

¹⁹ Kunstmann 2007

1.1.1 Formen der Wasserknappheit

Der vierte Sachstandbericht des UN-Klimawissenschaftlergremiums IPCC aus dem Jahre 2007 verwendet sowohl eine absolute als auch eine relative Definition, um eine Aussage über die Zahl der weltweit von Wasserknappheit betroffenen Menschen zu treffen. Absolut gesehen liegt Wasserknappheit („water stress“) vor, wenn pro Jahr und Kopf weniger als 1000 m³ Wasser zur Verfügung stehen.²⁰ Das Verhältnis von Gesamtwasserverbrauch (Industrie, Haushalt und Landwirtschaft) zum langjährigen Mittel des Oberflächenabflusses (Niederschlag – Evapotranspiration²¹) wird als „Relative Water Stress Index“ (RWSI) bezeichnet. Werte, die größer als 0,4 sind, stehen für Wasserknappheit.²² Betroffene Gebiete liegen hauptsächlich in Afrika, dem Mittelmeerraum, dem Nahen Osten, Südasien, Nordchina, Australien, USA und in Teilen Südamerikas. Ökosysteme und Gesellschaften, die unter Wassermangel stehen, reagieren besonders sensibel auf Veränderungen – wie zum Beispiel abnehmender Niederschlag und erhöhte Variabilität der Niederschläge. Schätzungen zu Folge leben bereits heute 1,4 bis 2,1 Milliarden Menschen in diesen Gebieten.²³ Afrika ist mit 62 Prozent Deckung des Wasserbedarfs der mit Abstand am schlechtesten versorgte Kontinent. Mehr als die Hälfte der ländlichen und 15 Prozent der städtischen Gebiete haben überhaupt keinen Zugang zur Wasserinfrastruktur.²⁴

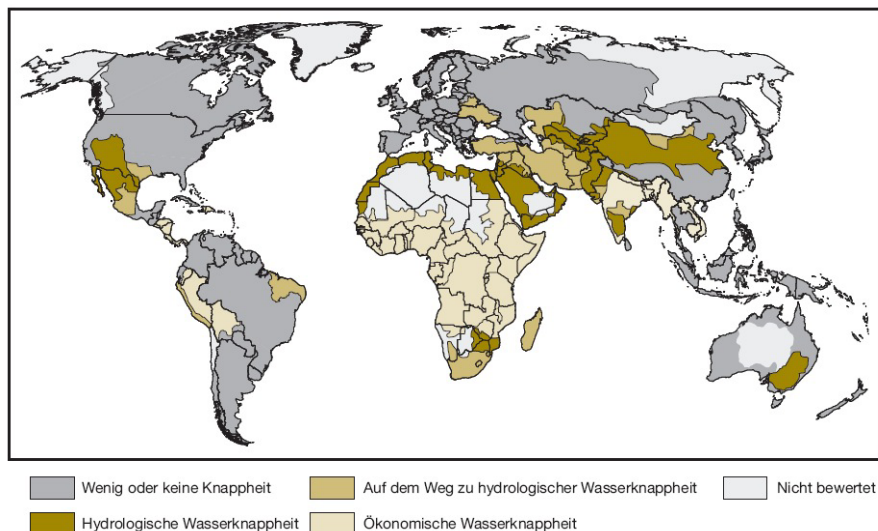


Abbildung 4: Verschiedene Formen der Wasserknappheit weltweit

Quelle: WBGU 2007

Die Vereinten Nationen verwenden ein umfassendes Konzept zur Definition von Wasserknappheit. Unter dem Begriff „water scarcity“ versteht man im Allgemeinen eine Situation, in der der aggregierte Effekt aller Nutzungen dazu führt, dass der Wasserbedarf aller Sektoren (Ökosysteme eingeschlossen) nicht mehr befriedigend erfüllt werden kann. Diese Situation kann durch einen absoluten Wassermangel, aber auch durch mangelnden

²⁰ IPCC 2007b (Kundzewicz et al. 2007)

²¹ Evapotranspiration: Verdunstung über Pflanzen (Evaporation) und Landoberfläche (Transpiration)

²² UNESCO 2006

²³ IPCC 2007b (Kundzewicz et al. 2007)

²⁴ Paritätische Parlamentarische Versammlung AKP-EU 2006

Zugang zu einer sicheren Wasserversorgung verursacht sein. Eingeschränkte Wasservorkommen, ungleiche Wasserverteilung und Bevölkerungswachstum sind wichtige Faktoren, die durch ungünstige soziale und ökonomische Rahmenbedingungen verschärft werden. Dazu zählen Fehlinvestitionen oder ausbleibende Investitionen, mangelnde Infrastruktur, ineffiziente Institutionen, Armut und fehlende Bildung.²⁵ Wasserknappheit ist in diesen Fällen ein politisches Problem. Man kann zwischen hydrologischer Wasserknappheit (physical scarcity) und ökonomischer Wasserknappheit (economic scarcity) unterscheiden (siehe Tabelle 3 und Abbildung 4).

Tabelle 3: Formen des Wassermangels

Wasserknappheit / „water stress“ (nach IPCC 2007)	Wasserverfügbarkeit pro Kopf und Jahr <1000m ³
„Relative water stress“ (nach IWRM 2007)	Verhältnis aus Gesamtwasserverbrauch zum langjährigem Mittel des Oberflächenabflusses >0,4
hydrologische Wasserknappheit (nach WBGU 2007)	Grenze der nachhaltigen Nutzung ist überschritten. Ursachen sind hoher Bevölkerungsdruck, Wasserverschmutzung oder nicht nachhaltige Wassernutzung. Als Symptome gelten Umweltdegradation, sinkende Grundwasserspiegel und ungleiche Wasserverteilung. ²⁶ Ein Fünftel der Weltbevölkerung, nicht notwendigerweise in ariden Gebieten, ist von physischem Wassermangel betroffen. ²⁷
Ökonomische Wasserknappheit (nach WBGU 2007)	Wasserressourcen sind ausreichend vorhanden, aber Zugang zu Wasser ist beschränkt, weil es an den nötigen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen mangelt. Symptome sind fehlende oder mangelhafte Infrastruktur, ineffiziente Institutionen und ungleiche Wasserverteilung. Weltweit sind 1,6 Milliarden Menschen betroffen, vor allem in armen und ländlichen Regionen, besonders in Sub-Sahara Afrika. ²⁸

Quelle: Eigene Zusammenstellung

²⁵ IWMI 2007

²⁶ ebds.

²⁷ WRI 2007

²⁸ UN-Water 2007

2 Klimawandel und Krisenpotenzial

Neben der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung ist der Klimawandel ein wichtiger Faktor, der auf die zukünftige Wasserverfügbarkeit Einfluss hat. Er verändert den gesamten globalen Wasserkreislauf, insbesondere die Niederschlagsmenge und –verteilung. Die Abschätzung der zukünftigen räumlichen und zeitlichen Verteilung der terrestrischen Wasserverfügbarkeit gehört daher zu den zentralen wissenschaftlichen Aufgaben des 21. Jahrhunderts.²⁹ Dies trifft insbesondere für klimasensitive Gebiete zu, in denen schon geringe Veränderungen der klimatischen Rahmenbedingungen zu großen regionalen Auswirkungen auf Niederschlag und Abfluss führen können.³⁰ Wenn Systeme des Wassermanagements, also der Verfügbarmachung, Bevorratung und Verteilung von Süßwasser, der Herausforderung der Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen nicht gerecht werden, können Krisen auftreten, die, wenn sie nicht durch friedliche Kooperation gelöst werden, das Potenzial zu gewaltsamen Auseinandersetzungen haben.

2.1 Allgemeine Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen

Im Folgenden sind die wichtigsten allgemeinen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit dargestellt: Regionale Auswirkungen können stark davon abweichen.

- **Zunehmende Niederschlagsmengen:** Der Anstieg der Globaltemperatur führt dazu, dass das Wasserhaltevermögen der Luft und der gasförmige Wassertransport von der Bodenoberfläche, Pflanzen- und Tierwelt in die Atmosphäre (Evapotranspiration) zunehmen.³¹ Das IPCC erwartet eine globale Zunahme der Niederschlagsmengen von 5 bis 20 Prozent, die regional sehr unterschiedlich – bis hin zu starken Abnahmen – verteilt sein werden³² (siehe Abbildung 5).
- **Zunehmende Niederschlagsdifferenzierung:** Regional gesehen wird sich der Klimawandel sehr differenziert auf die Wasserverfügbarkeit auswirken. Auf ca. 50 Prozent der Erdoberfläche (vor allem in den Mittleren Breiten und den feuchten Tropen) wird die Erwärmung der Atmosphäre zu höheren Niederschlagsmengen führen (siehe Abbildung 5). Der Klimawandel wird sich vor allem dort negativ auf die Wasserverfügbarkeit auswirken, wo heute schon Wasserknappheit herrscht (z. B. in den subtropischen Trockengebieten). In einstrahlungsstarken Gebieten könnte die Zunahme der

²⁹ WGBU 1997

³⁰ Kunstmann 2007

³¹ IPCC 2007b (Kundzewicz et al. 2007)

³² Arnell 2006b

Evapotranspiration die Zunahme steigender Niederschläge kompensieren und bei abnehmendem Niederschlag zu Trockenheit führen.³³

- **Zunehmende Variabilität des Niederschlags:** Selbst in den Gebieten, wo die insgesamt verfügbare Wassermenge konstant bleibt oder zunimmt, kann zunehmende Variabilität der Niederschläge zu Wassermangel führen.³⁴ Verstärkte Saisonalität und Variabilität im Niederschlag werden wahrscheinlich zur Zunahme von Extremereignissen wie Dürren und Fluten führen.³⁵ Die zunehmende Variabilität erschwert in vielen Fällen die Planung für Aussaat und Ernte.
- **Zunehmende Differenzierung des Oberflächenabflusses:** Veränderungen im Oberflächenabfluss sind Ergebnis der Variation der Saisonalität, des Volumens und der Intensität des Niederschlags, der Art des Niederschlags (Regen, Schnee) und dem Zeitpunkt der Schneeschmelze. Gletscherschmelze und zunehmender Niederschlag werden in globaler Perspektive mittelfristig zu einer Zunahme der Abflussmenge führen.³⁶ Allerdings wird die früher einsetzende Schmelze von Schnee und Eis zu einer Verschiebung der Abflussspitzen vom Sommer in den Frühling und zu abnehmenden Wassermengen in Sommer und Herbst führen.³⁷ Mit fortschreitendem Abschmelzen der Gletscher werden die Abflussmengen langfristig stark abnehmen oder gar versiegen. Davon betroffen sind ca. ein Sechstel der Weltbevölkerung in Gebieten, die in der Trockenzeit auf Schmelzwasser angewiesen sind.³⁸

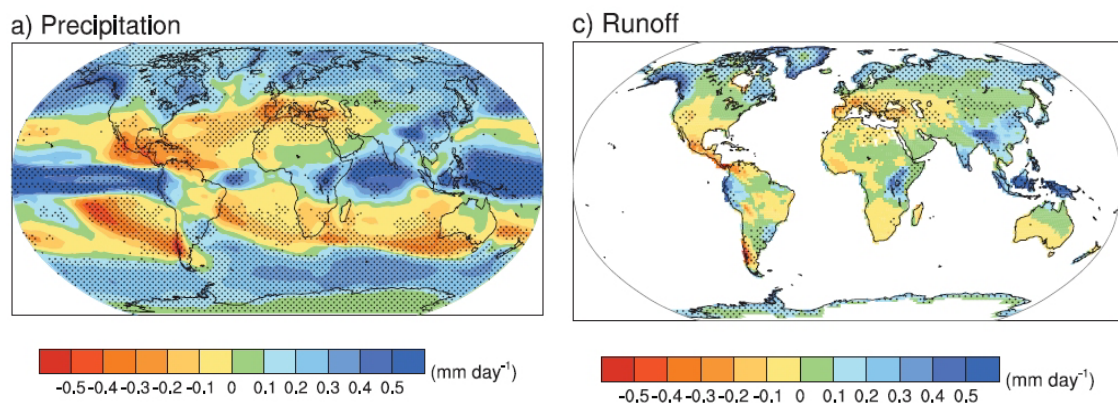


Abbildung 5: Modellierung des Niederschlags und Oberflächenabflusses weltweit zwischen 2080 und 2099, angegeben als Veränderungen gegenüber dem Mittel zwischen 1980 und 1999

Quelle: IPCC 2007a

³³ IPCC 2007b (Kundzewicz et al. 2007)

³⁴ WGBU 2007

³⁵ MA 2006

³⁶ ebds.

³⁷ IPCC 2007b (Kundzewicz et al. 2007)

³⁸ Jonch Clausen 2007

- **Abnehmende Wasserqualität:** Verstärkter Oberflächenabfluss und damit erhöhter Eintrag von Feststoffen, Schadstoffen und Nährstoffen gefährden die Ökosysteme von Feuchtgebieten. In Verbindung mit erhöhten Wassertemperaturen kann die Fähigkeit zur Selbstregulierung sinken und damit die Anfälligkeit gegenüber externen Eingriffen steigen. Steigende Wassertemperaturen werden weltweit die Fischbestände in Meeren und Flüssen bedrohen.³⁹

Im Allgemeinen kann man davon ausgehen, dass die Qualität von Trink- und Brauchwasser mit steigender Wassertemperatur abnimmt. Dies ist u. a. auf Versalzung, Algenwachstum, die Ausbreitung von Bakterien sowie höhere Schadstoffbelastung und Sedimentgehalt zurückzuführen. Es wird befürchtet, dass ein globaler Temperaturanstieg von 2 bis 3°C die Zahl der von Malaria betroffenen Menschen um 3 bis 5 Prozent erhöhen könnte.⁴⁰ In Verbindung mit anhaltender menschlicher Nutzung wird das Ansteigen des Meeresspiegels zur zunehmenden Versalzung von Grundwasser in Küstennähe führen.⁴¹

2.2 Klimabedingtes Krisenpotenzial

Aufbauend auf den vom Weltklimarat IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) entwickelten Projektionen lassen sich klimabedingte Krisenpotenziale formulieren, die in Zukunft die Entwicklungsperspektiven der Menschheit entscheidend beeinflussen werden. Der WGBU⁴² nennt in einer 2007 veröffentlichten Studie „Sicherheitsrisiko Klimawandel“ als mögliche klimabedingte Konfliktfelder die Degradation von Süßwasserressourcen (Wasserkrise), den Rückgang der Nahrungsmittelproduktion (Ernährungskrise), die Zunahme von Naturkatastrophen und die Zunahme von Migration. Die genannten Konfliktfelder können Ursache oder Folge von gewaltsamen Konflikten sein. Klimabedingtes Krisenpotenzial und regionale Brennpunkte sind in Abbildung 6 dargestellt.

