

Die globale Wasserkrise und der virtuelle Wasserhandel

Wie innovative Forschung zu einem besseren Ressourcen-Management beitragen kann



von
**Diana Hummel,
Florian Keil und
Alexandra Lux**

Der Gedanke ist so einfach wie die Umsetzung schwierig: Können nicht Länder dadurch ihre Wasserressourcen schonen, dass sie auf die Erzeugung von Agrarprodukten, für die sie viel Wasser benötigen, verzichten und diese stattdessen importieren? Hinter dieser Frage steht das Konzept des virtuellen Wasserhandels, für dessen Erfindung John A. Allan vom King's College in London im August bei der Internationalen Weltwasserwoche in Stockholm den renommierten »Stockholm Water Price« erhielt. Der britische Professor ist einer der bekanntesten und meistzitierten Wissenschaftler in der internationalen Wasserforschung. Durch den mit 100 000 Euro dotierten Preis wurde Allan für seine innovativen und provokanten Lösungs-

Das Konzept des virtuellen Wassers zum Anfassen: Für die Erzeugung von einer Flasche Bier werden rund 100 Liter Wasser benötigt – hauptsächlich zur Produktion der Gerste.

ansätze zur globalen Wasserkrise ausgezeichnet. Das Konzept steht beispielhaft für neue Wege einer integrierten, transdisziplinären Wasserforschung, wie sie auch Wissenschaftler verschiedener Disziplinen der Goethe-Universität und des Instituts für sozial-ökologische Forschung (ISOE) gemeinsam beschreiben.

Die Zahlen werden zu gegebenen Anlässen immer wieder in den Medien zitiert: Obwohl die Erdoberfläche zu etwa zwei Dritteln aus Wasser besteht, haben rund 1,5 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser und müssen 2,5 Milliarden ohne eine hygienische Abwasserentsorgung auskommen. Täglich sterben weltweit 5000 Kinder aufgrund mangelnder Hygiene und fehlender Sanitäranlagen. Nach Schätzungen der Vereinten Nationen wird sich diese dramatische Situation bis zum Jahr 2050 noch verschärfen. Bereits heute sind vor allem die ärmsten Gebiete der Erde vom Wassermangel betroffen. Zur ungleichmäßigen Verteilung der weltweiten Wasserressourcen kommt verschärfend der Klimawandel hinzu, dessen Auswirkungen regional äußerst unterschiedlich ausfallen.

Zugleich wird die Weltbevölkerung nach den aktuellen Prognosen von derzeit 6,7 Milliarden Menschen bis zum Jahr 2050 um zwei Milliarden Menschen anwachsen. Heute konzentriert sich das Bevölkerungswachstum nahezu ausschließlich auf die Entwicklungsländer und dort insbesondere auf die Städte. Nach Einschätzung der Welternährungsorganisation FAO kann die Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung nur gesichert werden, wenn die landwirtschaftlichen Erträge steigen, die Bewässerungslandwirtschaft ausgebaut und das Wassermanagement verbessert werden. Denn mit wachsendem Lebensstandard steigt der Wasserbedarf erheblich.

Unstrittig unter den Experten, die auf der diesjährigen Stockholmer Konferenz diskutierten, ist, dass eine effizientere Nutzung aller Wasserressourcen angesichts der globalen Veränderungen vordringlich ist. Ein wichtiger Schlüssel für den Umgang mit der Wasserknappheit und der wachsenden Degeneration der Wasserressourcen ist die Steigerung der Wasserproduktivität: Es muss gelingen, Wasser so einzusetzen, dass der erwirtschaftete Ertrag im Verhältnis zur Wasserentnahme deutlich zunimmt.

Bei jeder Handelsaktion geht es auch um Wasserressourcen

Virtuelles Wasser ist heute nicht nur in der internationalen Wasserforschung, sondern auch in der Umweltökonomie und der Nachhaltigkeitsforschung ein gän-

giger Begriff. Zunächst einmal wirkt er jedoch schwer zugänglich: Wasser ist doch nicht virtuell, sondern ganz materiell. Aber »virtuell« ist nicht gleichbedeutend mit »nicht wirklich vorhanden«. Die dem Konzept zugrunde liegende Idee beruht vielmehr auf einem ganz realen Vorgang: Jedes Produkt und jede Dienstleistung benötigt bei der Herstellung je nach Standort, klimatischen Verhältnissen und Produktionsbedingungen eine bestimmte Menge Wasser – zum Beispiel Bewässerungs- und Regenwasser bei der Produktion von Nahrungsmitteln, Wasser als Kühl- und Verdünnungsmittel bei der Herstellung von Industriegütern oder einfach das Wasser, das für die Versorgung der Menschen in einem Bürogebäude benötigt wird. Physisch ist nun aber das für seine Erzeugung eingesetzte Wasser im Endprodukt nicht mehr oder allenfalls nur noch zu geringen Anteilen enthalten – daher die Bezeichnung »virtuell«.