Wasserkrise: Neben raschem Bevölkerungswachstum und ungünstigen institutionellen Rahmenbedingungen ist der Klimawandel ein Faktor, der Krisen in der Wasserversorgung auslösen kann. Der Klimawandel wird regional drastische Auswirkungen auf die Wasserverfügbarkeit haben und damit bestehende Wassermanagementsysteme erheblich belasten. Wenn nicht in ausreichendem Maße Anpassung an die veränderten Rahmenbedingungen stattfindet, könnten bei anhaltendem Klimawandel schwerwiegende Wasserkrisen auftreten. Naturräumliche, ökonomische und politisch-institutionelle Ursachen für Wasserkrisen treten häufig zusammen auf. So hat sich gezeigt, dass vor allem Entwicklungsländer betroffen sind. Diese weisen meist ungünstige naturräumliche Rahmenbedingungen auf und sind mit unzureichenden Wassermanagementsystemen ausgestattet.⁴³

³⁹ MA 2006

⁴⁰ WHO 2003b

⁴¹ IPCC 2007b (Kundzewicz et al. 2007)

⁴² Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

⁴³ WGBU 2007

Besonders betroffen sind physisch-geographisch oder hydrologisch benachteiligte Regionen, zumal wenn sie bereits heute unter anthropogen verursachter Degradation leiden.⁴⁴

Ernährungskrise: Temperaturanstieg und veränderte Niederschläge werden sich regional sehr unterschiedlich auf die Nahrungsmittelproduktion auswirken. Darüber hinaus ist mit erheblichen Beeinträchtigungen zu rechnen. Vor allem in den Entwicklungsländern wird zunehmende Trockenheit zu einem Verlust von Ackerland führen. In 65 Entwicklungsländern, in denen 1995 die Hälfte der Weltbevölkerung lebte, könnte – durch den Klimawandel verursacht – ein Getreideproduktionspotenzial von 280 Mio t. jährlich verloren gehen.⁴⁵ Regionale Ursachen für eine rückgängige Nahrungsmittelproduktion sind neben Temperatur und Wasserverfügbarkeit die Bodendegradation, Schädlingsbefall und Nutzungskonkurrenz. Eine rückgängige Produktion kann sich zur Ernährungskrise entwickeln, wenn diese mit wachsender Bevölkerung, schwacher volkswirtschaftlicher Entwicklung, mangelnder Infrastruktur, schwachen politischen Institutionen und Regierungsproblemen zusammentreffen.⁴⁶

Naturkatastrophen: Die steigende Globaltemperatur und die Variabilität der Niederschläge erhöhen die Gefahr von extremen Wetterereignissen. Zwischen 2000 und 2004 waren im jährlichen Durchschnitt 262 Millionen Menschen von Naturkatastrophen betroffen, davon mehr als 98 Prozent in Entwicklungsländern.⁴⁷ Durch die Ausdehnung der Trockenzeit in semiariden Räumen werden Dürren wahrscheinlicher. Wie das Hadley Centre 2006 berechnete, könnte bis 2100 der Anteil der Erdoberfläche, der von schweren Dürren gefährdet ist, von heute 8 Prozent auf 40 Prozent steigen. Der Anteil, der von extremer Dürre betroffen ist, könnte von 3 Prozent auf 30 Prozent steigen.⁴⁸ In den letzten zehn Jahren traten große Inlandsfluten doppelt so häufig auf wie in den Dekaden zwischen 1950 und 1980. Flutereignisse waren die häufigsten Naturkatastrophen in Afrika, Asien und Europa und bedrohten damit mehr Menschen als jede andere Naturgefahr (140 Millionen Menschen / Jahr). Die Zuwachsraten der damit verbundenen Verluste für die Wirtschaft und Gesellschaft übertreffen mittlerweile das globale Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum.⁴⁹ Für die meist drastischen Auswirkungen von Katastrophen sind lokal und regional verschiedene, meist anthropogene Faktoren (Institutionen, Bevölkerungswachstum, Landnutzung) verantwortlich. Ein Anstieg der Globaltemperatur um 3 bis 4°C könnte den Anstieg des Meeresspiegels in einem Maße beschleunigen und damit küstennahe Bereiche überfluten, dass weltweit bis zu 330 Millionen Menschen kurz- oder langfristig umgesiedelt werden müssen.⁵⁰

Umweltmigration: Klimawandel kann zu Umweltveränderungen, abnehmender Wasserverfügbarkeit, Ernährungskrisen und Naturkatastrophen führen. Immer häufiger sind die Folge Migrationsbewegungen, die entweder direkt durch Umweltveränderungen oder indirekt durch umweltbedingte Konflikte oder Spannungen verursacht werden. Der Klimawandel ist in aller Regel nicht die einzige Ursache für die Migration. In welchem

⁴⁴ IPCC 2007b (Kundzewicz et al. 2007)

⁴⁵ FAO 2005

⁴⁶ WBGU2007

⁴⁷ UNDP 2007

⁴⁸ McCarthy 2006

⁴⁹ IPCC 2007b (Kundzewicz et al. 2007)

⁵⁰ UNDP 2007

Ausmaß Umweltmigration eintritt und welche Konsequenzen sie hat, darüber entscheiden individuelle Merkmale (Alter, Bildungsstand etc.), sozioökonomische Rahmenbedingungen und institutionelle sowie politische Strukturen.⁵¹

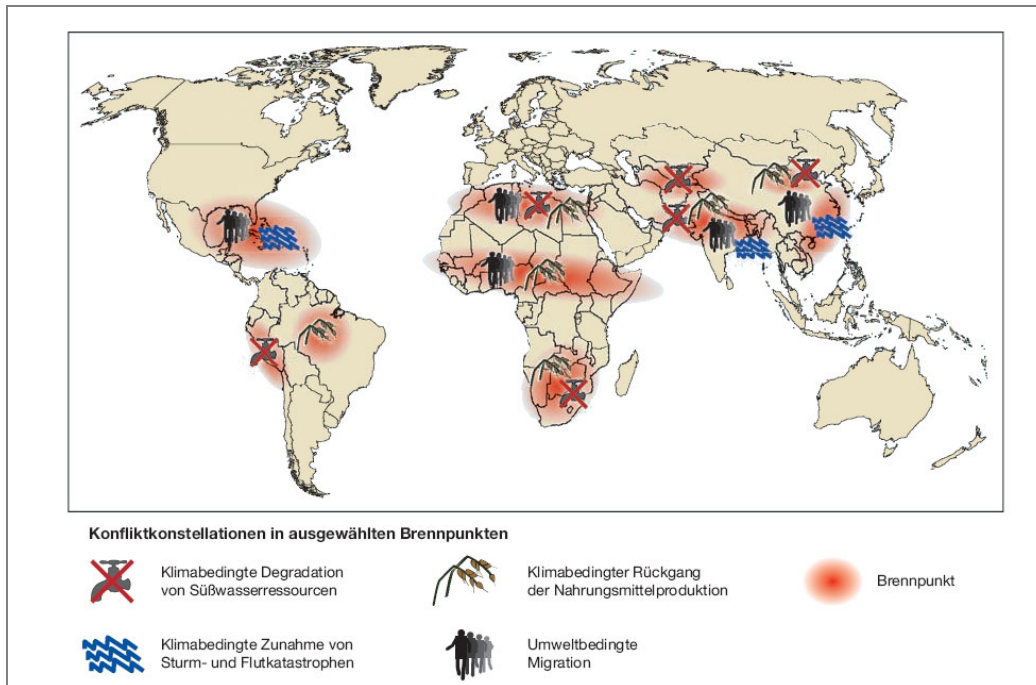


Abbildung 6: Klimabedingtes Krisenpotenzial und ausgewählte Brennpunkte (weltweit)

Quelle: WGBU 2007

⁵¹ WGBU 2007

3 Auswirkungen des Klimawandels auf Entwicklungsländer

Von Wassermangel aufgrund des Klimawandels am stärksten betroffen sind zum einen Länder, die wegen ungünstiger ökologischer Standortfaktoren heute bereits unter Wassermangel leiden. Zum anderen sind es die Länder, die nicht über entsprechende gesellschaftliche Voraussetzungen verfügen, um sich an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen. Beides trifft auf viele Entwicklungsländer in Afrika, Asien und Lateinamerika zu. Obwohl sie sehr wenig zum Problem des Klimawandels beigetragen haben, leiden sie besonders unter seinen Folgen. Extreme Dürren wie die Saheldürre im vergangenen Jahrhundert, aber auch die Dürre in Ostafrika der vergangenen Jahre, lassen erahnen, welche Auswirkungen der Klimawandel auf die Lage der Entwicklungsländer haben kann.

Ob in der Stadt oder auf dem Land – am stärksten betroffen von eingeschränkter Wasserverfügbarkeit sind in der Regel die ärmsten Bevölkerungsschichten. Ein wichtiger Grund ist, dass gerade diese in ihren Möglichkeiten, den Auswirkungen des Wassermangels entgegenzuwirken, am stärksten eingeschränkt sind. Armut macht Menschen verwundbar und grenzt ihren Handlungsspielraum ein. Betroffen sind neben anderen marginalisierten Gruppen vor allem traditionelle oder indigene Gruppen, die aufgrund geringer sozialer Sicherheit, Armut, starker Abhängigkeit von natürlichen, intakten Ökosystemen und Ressourcen, fehlenden Landnutzungsrechten und geringem politischen Einfluss besonders anfällig für Umweltveränderungen sind. Alle Menschen, die von der Subsistenzwirtschaft leben, sind in hohem Maße vom Verlauf des jahreszeitlichen Klimageschehens abhängig. Meist wird ihnen mit dem Ernteausfall die gesamte Lebensgrundlage entrissen. 80 Prozent der weltweit von Wassermangel betroffenen Menschen leben auf dem Land. Vielerorts muss Wasser über weite Strecken transportiert werden. Das beansprucht Zeit, die dann für produktivere Tätigkeiten, Einkommenserwerb, Bildung und Erziehung der Kinder fehlt.⁵²

Zunehmende Variabilität im Niederschlag und ungünstige Bodenverhältnisse machen die Wasserverfügbarkeit zum limitierenden Faktor für die Nahrungsmittelproduktion. In Gebieten mit Bewässerung stehen arme Bevölkerungsgruppen häufig am Ende von Wasserverteilungsketten und sind vom Wasserverbrauch reicher Nutzer am Oberlauf abhängig. Übermäßige Beanspruchung der Grundwasserreserven durch große Landwirtschaftsbetriebe und die Industrie führt zu sinkenden Grundwasserspiegeln und erschwert somit Kleinbauern den Zugang zu Wasser. Rasante Verstädterung beschleunigt den Wassermangel im Umland von Städten. Marode Netze führen zu hohen Leitungsverlusten und dem Eindringen von Bakterien ins Leitungsnetz. Es mangelt an funktionierender Frisch- und Abwasserversorgung sowie sanitären Einrichtungen vor allem in Armen- und Elendsvierteln. Preise für Wasser sind oft zu teuer oder Abrechnungsverfahren sind häufig ungeeignet und nicht an die Bedürfnisse der städtischen Armen angepasst.⁵³

⁵² WHO 2003

⁵³ UNESCO 2006

Im Folgenden sollen die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit und mögliche klimabezogene Probleme in Afrika, Asien und Lateinamerika aufgezeigt werden. Es handelt sich um eine Zusammenfassung die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, sondern den Blick für die wesentlichen Entwicklungen schärfen soll. Regionale Betrachtungen können durchaus vom verallgemeinernden Gesamtbild abweichen.

3.1 Auswirkungen in Afrika

Es wird davon ausgegangen, dass Afrika der Kontinent ist, der am stärksten von den Folgen des Klimawandels betroffen sein wird. Szenarien gehen von einer Zahl von 350 bis 600 Millionen Menschen aus, die dort 2050 unter Wasserknappheit leiden werden.⁵⁴ Bereits heute wird die Klimavariabilität als einer der wichtigsten Faktoren gesehen, der entscheidend zu den Entwicklungsproblemen der afrikanischen Staaten beiträgt. Entwicklungsbemühungen werden untergraben, da Schlüsselsektoren wie Landwirtschaft, Wasser, Energie, Transport und Gesundheit besonders klimasensitiv sind.

Ein Drittel der Bevölkerung lebt bereits heute in dürregefährdeten Regionen.⁵⁵ Während die Zahl der von Wassermangel betroffenen Menschen im nördlichen und südlichen Afrika vermutlich zunehmen wird, ist es wahrscheinlich, dass in Ost- und Westafrika die Zahl der von Wassermangel betroffenen Menschen sinken wird.⁵⁶ In Sub-Sahara Afrika leben 70 Prozent der Bevölkerung von der Subsistenzwirtschaft und sind somit direkt von Klimavariabilität und Klimawandel in ihrer Existenz bedroht.⁵⁷ Der vorherrschende Regenfeldbau ist besonders anfällig für Temperaturanstieg und zunehmende Niederschlagsvariabilität. Bis 2020 könnten sich in einigen Regionen die landwirtschaftlichen Erträge im Regenfeldbau aufgrund des Klimawandels um 50 Prozent verringern.⁵⁸ Es droht auch ein Rückgang der Fischbestände und damit eine Verschärfung der bereits angespannten Ernährungssituation.⁵⁹ Eingeschränkte Wasser- und Nahrungsversorgung können ein zukünftiges Konfliktpotenzial darstellen. In einem „Worst-Case-Szenario“ wird von einem Zusammenbruch der landwirtschaftlichen Produktion, einer sich ständig verschlechternden Ernährungssituation und damit verbunden einer politischen Destabilisierung ganzer Regionen ausgegangen. In Kombination mit ethnischen Konflikten könnten Auseinandersetzungen um Wasserressourcen in offenen Bürgerkriegen enden.⁶⁰ Eine Zusammenfassung und räumliche Verteilung möglicher klimabezogener Probleme in Afrika gibt Abbildung 7.

⁵⁴ Arnell 2004

⁵⁵ World Water Forum 2000

⁵⁶ Arnell 2006a

⁵⁷ Hellmuth et al. 2007

⁵⁸ Agoumi 2003

⁵⁹ Bals, C. / Harmeling, S. / Windfuhr, M. 2007

⁶⁰ WGBU 2007

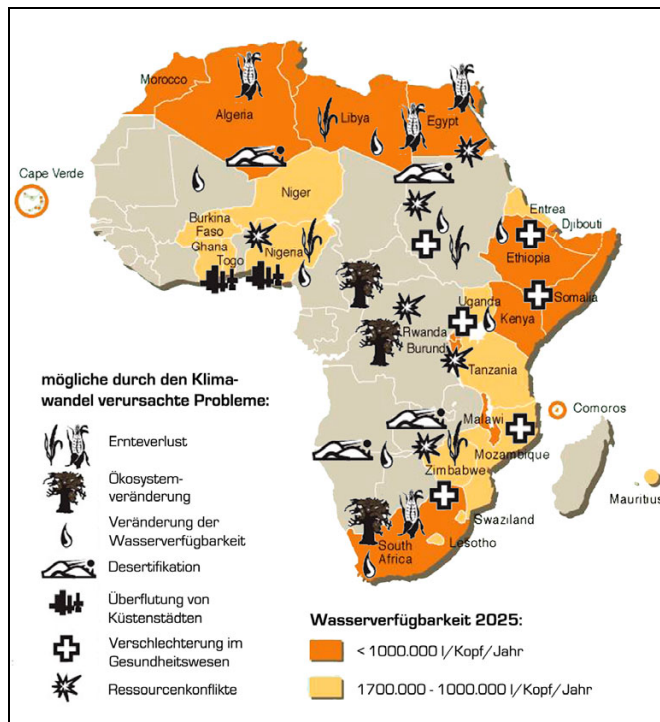


Abbildung 7: Wasserverfügbarkeit in Afrika 2025 u. mögliche klimabezogene Probleme

Quelle: Eigene Darstellung nach IPCC 2007b / UNECA / Global Environment Outlook, UNEP 2000

3.1.1 Nördliches Afrika

Im gesamten Mittelmeerraum wird erwartet, dass die Temperaturen je nach Szenario im Laufe des Jahrhunderts um 2,2 bis 5,1°C ansteigen.⁶¹ Die größten Temperaturzunahmen werden im Sommer erwartet. In Nordafrika dürfte der durchschnittliche jährliche Niederschlagsrückgang bis zum Ende des Jahrhunderts bei 20 Prozent liegen. Zunehmende Temperaturen, erhöhte Saisonalität der Abflussmengen und steigende Verdunstungsraten werden die sommerliche Wasserknappheit verschärfen.⁶² Durch Überweidung, Entwaldung oder nicht nachhaltige Bewässerung sind bereits heute Böden stark degradiert und die Vegetationsdecke geschädigt. Folgen sind abnehmende Boden- und Luftfeuchte und damit verbunden geringere Niederschläge. Ein sich selbst verstärkender Kreislauf, der durch den Klimawandel beschleunigt wird.

Die Gefahr der Bodendegradation und Desertifikation wird in allen Staaten, besonders aber am Rande der Sahara, zunehmen. Steigender Meeresspiegel wird Küstengebiete, vor allem das Nildelta, bedrohen.⁶³ Anders als die Staaten Südeuropas, sind die Länder des nördlichen Afrikas weitaus verwundbarer gegenüber dem Klimawandel, da sie über geringere Problemlösungskapazitäten verfügen. Das Risiko für innerstaatliche und lokale Wasser und Bodenkonflikte könnte steigen. Migration und Landflucht könnten sich sogar negativ auf die Stabilität der ganzen Region auswirken.⁶⁴

⁶¹ A1B-Szenario: globaler Temperaturanstieg von 1,7-4,4°C (IPCC 2007a)

⁶² IPCC 2007b

⁶³ WGBU 2007

⁶⁴ Brauch 2006

3.1.2 Sahelzone

Während derzeitige Klimamodelle eindeutig eine Erwärmung der Sahelzone erwarten lassen, besteht Uneinigkeit über die zukünftige Entwicklung der Niederschläge. Bereits heute ist die semiaride Sahelzone eine der Regionen, die am häufigsten von Dürren betroffen ist. Zwischen 1950 und 1980 führten abnehmende Niederschläge zu dramatischen Dürren.⁶⁵ Lange wurde dies auf die vom Menschen verursachten Landnutzungspraktiken zurückgeführt, heute geht man davon aus, dass das Niederschlagsverhalten mit dem Verhalten der Meeresströmungen und des Westafrikanischen Monsuns zusammenhängen. Seit Anfang der 1990er Jahre nehmen die Niederschläge wieder zu. In den Jahren 2003 und 2005 fiel bis zu 60 Prozent mehr Regen im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 30 Jahre.⁶⁶ Im Sommer 2007 gab es so extreme Niederschläge, dass mehrere Millionen Menschen obdachlos wurden.

Die zukünftige Entwicklung in der Sahelzone ist unsicher. Die von der Wissenschaft verwendeten Modelle widersprechen sich. Während einige zu dem Ergebnis kommen, dass die Niederschläge weiter zunehmen werden und sich die Sahelzone in Richtung Norden bis weit in die Sahara ausdehnen wird („Ergrünen der Sahara“), erwarten andere Studien, dass es in der Sahel-Region trockener wird, mit entsprechenden negativen Konsequenzen für die dort lebenden Menschen. Flannery (2006) geht davon aus, dass bei einer globalen Erwärmung um 2,5°C mit einer weiteren Zunahme der Niederschläge zu rechnen ist.⁶⁷ Held et al. (2005) dagegen erwarten, dass langfristig die Anzahl der von Dürre betroffenen Gebiete in der Sahelzone zunehmen wird. Möglich wäre auch eine nichtlineare Entwicklung des Westafrikanischen Monsuns. Das so genannte „Achterbahn-szenario“ hält den raschen Wechsel zwischen zwei sehr verschiedenen stabilen Systemzuständen für möglich (siehe Kasten 1). In einem solchen Szenario käme es zunächst aufgrund steigender Niederschläge zum „Ergrünen der Sahara“, bis das System ab der Mitte des Jahrhunderts in einen sehr viel trockeneren Zustand umkippen würde.⁶⁸

⁶⁵ WGBU 2007

⁶⁶ Thiaw 2007

⁶⁷ Flannery 2006

⁶⁸ Held et al. 2005

Kasten 1: Kipp-Punkte - Nichtlinearität in Klima- und Ökosystemen

Die Verfasser des Millenium Ecosystem Assessment betonen in Bezug auf die Entwicklungsperspektive der Ökosphäre die Zunahme der Wahrscheinlichkeit von nicht-linearen Ökosystemveränderungen. Dies trifft vor allem auf Systeme mit geringer Fähigkeit zur Selbstregulierung zu (geringe Resilienz). Die Anfälligkeit von Ökosystemen kann natürliche Gründe haben, aber auch durch menschlichen Eingriff verursacht sein. Übernutzung oder der menschlich verursachte künstlicher Treibhauseffekt können natürliche Systeme an kritische Schwellenwerte führen, bei deren Überschreitung das System sich nicht mehr linear zum einwirkenden Druck verhält, sondern in einen anderen Zustand kippt.⁶⁹ In der Diskussion um die zukünftige Entwicklung des Klimas wird von sogenannten „Tipping Points / Kipp-Punkten“ gesprochen: Werden bestimmte Schwellenwerte überschritten, droht das Umkippen in einen anderen Systemzustand. Dabei können Rückkopplungsprozesse eintreten, die das Klima zusätzlich erwärmen (z. B. Abschmelzen des Grönlandeisschildes und zusätzliche Erwärmung dunkler Landoberfläche, Auftauen der Permafrostböden und Freisetzung zusätzlicher Treibhausgase). „Bistabilität“ bezeichnet die Eigenschaft von Systemen (z. B. globale Zirkulationsmuster in der Atmosphäre), sehr gegensätzliche Zustände einnehmen zu können. Für den Indischen Monsun zum Beispiel sehen Szenarios den raschen Wechsel von übermäßigen Niederschlägen und extremer Trockenheit voraus.⁷⁰

Ein Großteil der Länder in der Sahelzone gehört zu den am wenigsten entwickelten Ländern der Erde. Bodendegradation und Desertifikation haben in den letzten Jahrzehnten zu reduzierter Verdunstung und damit reduziertem Niederschlag geführt. Je nach weiterer Entwicklung könnte der Klimawandel die ohnehin schon hohe Verwundbarkeit dieser Länder durch politische und sozioökonomische Krisenanfälligkeit erhöhen. Fehlendes staatliches Gewaltmonopol, Gewalt und Bürgerkriege, extreme Armut, Dürren und Umweltdegradation sind bereits heute Gründe für Migration.

3.1.3 Südliches Afrika

Projektionen gehen von steigenden Temperaturen und einem deutlichen Rückgang des Niederschlags für das südliche Afrika aus. Der Rückgang erfolgt vor allem in den Frühjahrsmonaten, was einem verspäteten Einsetzen der Regenzeit gleichkommt.⁷¹ Die Dauer von Trockenperioden wird sich verlängern. Ansteigender Meeresspiegel bedroht vor allem flache Küstengebiete und Küstenstädte. Schon deutlich unterhalb einer Erwärmung von 2°C ist zu erwarten, dass in semiariden bis ariden Gebieten des südlichen Afrikas Wälder durch Savannen und Savannen durch Wüsten ersetzt werden.⁷² Bereits ohne Klimawandel könnte Schätzungen zu Folge die Anzahl der Menschen, die von Wasserknappheit betroffen sind, von 3,1 Millionen (1995) auf 33-38 Millionen (2025), 50-127 Millionen (2055) und 50-188 Millionen (2085) ansteigen.⁷³

⁶⁹ MA 2005

⁷⁰ Zickfeld / Knopf 2005

⁷¹ IPCC 2007a

⁷² Scholz / Bauer 2006

⁷³ Arnell 2004

Die großen Spannweiten sind auf fehlende Daten insbesondere über die Bevölkerungsentwicklung zurückzuführen. Bewässerungswirtschaft wird unter beschriebenen Umständen nur noch eingeschränkt möglich sein. Die Aufrechterhaltung der Wasserversorgung wird aufgrund sinkender Grundwasserspiegel und zunehmender Versalzung zusätzlich erschwert werden.⁷⁴ Wasserknappheit, Versalzung und Desertifikation könnten dafür sorgen, dass die Getreideernten im gesamten südlichen Afrika zurückgehen.

Bis 2050 könnten 11 Prozent der jetzigen Agrarfläche im südlichen Afrika nicht mehr für Getreideanbau geeignet sein.⁷⁵ Bei gleichzeitigem Bevölkerungswachstum droht eine generelle Verschlechterung der Lebensbedingungen durch die rückläufige Nahrungsmittelproduktion und die abnehmende Wasserverfügbarkeit. Bereits heute stehen die von massiver Armut und sozialer Ungleichheit geprägten Staaten der Region vor großen Problemen wie zum Beispiel HIV/AIDS, einer schleppenden Wirtschaftsentwicklung und ethnischen Spannungen. Es ist zu befürchten, dass der Klimawandel die bereits bestehenden Probleme der südafrikanischen Staaten weiter verstärken und im Extremfall zur Destabilisierung der ganzen Region führen wird.⁷⁶

3.2 Auswirkungen in Asien

Je nach Berechnungsgrundlage wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2050 120 Millionen bis 1,2 Milliarden Menschen in Asien unter Wasserknappheit leiden werden, vor allem in den großen Flussdeltas in Süd-, Ost- und Südostasien.⁷⁷ Die IPCC-Klimamodelle sehen einen Anstieg der Temperatur und der Niederschlagsmengen für große Teile des Kontinents voraus. Die Wasserverfügbarkeit wird sich regional sehr unterschiedlich entwickeln. Die landwirtschaftlichen Erträge in Ost- und Südostasien könnten im 21. Jahrhundert um 20 Prozent steigen, während sie in Zentral- und Südasien stark zurückgehen könnten. In Südasien bedroht die klimabedingte Variabilität des Sommermonsuns die Grundlage der Landwirtschaft.

Die Gletscherschmelze und die damit verbundene langfristige Abnahme der Abflussmengen in den großen Flüssen Asiens werden diese Situation bis zum Ende des Jahrhunderts weiter verschärfen. Der ansteigende Meeresspiegel bedroht die Existenz von Millionen Menschen in Asien. Selbst die vorsichtigsten Szenarien betrachten einen Anstieg von 40 cm bis zum Ende des Jahrhunderts als realistisch, was zur Folge hätte, dass die jährliche Zahl der von Meeresfluten betroffenen Menschen von 13 Millionen auf 94 Millionen steigen würde.⁷⁸ Einen Überblick über klimabezogene Probleme in Asien liefert Abbildung 8.

⁷⁴ Scholz / Bauer 2006

⁷⁵ IPCC 2007b

⁷⁶ WGBU 2007

⁷⁷ Arnell 2004

⁷⁸ IPCC 2007b (Wassermann et al. 2004)

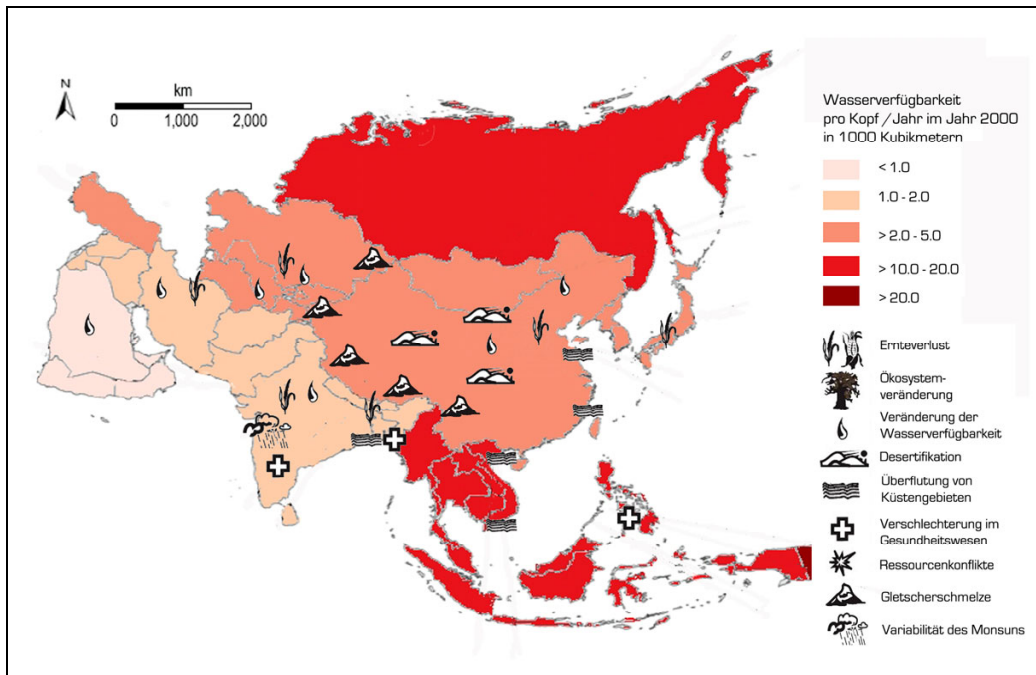


Abbildung 8: Wasserverfügbarkeit in Asien 2000 u. mögliche klimabezogene Probleme

Quelle: Eigene Darstellung nach IPCC 2007b/Global Environmental Outlook 3, 2002

3.2.1 Zentralasien

Der Klimawandel wird sich in dem von Kontinentalität und Aridität geprägten Zentralasien massiv auswirken. In den letzten Jahrzehnten ist die gemessene Lufttemperatur in Zentralasien doppelt so stark gestiegen wie im globalen Mittel. Die Prognose für Ende des 21. Jahrhunderts ist ein Anstieg um 2,6 bis 5,2 °C, bei fast stabilem Niederschlag. Steigende Temperaturen könnten (bei konstanten Niederschlägen) dazu führen, dass bis 2050 bereits 20 Prozent aller kirgisischen Gletscher verschwunden und das Gesamteisvolumen um 32 Prozent geschrumpft sein werden.⁷⁹ Das hätte drastische Auswirkungen auf die Flüsse, in denen im Sommer der Gletscherwasseranteil rund 75 Prozent beträgt.

Trotz steigender Winterniederschläge wird die Wasserverfügbarkeit in den Sommermonaten weiter abnehmen, da Verdunstungsraten hoch und die Wasserspeicherkapazität der Böden gering ist. Dies kann folgenschwere Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion und die Energiegewinnung haben. Die Ernteerträge könnten bis zu 30 Prozent abnehmen.⁸⁰ Unter anhaltendem Nutzungsdruck wird ein ungebremster Klimawandel die Wasserknappheit weiter verstärken, die Verlandung von Binnenseen vorantreiben und zu verstärkter Desertifikation führen. Die Folgen werden vor allem die Kleinbauern tragen.

Betroffen sind in erster Linie politisch wie wirtschaftlich marginalisierte Regionen mit schwachen Anpassungskapazitäten. Solche Situationen können kooperativ gemeistert werden, sie können aber auch zu Unruhen und Spannung führen, vor allem wenn diese ethnisch oder nationalistisch instrumentalisiert werden. Darüber hinaus könnten auch

⁷⁹ Giese / Sehring 2006

⁸⁰ IPCC 2007b

Interessen der Anrainer berührt sein, wenn auf Grund des Klimawandels Agrarexporte (Baumwolle) und konstante Wassermengen in den Unterläufen nicht mehr garantiert werden können.⁸¹

3.2.2 Südasien (Indien, Pakistan und Bangladesch)

Ein ungebremsster Klimawandel wird sich besonders heftig in den Ländern Indien, Pakistan und Bangladesch auswirken, in denen alleine fast 1,5 Milliarden Menschen leben. Das IPCC geht bis 2100 für den indischen Subkontinent von einer Erwärmung um 2 bis 4,7°C aus.⁸² Dabei wird die Erwärmung in den Wintermonaten stärker als in den Sommermonaten sein. Die Niederschlagsmenge wird in der winterlichen Trockenzeit abnehmen, während sie für den Rest des Jahres zunimmt. Eine Zunahme von Starkregenereignissen ist vor allem im nördlichen Teil des Subkontinents zu erwarten. Dort wird aufgrund des Abschmelzens der Gletscher im Himalaya langfristig mit einer Einschränkung der Wasserressourcen in den Trockenzeiten zu rechnen sein.

Es ist noch nicht endgültig geklärt, wie sich Klimawandel und Luftverschmutzung auf den Indischen Sommermonsun auswirken werden (siehe Kasten 2). Noch vor 30 Jahren sorgte er für regelmäßige und konstante Sommerniederschläge, heute werden Dürren und Überschwemmungen immer häufiger. Allgemein ist von klimabedingten Ertragseinbußen und Nahrungsmittelproduktion in der Landwirtschaft auszugehen. Nicht zuletzt im Gangesdelta, der Kornkammer einer ganzen Region. Die Produktion in Bangladesch könnte bis Mitte des Jahrhunderts zwischen 8 und 32 Prozent sinken.⁸³ In Pakistan könnte die Bewässerungslandwirtschaft erheblich beeinträchtigt werden.

Die Folgen des Klimawandels werden in erster Linie die ärmeren Schichten treffen, zum Beispiel Subsistenzbauern oder Einwohner von Elendsquartieren. Das wird das wirtschaftliche und soziale Ungleichgewicht weiter verschärfen. Die Ostindische Küste könnte vor allem durch eine Zunahme der Intensität tropischer Wirbelstürme und den steigenden Meeresspiegel bedroht sein.⁸⁴ Ein Anstieg um 1,5 m würde in Bangladesch 17 Millionen Menschen (15 Prozent der Bevölkerung) und 22 000 km² (16 Prozent der Fläche) bedrohen (siehe Abbildung 9)⁸⁵. Überschwemmungen gefährden dicht besiedelte Küstengebiete zum Beispiel in Bangladesch und tragen zur Ausbreitung von Krankheiten wie Cholera bei. Grundwasservorkommen können versalzen. Besorgniserregend ist, dass Kapazitäten zur Anpassung nur schwach ausgebildet sind und der Raum ohnehin schon zu einem der konfliktträchtigsten der Welt gehört.⁸⁶

⁸¹ WGBU 2007

⁸² A1B-Szenario: globaler Temperaturanstieg von 1,7-4,4°C (IPCC 2007a)

⁸³ IPCC 2007b

⁸⁴ IPCC 2007a / WGBU 2006

⁸⁵ UNEP/GRID 2000

⁸⁶ WGBU 2007

Kasten 2: Indischer Sommermonsun

Der Sommermonsun entsteht, weil sich der Indische Subkontinent im Frühjahr und Sommer schneller erwärmt als der Ozean. Ein Druckgefälle entsteht, das feuchte Luftmassen vom Meer über den Kontinent führt. Dort steigen sie auf und es kommt zu starken Niederschlägen. Im Winter verläuft der Luftaustausch in der anderen Richtung. Klimageschichtliche Untersuchungen haben gezeigt, dass das System in der Vergangenheit immer wieder Schwankungen zwischen verschiedenen stabilen Zuständen unterlegen ist. Seit einigen Jahrzehnten mehren sich Anzeichen, dass der Monsun an Kontinuität verliert. Die durchschnittlichen Niederschläge blieben zwar gleich, die Abweichungen aber stiegen bis zu 20 Prozent.⁸⁷

Derzeit wird der Monsun von zwei unterschiedlichen Faktoren in gegensätzliche Richtung beeinflusst. Eine weitere Temperaturerhöhung durch den Klimawandel müsste zu deutlich stärkeren und heftigeren Regenfällen führen. Anthropogene Veränderungen der Albedo, des Aerosol- und CO₂-Gehalts in der Atmosphäre hingegen schwächen den Monsun, ja sie könnten sogar zu einem völligen Erliegen führen. Dies könnte sehr plötzlich geschehen, da sich das System nicht linear verhält, sondern bei bestimmten Schwellenwerten unterschiedliche stabile Zustände einnehmen kann. Eine zunehmende Albedo der Landmassen (vor allem durch die braune schwefelhaltige Schwebeteil-Wolke über Indien sowie durch Rodung), könnte dazu führen, dass das Druckgefälle zwischen Land und Ozean einen kritischen Wert unterschreitet und die Monsunzirkulation in Zukunft einen Zustand einnimmt, bei dem Niederschläge im Sommermonsun fast ganz ausfallen. Das hätte verheerende Folgen für die indische Landwirtschaft, die stark von den saisonalen Niederschlägen abhängig ist.

Aus diesem Grund wäre anzunehmen, dass die indische Regierung mit Entschwefelungsanlagen, Pflicht zu Katalysatoren und massiven Aufforstungen reagieren würde. Dann aber könnte der Monsun nicht nur in den bisherigen Zustand zurückkehren, sondern wegen des Klimawandels direkt in einen deutlich "feuchteren" Zustand wechseln. Das für möglich gehaltene sogenannte „Achterbahn-Szenario“⁸⁸ impliziert einen relativ raschen Wechsel zwischen verschiedenen trockenen und feuchten Zuständen. Andere Forscher halten - je nach Lage der braunen Wolke über Indien - eine Jahr für Jahr regional unterschiedliche Änderung des Monsuns in verschiedenen Teilen Indiens für wahrscheinlicher.

⁸⁷ Atlas Globalisierung 2007

⁸⁸ Zickfeld et al. 2007

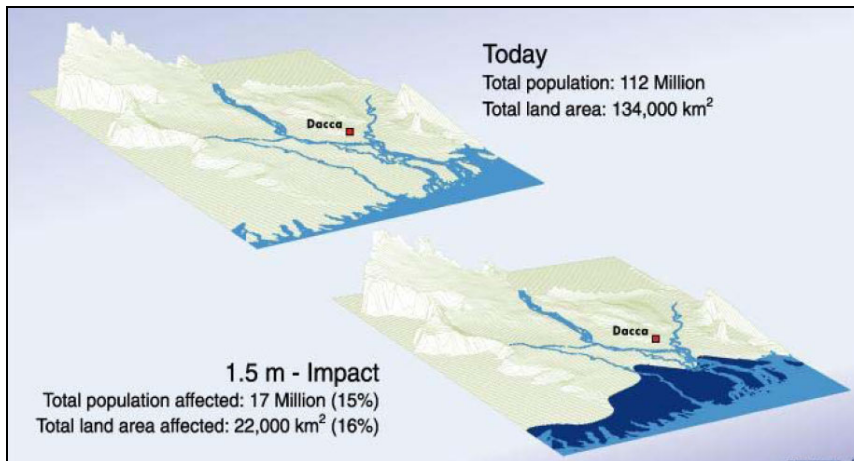


Abbildung 9: Potenzielle Auswirkungen eines Meeresspiegelanstiegs um 1,5 m in Bangladesch

Quelle: Rekacewicz, UNEP/GRID-Arendal, 2000

3.2.3 China

Für China zeigen Modelle eine überdurchschnittlich starke Erwärmung, eine Zunahme von Hitzewellen, Dürren und Starkregenereignissen. Im Osten werden zunehmende Niederschläge und steigende Temperaturen vor allem in den Wintermonaten vorausgesagt. Die Ostküste wird durch immer stärker werdende Taifune und den steigenden Meeresspiegel gefährdet. Allein ein Anstieg von 30 cm könnte 80.000 km² dicht besiedeltes, hoch industrialisiertes Küstenland überschwemmen.⁸⁹

Im Norden werden aufgrund der Gletscherschmelze und verstärkter Niederschlagsvariabilität sommerliche Wasserknappheit und Dürren und damit ein Verlust der Ertragseinbußen in der Landwirtschaft immer wahrscheinlicher. Die Ausdehnung der Gletscher im tibetischen Hochland könnte um mehr als 60 Prozent abnehmen, was langfristig zu einer erheblichen Verminderung saisonaler Abflussmengen führen würde.⁹⁰ Davon wären in China 300 Millionen Menschen direkt betroffen.⁹¹ Mittelfristig werden im Süden durch erhöhte Frühjahrsabflüsse Flutkatastrophen und Erdbeben zunehmen. Das bereits heute große Problem der Bodendegradation wird sich mit dem Klimawandel weiter verschärfen. Zurzeit sind bereits 27,3 Prozent Chinas von Desertifikation betroffen.⁹²

Die Hauptlasten des Klimawandels trägt die Landbevölkerung, was zu einer weiteren Verschärfung der Disparitäten zwischen Land und Stadt führen wird. Es ist anzunehmen, dass die heute bereits hohe Landflucht zunimmt. Der Anstieg des Meeresspiegels könnte einen beträchtlichen Teil der chinesischen Wirtschaftsleistung zu Nichte machen und Millionen von Menschen gefährden. Die zu erwartenden Probleme stellen eine große Herausforderung für die chinesische Politik dar. In den letzten Jahren ist das Problembewusstsein in der Regierung zwar stark gewachsen - die bislang eingeleiteten Reformschritte aber scheinen mit der rasanten Wachstumsdynamik kaum Schritt halten zu können.⁹³

⁸⁹ IPCC 2007b (Du, B.L. / J.W. Zhang 2000)

⁹⁰ IPCC 2007b

⁹¹ Prasad-Gurung, C., R. Singh / J. Harkness 2005

⁹² MA 2005

⁹³ WBGU 2007

3.3 Auswirkungen in Lateinamerika

Die Zahl der Menschen in Lateinamerika, denen weniger als 1000 m³ Wasser pro Jahr zur Verfügung steht, lag bereits 1995 bei 22,2 Millionen. Es wird erwartet, dass es im Jahr 2020 zwischen 12 und 81 Millionen, im Jahr 2050 zwischen 79 und 178 Millionen sein werden.⁹⁴ Steigender Wasserbedarf aufgrund wachsender Bevölkerungszahlen und zunehmende Trockenheit verschärfen vermutlich die bereits heute bestehenden Probleme. Aktuelle Trends legen eine Zunahme der Niederschlagsmengen in den Mittleren Breiten nahe, während sich in den mittleren und südlichen Anden sowie in weiten Teilen Zentralamerikas ein gegenläufiger Trend abzeichnet.

Die bereits heute hohe Klimavariabilität (El Nino / ENSO) und die Gefahr von katastrophalen Wetterereignissen (Starkregen in Venezuela 1995/2005, Überflutung der argentinischen Pampa 2000-2002, Hurricane Cathrina 2004, Amazonasdürre 2005) werden mit dem Klimawandel möglicherweise weiter zunehmen. Bei anhaltender Erwärmung werden viele Gletscher der Anden mit hoher Wahrscheinlichkeit in wenigen Dekaden abgeschmolzen sein. In den Andenländern kann es schon ab 2015 zu einer dramatischen Einschränkung der Wasserverfügbarkeit kommen. Besonders betroffen sind Länder wie Bolivien, Peru, Kolumbien und Ecuador. Die Wasserversorgung und das Funktionieren sanitärer Einrichtungen der Küstenstädte werden gefährdet. Der steigende Meeresspiegel wird sich in erhöhter Überflutungsgefahr von tief liegenden Küstengebieten äußern sowie Mangrovenwälder und die lokale Fischerei bedrohen.

Drei Viertel der Trockengebiete Lateinamerikas sind bereits heute stark degradiert. Menschlicher Eingriff in Verbindung mit den Auswirkungen des Klimawandels haben zu rasantem Verlust von natürlicher Vegetationsbedeckung geführt. In vielen Ländern wird unangepasste Landnutzung in den Trockengebieten Qualität und Quantität von Oberflächen- und Grundwasser weiter verringern. Darüber hinaus droht der Amazonas-Regenwald, verursacht durch Rückkopplungen zwischen den Klima- und Landnutzungswandel, zu einer tropischen Savanne zu degradieren.⁹⁵ Dies aber hätte weitere dramatische Auswirkungen auf den Wasserhaushalt in der Region bis hin zu Südafrika. Mögliche klimabezogene Probleme in Lateinamerika werden zusammenfassend in Abbildung 10 dargestellt.

⁹⁴ Arnell 2004

⁹⁵ IPCC 2007b

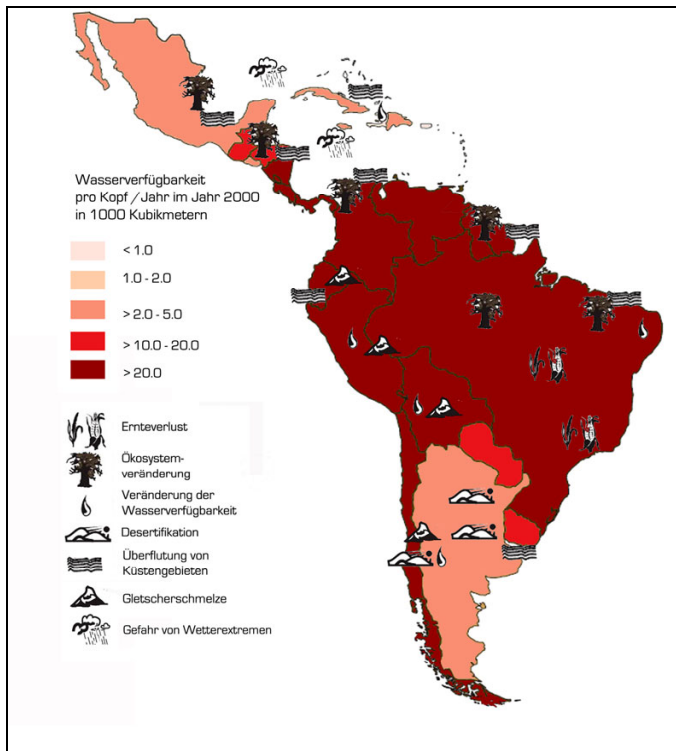


Abbildung 10: Wasserverfügbarkeit in Lateinamerika 2000 und mögliche klimabezogene Probleme

Quelle: Eigene Darstellung nach IPCC 2007b / Global Environmental Outlook 3, 2002

3.3.1 Andenregion

In der Andenregion wird der prognostizierte Klimawandel drastische Folgen für die Wasserverfügbarkeit und Ernährungsgrundlage haben. Eine überdurchschnittliche Erwärmung, über alle Jahreszeiten gleichmäßig verteilt, wird vor allem in den nördlichen Anden erwartet.⁹⁶ Bereits in den letzten Jahrzehnten ließ sich ein Temperaturanstieg beobachten, der für das anhaltende Abschmelzen der Andengletscher verantwortlich ist (siehe Kasten 3). In Peru zum Beispiel haben die Gletscher in den letzten 30 Jahren 25 Prozent ihrer Fläche verloren.⁹⁷

In den südlichen Anden werden Niederschläge abnehmen, während sie in den nördlichen Anden leicht ansteigen dürften. Die starke Erwärmung, die rasche Gletscherschmelze und die zunehmende Variabilität der Niederschläge werden gravierende Auswirkungen für die Wasserversorgung der Bevölkerung und Landwirtschaft haben. Ein Großteil der Menschen und der Wirtschaft ist zumindest im Sommer vom Schmelzwasserabfluss abhängig, sei es als Trink- oder Brauchwasserversorgung für Landwirtschaft und Stromerzeugung. Zwar werden die Abflussmengen vorerst mit der Gletscherschmelze zunehmen, auf lange Sicht aber generell abnehmen.

Im Zusammenspiel mit erhöhten Temperaturen und nicht nachhaltiger Nutzung wird der Wassermangel das Risiko menschlich induzierter Bodendegradation und Desertifikation

⁹⁶ A1B-Szenario: globaler Temperaturanstieg von 1,7-4,4°C (IPCC 2007a)

⁹⁷ Barnett et al 2005

erhöhen. Die Staaten der Andenregion sind auf diese Herausforderungen nur schlecht vorbereitet, mit Ausnahme Chiles. Obwohl zunehmender Ressourcendruck das Problembewusstsein geschärft hat, scheint es wahrscheinlich, dass politische Instabilität, mangelnde Rechtsstaatlichkeit und fehlende grenzüberschreitende Kooperationsbereitschaft langfristige Anpassungsstrategien verhindern werden. Eine Verschlechterung der bereits heute beobachtbaren Umweltveränderungen könnte zur Verschärfung von Konflikten und Spannungen in der Region beitragen.⁹⁸

Kasten 3: Gletscher

Große Gletscher sind die temporären „Wasserspeicher“ der Erde. Die meisten großen Flüsse in Asien, Lateinamerika und Europa werden von Gletschern gespeist. Ihr Abschmelzen gefährdet weltweit die Grundlage von Ökosystemen und menschlichem Leben in Gebirgen und den angrenzenden Tiefländern. Besonders betroffen sind subtropische und tropische Gebiete, die sich durch hohe Biodiversität auszeichnen und zugleich dicht bevölkert sind.

Es lässt sich belegen, dass sich das Abschmelzen der Andengletscher in den vergangenen Jahrzehnten drastisch beschleunigt hat: Innerhalb der vergangenen dreißig Jahre haben die Gletscher in Ecuador bis zu 40 Prozent ihrer ehemaligen Fläche verloren. In Bolivien könnten kleinere Gletscher bereits bis 2010 komplett abgeschmolzen sein. Das Abschmelzen der lateinamerikanischen Gletscher könnte die Lebensgrundlage von Millionen von Menschen bedrohen. Am stärksten betroffen sind Peru und Bolivien. In Peru stammen 80 Prozent des verfügbaren Wassers aus der Gletscherschmelze. Von Gletscherwasser abhängig ist nicht nur das ländliche, sondern auch das städtische Leben und der Energiesektor. 60 Prozent der Bevölkerung und 40 Prozent der gesamten Energiegewinnung könnten von der veränderten Wasserverfügbarkeit in Peru betroffen sein. Tückisch ist, dass angrenzende Becken und Tiefländer in den vergangenen Jahrzehnten trotz abnehmender Niederschläge erhöhte Abflussmengen erlebt haben. Dies verleitet zur Sorglosigkeit, obwohl die zukünftige Wasserversorgung besorgniserregend ist. Schon in wenigen Jahrzehnten wird der Abfluss abnehmen und immer unregelmäßiger verteilt sein. Das heißt Dürren werden häufiger, während extreme Abflussereignisse (Hochwasser) an Intensität gewinnen.⁹⁹

3.3.2 Amazonien

Projektionen zufolge werden im Amazonasgebiet die Temperaturen bis 2100 um 30 Prozent stärker als im globalen Mittel steigen¹⁰⁰, besonders im Juni und August. Zuverlässige Aussagen über zukünftige Niederschlagsverhältnisse sind aufgrund der komplexen Wechselwirkung zwischen Regenwald und Klima sowie der Topographie nicht möglich. Ein weiterer Unsicherheitsfaktor ist das El Niño-Phänomen, das immer wieder zu Dürren führt. Viele Modelle lassen eine Verstärkung des Klimaphänomens erwarten. Allerdings ist zu befürchten, dass auch schon wegen der Erwärmung des Atlantiks vermehrt Dürren auftreten werden. Rund die Hälfte aller Niederschläge in Amazonien werden durch lokale Verdunstung gespeist. Rodung trägt zur Verringerung der Verdunstungsrate bei und reduziert somit die Luftfeuchtigkeit, was wiederum zu geringeren Niederschlägen führt.

⁹⁸ WGBU 2007

⁹⁹ Coudrain 2005

¹⁰⁰ A1B-Szenario: globaler Temperaturanstieg von 1,7-4,4°C (IPCC 2007a)

Die starke Entwaldung – bei anhaltendem Trend werden nach manchen Modellen bereits 2050 30 Prozent des Regenwaldes verschwunden sein – und die Auswirkungen des Klimawandels könnten daher zu starken regionalen Klimaveränderungen führen und schon Mitte des Jahrhunderts zu einer „Savannisierung“ eines Großteils des Regenwaldes. Die Umwandlung des artenreichen tropischen Regenwaldes in eine trockene Graslandschaft würde nicht nur ein erhebliches Artensterben auslösen¹⁰¹, sondern den globalen Temperaturanstieg durch die Freisetzung großer Mengen CO₂ massiv befördern.¹⁰²

Steigende Temperaturen, Dürren, Entwaldung und Bodendegradation würden sich gravierend auf die Landwirtschaft auswirken: Für Weizen und Mais kann bereits bei einer moderaten Erwärmung von Ertragsrückgängen um 30 Prozent bzw. 15 Prozent ausgegangen werden. Während bei Soja zumindest Ertragssteigerungen zu erwarten sind, werden auch die geeigneten Flächen für Kaffeeanbau zurückgehen.¹⁰³ Ungebremster Temperaturanstieg und Trockenheit würden darüber hinaus die Fischbestände bedrohen. Hitze und zunehmende Trockenheit können zudem die Gefahr von Busch- und Waldbränden erhöhen. Von den krisenhaften Entwicklungen wären nicht nur Klein-, sondern auch Großbetriebe betroffen. In Folge könnten sich Verteilungskämpfe um Land intensivieren.¹⁰⁴

3.3.3 Karibik und Golf von Mexiko

Für das zentralamerikanische Festland wird mit einer überdurchschnittlichen Erwärmung von 1,8 bis 5°C im Laufe des Jahrhunderts gerechnet.¹⁰⁵ Ein besonders starker Anstieg der Temperaturen wird in den Frühlingsmonaten erwartet. Für die karibischen Inseln wird eine durchschnittliche Erwärmung von 1,4 bis 3,1°C prognostiziert. Die jährlichen Niederschlagsmengen nehmen für beide Regionen zu. Dürrephasen werden häufiger, insbesondere bedeuten sie Wassermangel auf den Inseln. Erwärmung der Meeresoberfläche und Anstieg der Oberflächentemperaturen können die Wahrscheinlichkeit und Stärke von tropischen Wirbelstürmen und Starkregenereignissen erhöhen. In Verbindung damit steigt das Überschwemmungsrisiko für tief gelegene Küstenabschnitte, die durch den ansteigenden Meeresspiegel bedroht werden.

Die Landwirtschaft wird in Folge des Klimawandels mit starken Einbußen und einer Erhöhung der Katastrophenrisiken rechnen müssen. Getreideernten könnten bis 2080 um bis zu 30 Prozent zurückgehen. Da die meisten Länder über keine wirksame Katastrophenvorsorge verfügen, könnten Naturkatastrophen zu einer dauerhaften ökonomischen Destabilisierung führen und vorhandene Konfliktrisiken deutlich verschärfen. Mit einer Zunahme von umweltbedingter Migration ist zu rechnen. Ziele werden vor allem urbane Zentren sein, was im Hinblick auf die schwach ausgeprägten regulierenden Kapazitäten und der begrenzten Beschäftigungsverhältnisse in den Städten zu einer Verschärfung latenter Konflikte beitragen wird.¹⁰⁶

¹⁰¹ IPCC 2007b

¹⁰² Cox 2000

¹⁰³ IPCC 2007b

¹⁰⁴ WGBU 2007

¹⁰⁵ A1B-Szenario: globaler Temperaturanstieg von 1,7-4,4°C (IPCC 2007a)

¹⁰⁶ WGBU 2007

4 Handlungsmöglichkeiten

Die bisher beobachtbare Wasserkrise ist in erster Linie eine Krise des Wassermanagements, weniger ein hydrologisches Problem.¹⁰⁷ Zu ihrer Bewältigung sind vereinte Anstrengungen auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene nötig. Unter fortschreitendem Klimawandel wird es allerdings immer schwerer, die Ziele Ernährungssicherheit, Armutsbekämpfung, wirtschaftliche Entwicklung und Ökosystemschatz zu erreichen. Dies gilt vor allem für zahlreiche Entwicklungsländer. Der Klimawandel wird in vielen Entwicklungsländern zu einer eingeschränkten Wasserverfügbarkeit und allen damit verbundenen ökologischen sowie sozioökonomischen Auswirkungen führen. Gezielte Maßnahmen müssen implementiert werden, um bereits heute bestehende Probleme zu lösen und die Anpassung an den Klimawandel voranzutreiben.

Bereits 2003 unterstrich der damalige UN-Generalsekretär Kofi Annan in Anlehnung an die „Grüne Revolution“ des vergangenen Jahrhunderts die Notwendigkeit einer „Blauen Revolution“, um die bevorstehende Wasserkrise abzuwenden. Es ist die Aufgabe der Regierungen, die besonders gefährdeten Menschen und Gruppen zu identifizieren und deren Recht auf Wasser durch entsprechende Rahmensetzung und deren Umsetzung zu sichern. Zu den Handlungsmöglichkeiten zählen technologische Maßnahmen in großem wie im kleinen Maßstab, eine Verhaltensänderung der Verbraucher sowie die Stärkung und Reform institutioneller Strukturen im Wassersektor.¹⁰⁸

Trotz der Unterschiedlichkeit von Ansätzen und Mitteln muss der Kern aller Anstrengungen darin bestehen einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser und den besonders verletzlichen Menschen Zugang zu Wasser zu ermöglichen. Es gilt sektoral isolierte und häufig ineffiziente Nutzungen zu überwinden und Wasser und Boden in einem sektorübergreifenden, partizipativen Prozess zu bewirtschaften und auf nachhaltige Weise zu entwickeln.¹⁰⁹

4.1 Produktivität steigern

Zentrale Maßnahme ist die Einsparung von Wasserressourcen. Der Agrarsektor ist der Sektor mit dem höchsten Wassereinsparpotenzial. Ohne eine Effizienzsteigerung könnte bis 2050 das in der Landwirtschaft verdunstete Wasser um 60 bis 90 Prozent zunehmen.¹¹⁰ Vor allem in den Entwicklungsländern besteht Handlungsbedarf. Die von Kofi Annan geprägte Forderung „More Crop per Drop“ (mehr Ertrag pro Tropfen Wasser) ist im Hinblick auf die wachsende Weltbevölkerung folglich mit einer großen Herausforderung verbunden: Es geht darum, den Wasserverbrauch konstant zu halten bzw. zu senken und gleichzeitig eine ansteigende Menge Nahrungsmittel zu erzeugen.

¹⁰⁷ WBGU 2007

¹⁰⁸ BMZ 2001

¹⁰⁹ WBGU 2007

¹¹⁰ UN-Water 2007b

4.2 Effizienzsteigerung

Erfreulicherweise hat die Wasserproduktivität der Landwirtschaft in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. Das lag u. a. am Einsatz von ertragreicheren Sorten. Im Regenfeldbau kann eine an die örtlichen Begebenheiten angepasste Bewirtschaftung, eine aufeinander abgestimmte Abfolge von Arbeitsschritten und eine verbesserte Dosierung von Dünger drastische Produktionssteigerungen erzielen. Zusätzlich kann die Produktivität durch Maßnahmen zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, zur Steigerung der Bodenfeuchte und zum Schutz vor Bodenerosion gesteigert werden. Großes Einsparpotenzial besteht im Bewässerungsfeldbau. Hier kann durch technische Maßnahmen die Verfügbarkeit von Wasser erhöht werden und gleichzeitig die Effizienz gesteigert werden (z. B. Tröpfchenbewässerung). Reformen im Systemmanagement ermöglichen eine gerechte Verteilung und einen sparsameren Einsatz von Wasser. Die Verbindung verschiedener Nutzungsformen (Landwirtschaft, Viehwirtschaft, Stockwerkbau etc.) kann ebenfalls die Produktivität erhöhen.¹¹¹ Der Grund für den großen Unterschied zwischen potenziellem und tatsächlichem Ertrag liegt also nicht immer in ungünstigen Umweltbedingungen, sondern in ungenügend ausgeschöpften Anbaupraktiken, bzw. fehlender Bildung und Einkommen. Manche Abschätzungen gehen davon aus, dass weltweit 1500 km³ Wasser pro Jahr durch Effizienzsteigerung eingespart werden könnten.

Virtual Water Trade

In der Diskussion über Möglichkeiten zur Produktivitätssteigerung im Agrarsektor erfährt seit jüngstem der Handel mit „Virtuellem Wasser“ immer mehr Beachtung: Es bezeichnet den internationalen Nahrungsmittelhandel, der den nationalen Wasserbedarf zur Nahrungsmittelproduktion ersetzt. Reales Wasser soll gespart werden, wenn der Exporteur von Nahrungsmitteln wassereffizienter produziert als der Importeur. Gerade in Ländern mit Wasserknappheit könnte es sinnvoll sein auf den Anbau von wasserintensiven Kulturen (z. B. Reis) zu verzichten und diesen durch importierte Nahrungsmittel zu ersetzen. Der exportorientierte Anbau von Obst und Gemüse in Trockengebieten dagegen muss kritisch hinterfragt werden, da auf diese Weise de facto wertvolles Wasser exportiert wird.

Ob es für ein Land besser ist zu produzieren oder zu importieren kann nur geklärt werden, wenn Wasser mit echten Knappheitspreisen in die Berechnung der volkswirtschaftlichen Produktionskosten eingeht.¹¹² Es ist allerdings fraglich, ob eine solche ökonomische Bewertung (Validation) von Wasserressourcen durchführbar ist. Es besteht die Gefahr, dass bei der Validation soziale und ökologische Belange unter den Tisch fallen. Methoden der Validation sind kompliziert und in der Praxis bisher nicht erfolgreich anwendbar und somit Thema theoretischer Diskussionen geblieben.¹¹³ Zudem zeigten Studien, dass vom Handel mit Virtuellem Wasser die eigentliche Zielgruppe – die mit Nahrungsmitteln unterversorgten Entwicklungsländer – wenig profitieren, da sie weder das Geld für die not-

¹¹¹ IMWI 2007

¹¹² BMZ 2001

¹¹³ UN-Water 2007b

wendigen Nahrungsmittelimporte haben, noch für Investitionen in der Bewässerungswirtschaft. Demnach sollte in den meisten Entwicklungsländern eine Effizienzsteigerung im Regenfeldbau und Stärkung der Eigenversorgung vorrangiges Ziel sein¹¹⁴. Wie negativ sich hohe Importabhängigkeit auf die Ernährungssicherheit in Entwicklungsländern auswirken kann, zeigt unter anderem die aktuelle Ernährungskrise im Zusammenhang mit weltweit steigenden Nahrungsmittelpreisen.

4.3 Institutionelle Handlungsfähigkeit stärken

Voraussetzung dafür, dass Einsparmaßnahmen überhaupt durchgeführt werden können und dass dabei die Interessen aller betroffenen Sektoren und Akteure abgewogen werden, sind handlungsfähige Institutionen. Durch personelle und finanzielle Unterstützung von Institutionen im Wassersektor kann das Wassermanagement verbessert und möglicherweise sogar gesellschaftlichen Konflikten vorgebeugt werden. Das gilt vor allem für die Entwicklungsländer, in denen Institutionen bisher nur schwach ausgeprägt sind. Lösungsansätze auf institutioneller Ebene beinhalten das Etablieren von integrativen Managementansätzen sowie Struktur- und Preisreformen.

4.3.1 Integrative und grenzübergreifende Managementansätze

In vielen Regionen verhindern National- oder Verwaltungsgrenzen ein umfassendes Wassermanagement. Gerade im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels ist aber ein Management über National- und Verwaltungsgrenzen hinweg – das also aquatische Ökosysteme als Ganzes begreift – sinnvoll.¹¹⁵

Diese Erkenntnis konnte sich erstmals 1992 auf der Konferenz von Rio durchsetzen. Zehn Jahre später, auf dem Weltgipfel für soziale Entwicklung in Johannesburg, wurde schließlich die Einführung eines Integrativen Wasserressourcen Managements (IWRM) als entwicklungspolitische Leitlinie beschlossen. Ziel ist ein umfassendes Management zum Wohle sozialer und wirtschaftlicher Entwicklung, ohne dabei die natürliche Regenerationsfähigkeit zu gefährden.¹¹⁶ Grundlegend ist die Erkenntnis, dass Wassermanagement im Kontext verschiedener, sich gegenseitig beeinflussender Nutzungen auf der Ebene des gesamten Einzugsgebietes organisiert werden muss.

Ziele im Einzelnen sind: der Erhalt von Ökosystemen und ihren lebenswichtigen Funktionen, nachhaltige Wassernutzung (intertemporale Effizienz), die Optimierung der Wassernutzung zwischen den verschiedenen Sektoren (sektorale Effizienz), Krisenprävention, Eindämmung von Krankheiten und verbesserter Zugang zu sanitären Einrichtungen und sauberem Trinkwasser.¹¹⁷

¹¹⁴ Yang 2002

¹¹⁵ Siligato et al. o.J.

¹¹⁶ Global Water Partnership: <http://www.gwpforum.org/servlet/PSP>

¹¹⁷ BMZ 2006

Im Rahmen von IWRM ist Wassermanagement eingebettet in die gesellschaftliche Debatte über Armutsbekämpfung und gerechte, nachhaltige Entwicklung.¹¹⁸ Heute werden die Prinzipien von der Mehrzahl im Wassersektor tätigen Entwicklungsorganisationen als Leitlinien verwendet. Doch trotz der berechtigten Hochschätzung der Chancen und Möglichkeiten von IWRM sind auch Bedenken – insbesondere bezüglich der Umsetzung – angebracht. Studien für Südafrika zum Beispiel ergaben eine Reihe von Problemen in der Umsetzung von IWRM. Die Datengrundlage über den aktuellen Wasserverbrauch ist lückenhaft und bei den Beteiligten fehlt es an Verständnis für die Managementprinzipien. Fehlende gesetzliche Rahmenbedingungen erschweren die Einführung von Prinzipien und hoher Ressourcendruck verringert die Bereitschaft, IWRM zu implementieren.¹¹⁹ Als Antwort auf solche Probleme hat die Globale Wasserpartnerschaft (Global Water Partnership, GWP) eine Toolbox entwickelt, die Good-Governance-Prinzipien und Best-Practice-Beispiele von IWRM bietet.¹²⁰

Konkrete Anwendung finden die Prinzipien des IWRM im Wasserscheide-Management („Watershed management“). Ziel ist die Pflege und der Erhalt ökologischer Funktionen und Ressourcen eines kompletten Wassereinzugsgebiets. Dabei sind alle Landnutzungen eingeschlossen und alle Interessensgruppen werden berücksichtigt. Zentrale Herausforderung ist ein integratives Management, das verschiedene Akteure am Ober- sowie Unterlauf an einen Tisch bringt. In einem kontinuierlichen Aushandlungsprozess sollen sowohl die Interessen der Zivilgesellschaft als auch die des Privatsektors und der Regierung gegeneinander abgewogen werden.¹²¹ Auch wenn die Auseinandersetzung um immer knappere Wasserressourcen potenziell Konfliktpotenzial darstellt, belegt eine Untersuchung aller internationalen Einzugsgebiete, dass Konflikte um Wasser meist friedlich gelöst werden und das Management knapper Wasserressourcen eine starke verbindende Wirkung hat.¹²²

Ein grenzübergreifendes Wassermanagement fördert den Ausbau internationaler Beziehungen, gerade zwischen potenziellen Konfliktpartnern. Beispiele für internationales Wassermanagement mit stabilisierender Wirkung sind die Mekong River Commission (siehe Kasten 4), die Indus River Commission und das Wassermanagement-Abkommen zwischen Jordanien und Israel.¹²³

¹¹⁸ WBGU 2007

¹¹⁹ McCartney o.J.

¹²⁰ www.gwpforum.org

¹²¹ Siligato et al. o.J.

¹²² Wolf et al 2003

¹²³ CSIS 2005

Kasten 4: Mekong River Commission

Ein Beispiel für angewandtes Watershed management ist die 1995 zwischen Thailand, Laos, Vietnam und Kambodscha gegründete Mekong River Commission (MRC). Das Mekong-Becken gehört zu einer der ärmsten Regionen der Welt. Umso dringlicher ist eine nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen, die größter Reichtum der Region sind und zentrale Bedeutung für die Armutsbekämpfung haben. Ziel der MRC ist die nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen und gleichzeitig die Entwicklung ökonomischen Potenzials in der Region.

Die MRC als zwischenstaatliche Institution bietet eine Plattform für ausländische Geber, koordiniert Investitionen, berät die Mitgliedstaaten und ist an der Konzeptionierung von Entwicklungsprojekten beteiligt. Die Arbeit stützt sich auf umfangreiche Daten, Modelle und Szenarien, eine breite Palette von angewandten Planungswerkzeugen und ein weites Netzwerk aus internationalen Wissenschaftlern. Bereiche, in denen sich die MRC für eine nachhaltige Entwicklung einsetzt, sind Flut und Dürrebekämpfung, Landwirtschaft, Bewässerung, Forstwirtschaft, Schifffahrt, Wasserkraft, Fischerei und Tourismus. Umweltanalysen und Monitoring sollen die Grundlage für ein grenzübergreifendes Umweltmanagement schaffen, das Naturschutz und Entwicklung zu Gunsten der Bevölkerung in Einklang bringt.¹²⁴

4.3.2 Strukturreformen im Wassersektor

In vielen Entwicklungsländern besteht erheblicher Reformbedarf in der staatlichen und kommunalen Wasserversorgung. Die Weltbank schätzt, dass die Entwicklungsländer jährlich bis zu 49 Milliarden Dollar investieren müssten, um bis 2015 den Anteil der Bevölkerung ohne Zugang zu Trinkwasser und sanitären Einrichtungen zu halbieren. Bei ausbleibenden Investitionen für Erneuerung und Instandhaltung der Infrastruktur werden in Zukunft die Versorgungsleistungen weiter abnehmen.¹²⁵ Wasserbetriebe sind oft finanziell ausgeblutet. Die Einnahmen können die durchschnittlichen Kosten der Aufarbeitung und Verteilung des Leitungswassers meist nicht decken. Desolate Infrastruktur und subventionierte Wasserpreise fördern einen zum Teil verschwenderischen Umgang mit Wasser, z. B. in der Landwirtschaft, während ganze Bevölkerungsschichten aufgrund hoher Anschlussgebühren oder fehlenden Leitungen ganz von der öffentlichen Versorgung abgeschnitten sind. Private Wasserverkäufer verlangen oft das Zehn- oder sogar Hundertfache der städtischen Wassergebühren. Städtische Arme zahlen nicht selten mehr als ein Zehntel ihres Einkommens an Wasserverkäufer. Einwohner, die an das Netz angeschlossen sind, erhalten häufig für den selben Preis mehr Wasser und ihre Wasserrechnung macht nur einen geringeren Teil ihres Einkommens aus.¹²⁶ Der Reformbedarf reicht vom Aufbau fehlender Regulierungsbehörden über den Abbau von Korruption bis hin zur betrieblichen und technischen Effizienzsteigerung. Zentrale Herausforderung ist Dezentralisierung und damit eine Wasserversorgung, die an die örtlichen Bedürfnisse und damit auch an die der Landbevölkerung angepasst ist.¹²⁷

¹²⁴ Mekong River Commission: <http://www.mrcmekong.org>

¹²⁵ Paritätische Parlamentarische Versammlung AKP-EU 2006

¹²⁶ Schiffler 1998

¹²⁷ Enquete-Kommission des Bundestags Globalisierung der Weltwirtschaft 2002

4.3.2.1 Reform öffentlicher Versorger und Beteiligung des Privatsektors

Von Befürwortern sowie Kritikern übereinstimmend anerkannt wird der Reformbedarf öffentlicher Versorgungsunternehmen. Kontrovers diskutiert wird allerdings über die Vor- und Nachteile einer Beteiligung des Privatsektors. Dabei haben beide Seiten gute Argumente, die jeweils fallspezifisch geprüft werden müssen. Eine Beteiligung der Privatwirtschaft ist aus mehreren Gründen für die betroffenen Entwicklungsländer attraktiv: Durch den Einbezug des privaten Sektors werden der Zugang zum privaten Kapitalmarkt und damit prinzipiell zusätzliche Investitionen in mehr und bessere Infrastruktur möglich. Die verschuldeten öffentlichen Haushalte werden entlastet und frei werdende Gelder können anderweitig zur Verfügung gestellt werden.¹²⁸ Durch die Entfaltung unternehmerischer Aktivität soll insgesamt die Wasserversorgung verbessert und die Preise gesenkt werden.

Privatisierungsgegner argumentieren, dass Wasser ein Allgemeingut sei und daher in öffentlicher Hand bleiben solle. Der wesentliche Vorteil des öffentlichen Sektors ist, dass er nicht auf Gewinnmaximierung angelegt ist, sondern seine Ziele – zumindest theoretisch – unter der Maxime der Kosteneinsparung zu erreichen versucht. Außerdem ermöglicht eine Wasserversorgung in öffentlicher Hand ein umfassendes Wassermanagement, Transparenz und Kontrolle über die Verwendung der kostbaren Ressource. Die Partnerschaft zwischen erfolgreichen und reformbedürftigen Wasserversorgern („Twinning“) ist eine Möglichkeit, Managementprobleme staatlicher Betriebe zu beheben, ohne Kontrolle an Privatunternehmer abzutreten.¹²⁹

Es wird angenommen, dass eine flächendeckende und qualitativ hochwertige Wasserversorgung besser und kostengünstiger von staatlichen als von privaten Unternehmen erbracht werden kann. Das Argument, private Anbieter hätten ein Interesse an der Ausweitung der Wasseranschlüsse, weil damit die Zahl der Nachfrager erhöht werden könnte, stimmt nur dann, wenn diese Nachfrager über die entsprechende Zahlungsfähigkeit verfügen – eine Voraussetzung, die in Entwicklungsländern häufig nicht erfüllt ist. Außerdem ist der Ausbau der Infrastruktur durch private Unternehmen meist mit einem Anstieg der Verbraucherpreise verbunden.¹³⁰ Es ist zu erwarten, dass sich private Unternehmen im Wesentlichen auf diejenigen Bereiche der Wasserver- und Entsorgung konzentrieren, die die höchsten Gewinnerwartungen mit sich bringen. Im Gegensatz zu den öffentlichen Betrieben können sie nicht oder nur schwer zu Tätigkeiten in unprofitablen Bereichen verpflichtet werden. Wenn sich private Unternehmen tatsächlich nur auf die rentablen Bereiche konzentrieren, ist die Belastung für die öffentliche Hand umso höher. Darunter würden andere notwendige Investitionen leiden, da Erlöse aus dem rentablen Bereich fehlen.¹³¹

Tatsache ist, dass bisher das Interesse der Privatwirtschaft an Investitionen im Wassersektor – ganz anders als im Energie- oder Telekommunikationssektor – eher gering ist. Das liegt an der vergleichsweise langen Kapitalbindung, niedrigen Gebühren, mangelnder

¹²⁸ BMZ 2001

¹²⁹ Enquete-Kommission des Bundestags Globalisierung der Weltwirtschaft 2002

¹³⁰ Paritätische Parlamentarische Versammlung AKP-EU 2006

¹³¹ Enquete-Kommission des Bundestags Globalisierung der Weltwirtschaft 2002

Kaufkraft sowie fehlender Rechtssicherheit.¹³² Viele der Privatisierungsprojekte werden tatsächlich erst durch internationale Geber (z. B. die deutsche Kreditanstalt für Wiederaufbau oder die Weltbank) ermöglicht. Die berechnete Frage bleibt, warum diese Kredite nicht direkt in den öffentlichen Sektor fließen. Vor einer Privatisierungsentscheidung sollte letztendlich immer geprüft werden, ob eine Restrukturierung des öffentlichen Sektors nicht kostengünstiger, transparenter und zuverlässiger wäre.

Kasten 5: Beispiele für Reformen im Wassersektor

Dass eine Reform des Wassersektors auch ohne Privatisierung erfolgreich sein kann, belegen Beispiele aus Afrika. In Kapstadt wurde durch den Einsatz von Wasserzählern eine Effizienzsteigerung erzielt, in Honduras wurden durch Dezentralisierung und verbessertem Gebühreneinzug die Versorgung verbessert und Betriebskosten sowie Defizit reduziert.¹³³ In Uganda hat sich der staatliche Wasserversorger durch die Anwendung innovativer Managementkonzepte seit 1998 zu einem der besten öffentlichen Dienstleistungsunternehmen Südafrikas entwickelt. Dabei orientiert es sich an privatwirtschaftlichen Prinzipien, Kostendeckung, Kundenorientierung und leistungsbezogener Bezahlung.

Als Beispiel für eine gescheiterte Privatisierung im Wassersektor hingegen gilt Bolivien. Im Jahr 1999 wurde als Ergebnis von Verhandlungen mit der Weltbank die Wasserversorgung der drittgrößten Stadt Cochabamba (600 000 Einwohner) privatisiert. Konzessionen wurden auf 40 Jahre festgelegt und ein Profit von 15 Prozent garantiert. Als wenig später ohne merkliche Verbesserungen in der Versorgung die Wasserpreise um 30 bis 100 Prozent angehoben wurden und eine Verbraucherabgabe für öffentliche Brunnen eingeführt werden sollte, führte dies zu heftigem Widerstand der betroffenen Bewohner. Der Privatisierungsvertrag wurde schließlich aufgelöst.

Negative Erfahrungen mit der Privatisierung im Wassersektor wurden aber nicht nur in Entwicklungsländern gemacht: In England wurden Betreiber mehrmals wegen schlechter Versorgungs- und Entsorgungsqualität verklagt. Nach zehn Jahren privater Wasserwirtschaft wird der Ruf nach einer Rückführung in öffentliche Hand immer lauter. In den Niederlanden wurde 2002 sogar ein Gesetz erlassen, dass die Privatisierung der Wasserwirtschaft untersagt.¹³⁴

4.3.2.2 Preisreformen

Unabhängig von der Frage der Eigentumsverhältnisse gelten Preisreformen als ein wichtiges Mittel für einen nachhaltigen Umgang mit Wasserressourcen. Eine Anpassung des Preissystems könnte den finanziellen Eigenbeitrag der Versorger erhöhen und zu sparsamem Umgang anregen. Die Einführung von progressiv gestaffelten Wassergebühren könnte Großverbraucher stärker fordern und gleichzeitig Kleinverbraucher entlasten. Zielgerichtete Einkommenshilfen oder Kleinkredite können helfen, die oft hohen Anschlussgebühren zu bezahlen. Öffentliche Zapfstellen, die vor allem von Armen benutzt werden, könnten von den Tarifen ausgenommen werden. Eine Quersubventionierung durch progressive Tarife ist oft sozial gerechter als eine Subventionierung nach dem

¹³² Schiffer 1998

¹³³ Enquete-Kommission des Bundestags Globalisierung der Weltwirtschaft 2002

¹³⁴ Lozán et al. 2005

Gießkannenprinzip, von der vor allem Großverbraucher profitieren würden und sie fördert den sparsamen Umgang mit Wasser.¹³⁵ Wichtig ist ein klares und effektives Vorgehen beim Einziehen der Gebühren.

Kasten 6: Alternative Ansätze in der städtischen Wasserversorgung

Viele Versorgungsunternehmen investieren in Projekte, die wirtschaftlich problematisch sind, weil die Umstände eine zuverlässige Versorgung der Bevölkerung nicht zulassen. Es müssen alternative Wege gefunden werden. In Peru verzichtet ein Versorger auf die kostspielige Installation von Wasseruhren und stattdessen die Bewohner mit 600l Plastiktonnen aus, die einmal täglich über das Leitungsnetz gefüllt werden. Durch die zeitlich befristete Inbetriebnahme des Netzes werden Wasserverluste durch Leckagen minimiert und die Abrechnung vereinfacht. Die Plastiktonnen werden in Ratenzahlungen an den Betrieb finanziert, damit werden Investitionsmittel für dringende Wartungsarbeiten am maroden Netz möglich.

4.4 Anpassung an den Klimawandel

Im 2006 veröffentlichten Stern-Report wird die Höhe klimabedingter volkswirtschaftlichen Schäden bei ausbleibenden Gegenmaßnahmen auf 5 Prozent des globalen Bruttosozialprodukts beziffert. Die Kosten des Klimawandels werden dabei unverhältnismäßig stark auf Seiten der armen Länder zu Buche schlagen. Das Sekretariat der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) schätzt, dass jährlich 28 bis 67 Milliarden US\$ für Anpassungsmaßnahmen benötigt werden.¹³⁶ Während die wohlhabenden Nationen durch den Klimawandel einen Teil ihres Reichtums verlieren werden, laufen die armen Länder Gefahr, ihre gesamte Lebensgrundlage zu verlieren. Dies bedeutet, dass Anpassung an den Klimawandel für viele Menschen in den Entwicklungsländern keine Option, sondern eine Notwendigkeit ist.¹³⁷

Armutsminderung stellt in diesem Zusammenhang eine besondere Herausforderung dar, weil sie Verwundbarkeit reduziert und somit zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit beiträgt. Anpassungsmaßnahmen lassen sich in der Praxis demnach nur selten von Entwicklungsbemühungen trennen. Aktuelle wissenschaftliche Studien zeigen, dass effektive Entwicklungsplanung Anpassung an Klimawandel berücksichtigen muss und Anpassungsstrategien nur in Verbindung mit Entwicklungsmaßnahmen fruchtbar sind.¹³⁸ Dieses Erkenntnis ist wichtig, um integrierte Strategien für eine „anpassende Entwicklung“ zu konzipieren.¹³⁹ Anpassung beinhaltet nicht notwendigerweise die Entwicklung neuer technologischer und institutioneller Lösungen, sondern vielmehr Verfahren, mit denen bestehende Möglichkeiten des Wassermanagements neu bewertet und ausgewählt werden

¹³⁵ Schiffner 1998

¹³⁶ WRI 2007

¹³⁷ IPCC 2007b (Boko et al)

¹³⁸ WRI 2007

¹³⁹ Harmeling, S. / Burk, J. / Bals, C. 2007a

können. Dabei ist es wichtig, dass Anpassung als Prozess verstanden wird und nicht als kurzfristige Maßnahme.¹⁴⁰

Kasten 7: Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Obwohl in den letzten Jahren die Auswirkungen des Klimawandels immer deutlicher wurden, kam die Diskussion darüber, wie Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden können, nur schleppend voran. Dies mag unter anderem daran liegen, dass bis heute Unklarheit über die Beziehung zwischen Anpassung und Entwicklung besteht. Ein Definitionsproblem, das nicht nur die Projektgestaltung, sondern auch die Projektfinanzierung erschwert hat.

McGray et al. 2007 unterscheiden drei theoretische Konstellationen, in denen Anpassung und Entwicklung sich gegenseitig decken: a) ursprünglich intendierte Entwicklungsmaßnahmen haben positive Auswirkungen auf Anpassungsfähigkeit, b) Anpassung als ein Mittel um die Kontinuität von Entwicklungsprojekten zu gewährleisten und c) Entwicklungsmaßnahmen, die als Mittel zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit eingesetzt werden. Dementsprechend lassen sich Ansätze für Anpassungsmaßnahmen auf einer Skala zwischen den beiden Extremen „Entwicklungsprojekt ohne Klimakomponente“ und „Reaktionen auf den veränderte Umweltbedingungen ohne Entwicklungskomponente“ wie folgt einordnen.¹⁴¹

▲ (entwicklungsorientiert)

Bekämpfung der Ursachen von Verwundbarkeit: Armutsreduzierung, Bildung

Aufbau von Kapazitäten: Aufbau/Stärkung von Institutionen, Monitoring- u. Management Systeme zur Problemlösung

Management von Klimarisiken: Integration von Klimadaten in Entscheidungsprozesse, Katastrophenplanung, Infrastrukturausbau

Reaktion auf Auswirkungen des Klimawandels: Umsiedlung etc.

▼ (klimaorientiert)

Des Weiteren kann zwischen „hard solutions“ und „soft solutions“ unterschieden werden. „Soft solutions“ beinhalten Management, Preisreformen, Effizienzsteigerung, Versicherungen, die Kapazitätenbildung bei Verwaltungen, der lokalen Bevölkerung und in anderen Bereichen etc. „Hard solutions“ stehen für technische Maßnahmen wie Wasserabführung (Drainage), Dammbau und die Errichtung von Entsalzungsanlagen.¹⁴² Eine Voraussetzung für geeignete Anpassungsmaßnahmen ist die Identifikation der Zielgruppe, bzw. der Gruppe, die die höchste Verwundbarkeit aufweist. In aller Regel sind dies Menschen, die schon heute unter Marginalisierung leiden.

Anpassungsmaßnahmen sind häufig mit finanziellem Aufwand verbunden. Wenn nicht sichergestellt ist, dass die besonders verletzlichen Menschen im Fokus der Anpassungsstrategien liegen, muss damit gerechnet werden, dass sich deren Marginalisierung durch die Maßnahmen sogar weiter verschärfen kann. So mögen groß angelegte Vorhaben wie Dämme und Bewässerung als nationales Interesse definiert werden, dafür aber den Armen oder der indigenen Bevölkerung schaden. Win-Win-Situationen sind die Ausnahme.¹⁴³ Die Regierungen sind durch das Recht auf Nahrung und das Recht auf Wasser verpflichtet, die besonders verletzlichen Menschen zu identifizieren und die Bemühungen auf sie zu konzentrieren.

¹⁴⁰ WGBU 2007

¹⁴¹ WRI 2007

¹⁴² Jonch-Clausen 2007

¹⁴³ Adger 2001

Entscheidend für die erfolgreiche Implementierung von nationalen Anpassungsmaßnahmen ist die Frage, ob die Maßnahmen den am stärksten vom Klimawandel betroffenen zu Gute kommen oder ob nationale Interessensgruppen das Projektdesign und die Umsetzung zu ihren Gunsten beeinflussen. Deswegen werden in der internationalen Zusammenarbeit zunehmend Stimmen laut, die einen auf Menschenrechten (Recht auf Nahrung, Recht auf Wasser) basierenden Ansatz („rights-based approach“) für die Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen einfordern. Die Regierungen der Entwicklungsländer, die sich bekanntlich zu den allgemeinen Menschenrechten bekennen, sollen auf diese Weise an ihre Versprechen erinnert werden, sich für die marginalisierten und am stärksten betroffenen Bevölkerungsteile einzusetzen. Demnach sollte die internationale Zusammenarbeit rechtsbasierte Prinzipien in der Anpassungspolitik fördern und Rechenschaft von den betroffenen Regierungen einfordern.

4.4.1 Nationale Aktionsprogramme zur Anpassung (NAPAs)

Einen wichtigen ersten Schritt in Richtung nationaler Anpassung stellen die „Nationalen Aktionsprogramme zur Anpassung“ (NAPAs) dar.¹⁴⁴ Sie beabsichtigen durch die Identifizierung, Entwicklung und Umsetzung gezielter Maßnahmen die Anfälligkeit der ärmsten Entwicklungsländer (LDCs) gegenüber Klimaveränderungen zu reduzieren und gleichzeitig deren Anpassungspotenzial zu erhöhen. Antragsteller erhalten finanzielle Unterstützung aus dem Finanzfonds (LDCF) der UN-Klimarahmenkonvention.¹⁴⁵ Der Fokus liegt auf dringenden Maßnahmen, deren Unterlassen zu erhöhter Verwundbarkeit und damit zu höheren Kosten späterer Anpassungsmaßnahmen führen würde. Die Entwicklung und Implementierung der NAPAs sind als partizipativer Lernprozess konzipiert, der einen Informationsaustausch zwischen verschiedenen Ebenen fördert. Unter Beteiligung der lokalen Bevölkerung sollen Anpassungsstrategien entwickelt werden, die auf lokalem Wissen sowie lokaler Erfahrung basieren. Dadurch sollen die betroffenen Länder in die Lage versetzt werden mit Klimavariabilität und zukünftigen Klimaveränderungen umzugehen.

Die Entwicklung der NAPAs beruht auf Eigeninitiative der Antragsteller. Es sollen in erster Linie vorhandene Ressourcen genutzt werden. Besonders positiv zu sehen ist die Rolle gut durchgeführter NAPAs bei der Bewusstseinsbildung. Der partizipative „bottom-up-Ansatz“ hat das Potenzial, verschiedenste Akteure zusammenzubringen und ein Gefühl der Eigenverantwortung zu entwickeln. Wichtige Voraussetzung, dass die durch die Entwicklung der NAPAs angestoßene Eigendynamik nicht verpufft, ist eine gesicherte Finanzierung der Anpassungsmaßnahmen. Momentan reichen die von Industrieländern bereitgestellten Mittel bei weitem nicht aus – selbst wenn man sich nur auf die kurzfristigen Kostenschätzungen bezieht. Die offene Finanzierung ist somit der wichtigste limitierende Faktor in der erfolgreichen Umsetzung der NAPAs.¹⁴⁶ Die eingereichten Programme lassen sich auf der Internetseite des UNFCCC einsehen.¹⁴⁷

¹⁴⁴ Die NAPAs können heruntergeladen werden unter http://unfccc.int/cooperation_support/least_developed_countries_portal/submitted_napas/items/4585.php

¹⁴⁵ ECBI 2007

¹⁴⁶ ECBI 2007

¹⁴⁷ <http://unfccc.int/adaptation/napas/items/2679.php>

4.4.2 Versicherungssysteme

Versicherungssysteme, die wirtschaftliche Verluste durch klimabedingte Effekte auffangen, können wertvolle Beiträge zur Anpassung an den Klimawandel leisten. In jüngster Zeit haben sich Mikroversicherungen in vielen Teilen der Welt etabliert. Allerdings ist der Aufbau kostenintensiv. Und es kommt sehr auf die Ausgestaltung an, ob eher ein Anreiz für oder gegen Anpassungsmaßnahmen gesetzt wird. Versicherungen sind Risikoteilungsinstrumente. Angesichts des menschengemachten Klimawandels bietet es sich an, dass nicht nur die Betroffenen ihr Risiko über Prämieineinzahlung teilen, sondern dass nach dem Verursacherprinzip auch die Hauptverantwortlichen für den Klimawandel in die Risikoteilung einbezogen werden.

In Entwicklungsländern mit geringer Kaufkraft kann die Beteiligung durch internationale Geber eine Vorbedingung für das Etablieren von flächendeckenden Klimaversicherungen sein¹⁴⁸. Indexbasierte Ernteversicherungen können ein wichtiges Instrument sein, um die Verwundbarkeit von Kleinbauern gegenüber Klimavariabilität und Klimawandel zu reduzieren. Schon im Falle einer festgelegten Zahl von Tagen ohne Regen erhalten die Betroffenen Zahlungen, die sie in die Lage versetzen sollen, für eine mögliche Katastrophe vorzusorgen. Das hat auch den Vorteil, dass die Bauern sich – mit oder ohne Auszahlung – um Ertragssteigerung bemühen, weil sie dadurch höhere Einnahmen erzielen können, und dass der Ertragsverlust nicht aufwendig im Feld bestimmt werden muss. Der Nachteil ist, dass auf diese Weise andere, im Index nicht erfasste Ertragsverluste – z. B. durch Insektenbefall – nicht berücksichtigt werden.

Viele Versicherungsnehmer empfinden die Zahlungsgarantie als vorteilhaft. Hilfeleistung ist nicht davon abhängig, ob gerade ein Wahljahr ist oder Fernsehkameras auf die Fehlernte hinweisen. Für die internationalen Geber kann es sinnvoller sein, eine absehbare Prämie zu zahlen als „ad-hoc“ auf die Krisen reagieren zu müssen. Außerdem können gut gestaltete Versicherungen die Investitionsbereitschaft der Bauern in produktionssteigernde Maßnahmen erhöhen. Am wirkungsvollsten arbeitet der Versicherungsschutz vor Dürre, wenn er mit Krediten für ertragssteigernde Investitionen kombiniert wird.¹⁴⁹ Obwohl Versicherungssysteme als Schlüsselmaßnahme zur Steigerung der Produktivität gelten, darf nicht übersehen werden, dass eine Mindestproduktivität Voraussetzung ist. Sie sind also kein Mittel zum Schutze des ärmsten Bevölkerungsteils. (Dieser kann allerdings – etwa durch Investitionsversicherungen – durchaus indirekt profitieren). Versicherungssysteme entlassen die Staaten und die Weltgemeinschaft nicht aus der Verantwortung der Krisenprävention und –bewältigung.¹⁵⁰

¹⁴⁸ Harmeling, S. / Burck, J. / Bals, C. 2007

¹⁴⁹ Osgood 2007

¹⁵⁰ ebds.

Kasten 8: Dürre-Versicherung in Malawi

In einem für den afrikanischen Kontinent bis dahin einmaligen Pilotprojekt wurde im Jahr 2005 auf Betreiben der Weltbank ein landwirtschaftliches Versicherungssystem erprobt, das Kleinbetriebe vor den wirtschaftlichen Folgen von Dürren schützen und gleichzeitig die landwirtschaftliche Produktivität steigern soll. Dafür wurden verschiedenste Akteure aus Versicherungswesen und Landwirtschaft zusammengebracht. Als Anbauprodukt wurde eine dürreresistente Erdnussart gewählt. Pilotgebiete wurden im Umkreis von 20 km um vorhandene Klimastationen gewählt. Bauern mussten sich in Kleingruppen organisieren und erhielten einen Kredit, der das Saatgut und die Versicherungsprämie abdeckt. Im Versicherungsvertrag stand, bei welchen Niederschlagswerten eine Auszahlung erfolgt.

Das Projekt wurde insgesamt gut angenommen. Als besonders attraktiv stellte sich die Verbindung von Versicherung und Produktionskrediten heraus. Dennoch wurden auch Probleme deutlich: Schwierigkeiten bereiteten die heterogenen Niederschlagsverhältnisse im Umkreis der Klimastationen. Hohe Preise führten dazu, dass ein Teil der Bauern ihre Ernte nicht wie vorgesehen an die Dachorganisation verkaufte, sondern an andere Abnehmer mit attraktiveren Preisen. Der relativ hohe Anteil der Versicherungsprämie an der Kreditsumme stellte für die armen Bauern eine Hürde dar, sich am Projekt zu beteiligen. Das Projekt zeigt, dass klimabezogene Versicherungssysteme insbesondere in Verbindung mit Kleinkrediten die Lebensgrundlage der ländlichen Bevölkerung verbessern und gleichzeitig die Anpassungsfähigkeit an Klimavariabilität und Klimawandel erhöhen können.¹⁵¹

4.4.3 Traditionelles Wissen und Landnutzung

Anpassungsstrategien sollten insbesondere auf die Bedürfnisse der indigenen Bevölkerung eingehen und deren Stärken fördern. Weltweit gehört die indigene Bevölkerung zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gruppen. Das erklärt sich dadurch, dass sie in hohem Maße von intakten Ökosystemen abhängig sind, in der Regel auf Land mit ungünstigen Standorteigenschaften leben, unter starkem sozialen Druck stehen und nur über geringen politischen Einfluss verfügen. Indigene Gruppen sind aber dennoch keine schutzlos ausgelieferten Opfer des Klimawandels. Durch jahrhundertlange Nutzung und Kultivierung ihrer Umwelt haben sie Strategien entwickelt, sich an Klimavariabilitäten und extremen Klimaereignisse anzupassen – sie sind in gewisser Weise lang erprobte Anpassungsexperten.

Dieses Erfahrungswissen kann heute einen wichtigen Beitrag zur Anpassung an den anthropogenen Klimawandel leisten.¹⁵² Um traditionelles Wissen erfolgreich einbinden zu können, sollten Strategien in partizipativer Zusammenarbeit mit der betroffenen Bevölkerung entwickelt werden. Beispiele für erfolgreiche Anwendung von traditionellem Wissen finden sich zum Beispiel im Senegal und in Burkina Faso, wo durch traditionelle Methoden die Baumdichte verdoppelt und somit Bodenerosion und Desertifikation verhindert werden konnte. In Honduras minimiert traditionelle Bewirtschaftungsweise Ernteverluste durch Hurrikane. Feldfrüchte werden im Schutz von Bäumen gepflanzt und Felder terrassiert. Angepasster Wanderfeldbau schützt den Boden vor Auslaugung und Erosion. Traditionelle Techniken des „Rainwater Harvesting“ sind in vielen Trockenge-

¹⁵¹ Osgood 2007

¹⁵² Harmeling, S. / Bals, C. / J. Burck 2007b

bieten der Welt unerlässlich, um die Anfälligkeit des Regenfeldbaus gegenüber zunehmender Klimavariabilität zu minimieren bzw. Anbau erst zu ermöglichen. Allein in Indien existieren über vierzig verschiedene lokal angepasste traditionelle Methoden zur Regenwassergewinnung und des Regenfeldbaus.¹⁵³

Kasten 9: Jessourwirtschaft in Tunesien

Ein Beispiel für traditionelles „Water Harvesting“ ist die Jessourwirtschaft in Tunesien. Im 14. Jahrhundert entwickelte die Berberkultur im bergigen Süden des Landes ein komplexes System aus Ackerterrassen (Jessour), das bis heute die Grundlage der Landwirtschaft in diesem Raum bildet. Auf den Terrassen wird der Oberflächenabfluss und Sediment von den angrenzenden Hängen akkumuliert. Dadurch wird die Kultivierung von Getreide, Bohnen und Baumkulturen (Olivens, Obst) ermöglicht, die sonst unter den semiariden Bedingungen nicht wachsen würden. Das System hat sich über Jahrhunderte hinweg als zuverlässige Grundlage der landwirtschaftlichen Produktion erwiesen.

Gleichzeitig hat das System wichtige ökologische Funktionen. Es bietet Schutz vor Erosion und sorgt für die Auffüllung der Grundwasserreserven im Tiefland. Heute allerdings befinden sich große Teile dieser Anlagen im Verfall. Subsistenzwirtschaft allein reicht nicht mehr zur Sicherung der Lebensgrundlage aus. Große Teile der Landbevölkerung sind auf der Suche nach Arbeit in die Städte abwandert, so dass Arbeitskräfte für die aufwendige Bewirtschaftung fehlen. Zunehmend ist das traditionelle Wissen um die Jessourbewirtschaftung verloren gegangen und viele Terrassen wurden aufgegeben. Nachdem allerdings die ökologischen und wirtschaftlichen Probleme von Großbewässerungsprojekten offensichtlich wurden, ist seit einigen Jahren das Bewusstsein für die Potenziale der Jessourwirtschaft wieder erwacht. Mit staatlichen Hilfen werden Terrassen restauriert und sogar neu angelegt. Von der Rückbesinnung auf traditionelle Anbaumethoden erhofft man sich die Verbesserung der Lebensbedingungen im ländlichen Raum und eine Eindämmung der voranschreitenden Desertifikation.¹⁵⁴

¹⁵³ www.rainwaterharvesting.org

¹⁵⁴ Hill / Woodland 2003

5 Herausforderungen: Die Krise vermeiden, den Wassersektor fit für den Klimawandel machen

Ohne verstärkte Anstrengungen werden bis 2015 die MDGs nicht erreicht werden, vielmehr droht eine krisenhafte Entwicklung im Wassersektor. Verantwortlich dafür sind verschiedene Faktoren, unter anderem das anhaltende Bevölkerungswachstum sowie eine allgemeine Verschlechterung der Wasserverfügbarkeit, die unter anderem durch die Auswirkungen des Klimawandels verursacht werden.

Der Klimawandel wird die bestehenden Probleme im Wassersektor weiter verschärfen. Zwar wird die globale Niederschlagsmenge zunehmen, allerdings werden tendenziell in den heute ohnehin schon von knappen Wasserressourcen gezeichneten Regionen die Variabilität von Niederschlägen sowie die Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen (Dürren / Fluten) zunehmen und die Wasserverfügbarkeit abnehmen. Besonders die Entwicklungsländer werden aufgrund ihrer z. T. ungünstigen naturräumlichen Rahmenbedingungen, aber besonders wegen ihren gering ausgeprägten gesellschaftlichen und institutionellen Handlungsmöglichkeiten unter den Folgen des Klimawandels leiden. Zu den am stärksten betroffenen Regionen gehören Sub-Sahara-Afrika und Südindien. Hier treffen starkes Bevölkerungswachstum, sensible, von Klimavariabilitäten abhängige Ökosysteme und landwirtschaftliche Produktionsweisen auf labile Gesellschaftsstrukturen, die von Armut, fehlenden institutionellen Regelmechanismen und geringer Anpassungskapazität geprägt sind.

Ziel aller Maßnahmen zur Verhinderung von Wasserkrisen sollte eine nachhaltige Wassernutzung sein. Angesichts des steigenden Wasserbedarfs zur Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung ist eine Produktivitäts- und Effizienzsteigerung vor allem im Agrarsektor zentrale Herausforderung für die kommenden Jahrzehnte. Die Verbreitung von optimierten Bewässerungssystemen, aber auch einfache Maßnahmen im Regenfeldbau können dazu einen wertvollen Beitrag leisten. Technologische Maßnahmen und verbesserte Anbaupraktiken sind essentiell, aber alleine nicht ausreichend. Vielmehr bedarf es integrativer, partizipativer Ansätze, die Ökosysteme als Ganzes begreifen und auf eine Stärkung institutioneller Handlungsfähigkeit unter Berücksichtigung aller Akteure setzten (IWRM / Wasserscheide-Management). Nur auf diese Weise wird der Wassersektor dem Ziel einer nachhaltigen Wassernutzung näher kommen, die die Wasserressourcen für heutige und zukünftige Generationen erhält und entwickelt. Ebenfalls großes Potenzial liegt in Strukturreformen. Dabei gilt es abzuwägen, ob eine Privatisierung helfen kann oder ob eine staatliche Wasserversorgung besser in der Lage ist, die notwendige Versorgung insbesondere der armen Bevölkerung zu organisieren. Wie Beispiele belegen, können Reformen auch erfolgreich in staatlich geführten Unternehmen umgesetzt werden.

Das Thema Wasser muss zu einem Fokus der Anpassungsbemühungen werden. Anpassung an den Klimawandel ist für viele Entwicklungsländer keine Option, sondern Notwendigkeit. Aufgrund seiner zentralen Bedeutung für Lebensbedingungen in und die Entwicklungsperspektive von Entwicklungsländern sollte das Thema Wasser verstärkt in den Mittelpunkt der Anpassungsbemühungen rücken. Anpassungs- und Entwicklungsmaßnahmen lassen sich nur selten von einander trennen. Oftmals ergänzen sich beide wechselseitig. Zum Beispiel helfen Maßnahmen wie Armutsbekämpfung oder Bildung die Verwundbarkeit gegenüber dem Klimawandel zu reduzieren. Daher sind Vorhaben in Richtung einer integrativen “anpassenden” Entwicklung von zentraler Bedeutung. Insbesondere gilt es, bestehende Kapazitäten in einem partizipativen Prozess zu identifizieren und zu entwickeln. Besonderer Bedeutung kommt dabei traditionellem / indigenem Wissen zu, das auch in Zukunft wertvolle Beiträge zur Reduzierung der Abhängigkeit von Klimavariationen leisten kann.

Der Wassersektor steht vor mehrfachen Herausforderungen. Neben dem Klimawandel werden die wachsende Weltbevölkerung und der weltweit steigende Energiebedarf den Wassersektor vor große Herausforderungen stellen. Bevölkerungswachstum bedeutet steigender Nahrungsmittelbedarf und stellt damit die Landwirtschaft vor die Aufgabe, in Zukunft mehr zu produzieren und gleichzeitig den Wasserverbrauch zu senken. Veränderungen in der Ernährungsweise, wie vermehrter Fleischkonsum, können ebenfalls die Nachfrage erhöhen. Steigender Energiebedarf wird zu wachsendem Wasserverbrauch in der Energiegewinnung führen (Staudämme / Kühlwasser) und die Konkurrenz um die begrenzten Wasserressourcen verschärfen. Genauso wird der Ersatz von fossilen Kraftstoffen durch Agrartreibstoffe zu steigender Konkurrenz um Wasser Land und Nahrungsmittel führen.

Das Beispiel des Wassersektors zeigt, wie stark der Erhalt der Wasserressourcen für Mensch und Umwelt von Entwicklungen in anderen Sektoren abhängig ist. Fortschritte im Wassersektor werden ganz entscheidend von Fortschritten in anderen Sektoren abhängen.

Angesichts der großen Herausforderungen muss das Thema Wasser stärker in der internationalen Zusammenarbeit und im Bewusstsein von Entscheidungsträgern verankert werden. Verstärkte Anstrengungen sind nötig, um bis 2015 die Zahl der Menschen ohne Zugang zu sauberem Trinkwasser und zu verbesserten sanitären Einrichtungen zu halbieren. Um die Nutzung der Wasserressourcen nachhaltig zu entwickeln bedarf es regionaler und nationaler, aber vor allem auch internationaler Anstrengungen. Ein wichtiger Schritt in Richtung eines Wassersektors, der fit für die kommenden Herausforderungen – insbesondere den Klimawandel – ist, ist die stärkere Verankerung des Themas Wasser in den Köpfen der Menschen. Vor allem aber auch in der internationalen Zusammenarbeit.

6 Literatur

6.1 Germanwatch-Publikationen zum Thema

Bals, C. / Harmeling, S. / Windfuhr, M. (2007): Klimawandel und Ernährungssicherheit. Trends und zentrale Herausforderungen. Erste Ergebnisse eines gemeinsamen Studienvorhabens. <http://www.germanwatch.org/klima/klimern07.htm>

Harmeling, S. / Bals, C. (2007): Die Millennium-Entwicklungsziele und der Globale Klimawandel. Langfassung. Bonn. <http://www.germanwatch.org/klima/klimdg07.htm>

Harmeling, S./ Burck, J. / Bals, C. (2007a): Anpassung an den Klimawandel in Afrika und die Entwicklungszusammenarbeit der Europäischen Union. Bonn. <http://www.germanwatch.org/klima/euafr07.htm>

Harmeling, S. / Bals, C. / Burck, J. (2007b) Adaptation to Climate Change in Africa and the European Union's Development Cooperation. Bonn. <http://www.germanwatch.org/klima/euafr07e.htm>

6.2 Im Text zitierte Quellen

Adger N. W. (2001): Scales of Governance and Environmental Justice for Adaptation and Mitigation of Climate Change. In: Journal of International Development 13: S. 921-931

Agoumi, A. (2003): Vulnerability of North African Countries to Climatic Changes, Adaptation and Implementation Strategies for Climatic Change. http://www.cckn.net/pdf/north_africa.pdf

Arnell, N.W. (2004): Climate Change and Global Water Resources: SRES emissions and socio-economic scenarios. Global Environmental Change, 14, 31-52

Arnell, N.W.(2006a): Global Impacts of Abrupt Climate Change: an Initial Assessment. Working Paper 99, Tyndall Centre for Climate Change Research, University of EastAnglia, Norwich, S. 37

Arnell, N.W. (2006b): Climate Change and Water Resources: A Global Perspective. In Schellnhuber (Hrsg.) Avoiding Dangerous Climatic Change. Camebridge. S. 165-175. <http://www.defra.gov.uk/ENVIRONMENT/climatechange/research/dangerous-cc/pdf/avoid-dangercc.pdf>

Barnett, T. P., Adam, J. C. und Lettenmaier, D. P. (2005): Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. Nature 438, 303

Bernhardt, D. (2003): Klimawandel und Wasser. Brot für die Welt Hintergrund-Materialien, Nr. 10

Brauch, H. G. (2006): Regionalexpertise: Destabilisierungs- und Konfliktpotenzial prognostizierter Umweltveränderungen in der Region Südeuropa und Nordafrika bis 2020/2050. Expertise für das WBGU-Hauptgutachten „Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel“. http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007_ex01.pdf. Berlin: WBGU.

Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) (2001): Strukturreformen des Wassersektors. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beitrags beim BMZ. Bonn. <http://bmz.de/de/service/infothek/fach/spezial/spezial036pdf.pdf>

Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) (2006): Der Wassersektor in der deutschen Entwicklungszusammenarbeit, BMZ-Materialien Nr. 154. Bonn <http://www.bmz.de/de/service/infothek/fach/materialien/Materialie154.pdf>

Center for Strategic and International Studies (CSIS) (2005): Addressing Our Global Water Future. http://water.csis.org/050928_ogwf.pdf

Coudrain et al. (2005): Glacier Shrinkage in the Andes and Consequences for Water Resources – Editorial. In: Hydrological Sciences-Journal, Jahrgang 50, Nr.6, S. 925-932

Cox, P. M., Betts, R. A., Jones, C. D., Spall, S. A. und Totterdell, I. J. (2000): Acceleration of global warming due to carbon cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature* 408, 184-187

Du, B.L. / J.W. Zhang, (2000): Adaptation Strategy for Sea-Level Rise in Vulnerable Areas Along China's Coast. *Acta Oceanologica Sinica*, 19, 1-16

Enquete-Kommission Globalisierung der Weltwirtschaft – Herausforderungen und Antworten (2002): Schlussbericht. Privatisierung und Liberalisierung in Entwicklungs- und Schwellenländern (Kap 7.5.3.2). http://www.bundestag.de/gremien/welt/glob_end/index.html

European Capacity Building Initiative (ECBI) (2007): Lessons Learned in Preparing National Adaptation Programmes of Action in Eastern and Southern Africa. http://www.eurocapacity.org/downloads/ecbi_NAPA_PA_Project_2007.pdf

Fischer, G., Shah, M., Tubiello, F. N. und van Velhuizen, H. (2005): Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990-2080. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences* 360, 2067–2073

Flannery, T. (2006): Wir Wettermacher. Wie die Menschen das Klima verändern und was das für unser Leben bedeutet, Frankfurt

Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) (2005): Impact of Climate Change, Pests and Diseases on Food Security and Poverty Reduction. Background Document, 31st Session of the Committee on World Food Security, Rom

Giese, E. und Sehring, J. (2006): Regionalexpertise: Destabilisierungs- und Konfliktpotenzial prognostizierter Umweltveränderungen in der Region Zentralasien bis 2020/2050. Expertise für das Hauptgutachten „Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel“. http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007_ex05.pdf. Berlin: WBGU.

- Held, M. et al. (2005): Simulation of Sahel Drought in the 20th and 21st Centuries. In: Proceedings of the National Academy of Sciences, Jahrgang 102, Nr. 50, S. 17891-17896. http://www.gfdl.noaa.gov/~ih/papers/sahel_pnas_pub.pdf
- Hellmuth, E. et al. (2007): Introduction. In: Climate Risk Management in Africa: Learning from Practice, Hellmuth et al. (Hrsg.), S. 1-12
- Hill J., W. Woodland (2003): Contrasting water management techniques in Tunisia: towards sustainable agricultural use. In: The Geographical Journal, Vol., 169, Nr. 4, S. 342-357
- International Food Policy Research Institute (2002): Global Water Outlook. Averting an Impending Crisis. Washington. <http://www.ifpri.org/pubs/fpr/fprwater2025.pdf>
- International Water Management Institute (IWMI) (2007): Water for Life. A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London. http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/synthesis/Summary_SynthesisBook.pdf
- IPCC (2007a): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Genf. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>
- IPCC (2007b): Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Genf. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm>
- Jonch-Clausen, T. (2007): Water and Climate Change – the Added Challenge to Achieve the MDGs, Präsentation auf dem Southeast Asia Water Forum, Kuala Lumpur. <http://www.gwpforum.org/gwp/library/SEAWF-water-and-climate-3.pdf>
- Kates R. W. (2000): Cautionary Tales: Adaptation and the Global Poor. In Climatic Change 45: S. 5-17
- Kundzewicz, Z.W. et al. (2007): Freshwater Resources and their Management. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, 173-210
- Kunstmann, H. (2007): Regionale Auswirkung der Klimaveränderung auf die Wasserverfügbarkeit in klimasensitiven Gebieten. In: Endlicher, W. (Hrsg): Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. Potsdam, S.67-74
- Lozán et al. (Hrsg.) (2005): Warnsignal Klima – Genug Wasser für alle?. Wissenschaftliche Fakten
- Mauser, W. (2007): Wie lange reicht die Ressource Wasser? – Vom Umgang mit dem blauen Gold. Bundeszentrale für politische Bildung, Schriftenreihe Band 659, 247 S., Bonn
- McCarthy. M. (2006): The Century of Drought. In: The Independent, 4 October 2006. <http://www.independent.co.uk/environment/the-century-of-drought-418623.html>
- McCartney, M. et al. (o.J.): Integrated water resources management and agriculture in Southern Africa.

<http://www.iwmi.cgiar.org/africa/east/Documents/Integrated%20water%20resources%20management%20and%20agriculture%20in%20South%20Africa.pdf>

Millennium Ecosystem Assessment (MA) (2005a): Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and Water, Synthesis Report. Washington. <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf>

Nyong, A. (2006): Impacts of Climate Change in the Tropics: The African Experience. In *Avoiding Dangerous Climate Change*, Schellnhuber H.J. (Hrsg.), S. 235-240

Osgood, D. / D. Warren (2007): Drought Insurance in Mali. In *Climate Risk Management in Africa: Learning from Practice*, Hellmuth et al. (Hrsg.), S.75-88

Paritätische Parlamentarische Versammlung AKP-EU (2006): Bericht über Wasser in Entwicklungsländern, Teil B.

http://www.futurdeleurope.parlament.gv.at/intcoop/acp/92_01/pdf/pr_waterb_de.pdf

Prasad-Gurung, C., R.Singh /J.Harkness (2005): An Overview of Glaciers, Glacier Retreat, and Subsequent Impacts in Nepal, India and China.

<http://assets.panda.org/downloads/himalayaglaciarsreport2005.pdf>

Schellnhuber, H.J. / Jäger, C. (2006): *Avoiding Dangerous Climate Change*. Cambridge.

<http://www.defra.gov.uk/ENVIRONMENT/climatechange/research/dangerous-cc/pdf/avoid-dangercc.pdf>

Schiffner, M. (1998): Wasserknappheit in den Entwicklungsländern ?, Analysen und Stellungnahmen Nr. 3/1998, Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE).

<http://www.die->

[gdi.de/die_homepage.nsf/0/60cf785b4bfedbd4c12569ef0048b62b?OpenDocument](http://www.die-gdi.de/die_homepage.nsf/0/60cf785b4bfedbd4c12569ef0048b62b?OpenDocument)

Scholz, I. / S. Bauer (2006): Klimawandel und Desertifikation. In: Klingebiel, S. (Hrsg.): *Afrika-Agenda 2007: Ansatzpunkte für den deutschen G8-Vorsitz und die EU-Präsidentschaft*. Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE), 63–70

Siligato, S. et al. (o.J.): Integrated Watershed Management as a Tool for Ecologically Sound Water Resources Management and Sustainable Economic and Social Development. <http://www.mrcmekong.org/download/Papers/Siligato-et-al-MRC-GTZ-WSMP.pdf>

Thiaw, W. M. (2007): Recent climate anomalies in the Sahel: natural variability or climate change?

United Nations (2007): *The Millenium Development Goals Report 2007*. New York.

<http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/mdg2007.pdf>

United Nations (2007): *Water – A Shared Responsibility*. The United Nations World Water Development Report 2.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001431/143120E.pdf>

United Nations Development Programme (UNDP) (2005a): *Human Development Report 2005: International Cooperation at a Crossroads – Aid, Trade and Security in an Unequal World*. New York: <http://hdr.undp.org/reports/global/2005/>

United Nations Development Programme (UNDP) (2005b): In die Entwicklung investieren. Ein praktischer Plan zur Erreichung der Millenniums-Entwicklungsziele. Bericht an den Generalsekretär der vereinten Nationen. New York.

http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_en_complete.pdf

United Nations Development Programme (UNDP) (2007): Human Development Report 2007/2008. Fighting Climate Change: Solidarity in a Divided World. New York.

http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_en_complete.pdf

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2006): Water - A shared Responsibility. The United Nations World Water Development Report 2. Paris. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001454/145405E.pdf>

UN-Water (2007a): World Water Day 2007 – Every Drop Counts.

<http://www.unwater.org/wwd07/downloads/documents/wwd07brochure.pdf>

UN-Water (2007b): World Water Day 2007 - Coping with Scarcity. Challenge of the Twenty-First Century.

<http://www.unwater.org/wwd07/downloads/documents/escarcity.pdf>

Wassmann, R., et al. (2004): Sea Level Rise Affecting the Vietnamese Mekong Delta: Water Elevation in the Flood Season and Implications for Rice Production. *Climatic Change*, 66, 89-107.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2007): Welt im Wandel. Sicherheitsrisiko Klimawandel. Berlin.

http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007.pdf

Wolf, A. T. et al.. (2003): International waters: Identifying Basins at Risk. *Water Policy* 5 (1): 29-60

World Health Organisation (WHO) (2003a): Right to Water. Genf.

http://www.unhchr.ch/html/menu2/6/who_ohchr.pdf

World Health Organisation (WHO) (2003b): Climate Change and Human Health – Risks and Responses. Summary. Genf

<http://www.who.int/globalchange/publications/cchhsummary/en/>

World Resource Institute (WRI) (2007): Weathering the Storm. Options for Farming. Adaptation and Development. Washington

World Water Council (2000): World Water Vision. Making Water Everybody's Business. London <http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=961>

World Water Forum (2000): The Africa Water Vision for 2025: Equitable and Sustainable Use of Water for Socioeconomic Development. 34 pp

Yang, H / Zehnder, A.(2002): Water Endowments and Virtual Water Trade. In *Gaia*, Jahrgang 11 Nr.4, S.263-266

Zickfeld, K. / B. Knopf (2005): Is the Indian Summer Monsoon Stable Against Global Change? In: *Geophysical Research Letters*, Jahrgang 32, L15707

Internetquellen:

Global Water Partnership: <http://www.gwpforum.org>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): <http://www.ipcc.ch>

International Decade for Action, Water for Life (2005-2015):
<http://www.un.org/waterforlifedecade/>

International Food Policy Research Institute (IFPRI): <http://www.ifpri.org/>

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) <http://www.pik-potsdam.de/>

UN-Millennium Development Goals: <http://www.un.org/millenniumgoals/>

United Nations Environment Programme (UNEP) <http://www.unep.org/>

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): <http://unfccc.int>

UNFCCC NAPAS: <http://unfccc.int/adaptation/napas/items/2679.php>

UN-WATER: <http://www.unwater.org>

World Resource Institute (WRI): <http://www.wri.org>,
<http://earthtrends.wri.org/updates/node/264>

World Water Council: <http://www.worldwatercouncil.org>

... Sie fanden diese Publikation interessant und hilfreich?

Wir stellen unsere Veröffentlichungen zum Selbstkostenpreis zur Verfügung, zum Teil auch unentgeltlich. Für unsere weitere Arbeit sind wir jedoch auf Spenden und Mitgliedsbeiträge angewiesen.

Spendenkonto: 32 123 00, Bank für Sozialwirtschaft AG, BLZ 10020500

Informationen zur Mitgliedschaft finden Sie auf der Rückseite dieses Hefts. Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Germanwatch

"Hinsehen, Analysieren, Einmischen" – unter diesem Motto engagiert sich Germanwatch für Nord-Süd-Gerechtigkeit sowie den Erhalt der Lebensgrundlagen und konzentriert sich dabei auf die Politik und Wirtschaft des Nordens mit ihren weltweiten Auswirkungen. Die Lage der besonders benachteiligten Menschen im Süden bildet den Ausgangspunkt des Einsatzes von Germanwatch für eine nachhaltige Entwicklung.

Unseren Zielen wollen wir näher kommen, indem wir uns für faire Handelsbeziehungen, für einen verantwortlich agierenden Finanzmarkt, für die Einhaltung der Menschenrechte und für die Vermeidung eines gefährlichen Klimawandels stark machen. Germanwatch finanziert sich aus Mitgliedsbeiträgen, Spenden und Zuschüssen der Stiftung Zukunftsfähigkeit sowie aus Projektmitteln öffentlicher und privater Zuschussgeber.

Möchten Sie die Arbeit von Germanwatch unterstützen? Wir sind hierfür auf Spenden und Beiträge von Mitgliedern und Förderern angewiesen. Spenden und Mitgliedsbeiträge sind steuerlich absetzbar.

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.germanwatch.org oder bei einem unserer beiden Büros:

Germanwatch Büro Bonn
Dr. Werner-Schuster-Haus
Kaiserstr. 201, D-53113 Bonn
Telefon +49 (0)228 / 60492-0, Fax, -19

Germanwatch Büro Berlin
Voßstr. 1, D-10117 Berlin
Telefon +49 (0)30 / 288 8356-0, Fax -1

E-mail: info@germanwatch.org
Internet: www.germanwatch.org

Bankverbindung / Spendenkonto:
Konto Nr. 32 123 00, BLZ 100 205 00,
Bank für Sozialwirtschaft AG



Per Fax an:

+49-(0)30 / 2888 356-1

Oder per Post:

Germanwatch e.V.
Büro Berlin
Voßstr. 1
D-10117 Berlin

Ja, ich unterstütze die Arbeit von Germanwatch

☐ Ich werde Fördermitglied zum Monatsbeitrag von €..... (ab 5 €)

Zahlungsweise: ☐ jährlich ☐ vierteljährlich ☐ monatlich

☐ Ich unterstütze die Arbeit von Germanwatch durch eine Spende von
€..... jährlich €..... vierteljährlich €..... monatlich €..... einmalig

Name

Straße

PLZ/Ort

Telefon

E-Mail

Bitte buchen Sie die obige Summe von meinem Konto ab:

Geldinstitut

BLZ

Kontonummer

Unterschrift