Der durchschnittliche virtuelle Wassergehalt ist von Produkt zu Produkt sehr unterschiedlich: Um eine Tasse Kaffee auf dem Frühstückstisch zu haben, müssen etwa 140 Liter Wasser eingesetzt werden, für die Erzeugung von einem Kilogramm Weizen sind es im Schnitt schon 1000 Liter, während es ein Kilogramm Käse auf rund 5000 und ein Kilogramm Rindfleisch gar auf 15000 Liter Wasser bringen. Zum Vergleich: Bei der Herstellung eines Baumwollhemds werden durchschnittlich 2700, bei einem Paar Schuhe 8400 und bei einem Mittelklasse-Auto 400000 Liter Wasser verbraucht (Hoekstra/Chapagain 2008).

In jeder Handelsaktion findet somit auch ein indirekter Handel mit den im Produktions- oder Dienstleistungsprozess genutzten Wasserressourcen statt. Es wird daher auch vom »virtual water trade«, vom »virtuellen Wasserhandel« gesprochen. Daraus – und dies war der neue Ansatz Allans und seiner Kollegen – erwächst die Möglichkeit eines gezielten Ausgleichs unterschiedlicher lokaler, regionaler und nationaler



Almería – Südspanien: Auf einer Fläche so groß wie Frankfurt am Main werden in Treibhäusern zehn Prozent des deutschen Obst- und Gemüseimports produziert. Das dafür erforderliche Wasser wird in dem regenarmen Gebiet aus tiefen Grundwasserleitern gefördert. Übernutzung und Versalzung durch nachströmendes Meerwasser sind die Folgen.

Wasserverfügbarkeiten. Strategisch eingesetzt, kann der virtuelle Wasserhandel – unter bestimmten ökologischen, ökonomischen, politisch-institutionellen und soziokulturellen Bedingungen – zu einem Ausgleich des Wasserdefizits in regenarmen Ländern beitragen. Die Grundidee ist, dort die Volkswirtschaft sektoral so umzustellen, dass vornehmlich wassergünstige Güter produziert und solche, deren Herstellung wasserintensiv ist, vermehrt aus wasserreichen Regionen importiert werden. Eine derartige Steuerung der virtuellen Wasserströme kann nicht nur Süßwasserressourcen für die direkte Nutzung durch die Bevölkerung freisetzen. Indem so die Abhängigkeit der landwirtschaftlichen Produktion von klimatisch bedingten Schwankungen in der lokalen Wasserverfügbarkeit sinkt, kann gleichzeitig die Nahrungsmittelversorgung sicherer gemacht werden.

Der virtuelle Wasserhandel und die Verschiebung der Machtstrukturen

In der Praxis stößt eine solche Strategie jedoch auf Hindernisse. So erfordert der Import von Waren, die bisher selbst produziert wurden, Kapital, das gerade armen, bisher von landwirtschaftlicher Produktion abhängigen Volkswirtschaften zumeist fehlt. Eine Erhöhung der Kapitalkraft durch Umstellung auf Sektoren mit einer höheren Wertschöpfung wie Industrie oder Dienstleistungen ist jedoch in erheblichem Maße abhängig vom Bildungsgrad der Bevölkerung. Anpassungsdruck wegen immer knapper werdender Wasserressourcen und gesellschaftliche Anpassungsfähigkeit können daher auf stark unterschiedlichen Zeitskalen liegen. Gleichzeitig kann virtueller Wasserhandel in-

Ehrung für den Erfinder des virtuellen Wassers: Im August dieses Jahres erhielt John A. Allan, Professor am King's College London, aus der Hand der schwedischen Kronprinzessin Victoria den »Stockholm Water Prize«.





Autos verbrauchen Wasser: Bei der Herstellung eines Mittelklassewagens, wie hier in Tschechien, werden im Schnitt 400 000 Liter Wasser verbraucht. Der weltweite industrielle Wasserverbrauch entspricht jedoch nur 10 Prozent des globalen Wasserverbrauchs für die Getreideproduktion.

nerhalb einer Gesellschaft zu einer erheblichen Verschiebung der Machtstrukturen führen. In einem Land, das in der Grundversorgung auf Nahrungsmittelautarkie verzichtet und seine Bevölkerung durch importierte Lebensmittel versorgt, kann ein staatliches Monopol über die Nahrungsmittelversorgung entstehen. Besonders in Ländern, in denen eine unsichere Ernährungssituation mit Korruption, Missmanagement, schwachen Institutionen und unzureichender Infrastruktur verknüpft ist, kann virtueller Wasserhandel daher mit hohen Risiken verbunden sein.

Die Beispiele machen deutlich, dass in einer konkreten Problemsituation eine Vielzahl von Aspekten zu berücksichtigen ist, bevor virtuelles Wasser als politisches und ökonomisches Instrument für ein nachhaltigeres Wasserressourcen-Management genutzt werden kann. Für die Forschung bedeutet das vor allem, Chancen und Risiken regionalisiert im Hinblick auf die Adaptionsfähigkeit und Entwicklungspotenziale der jeweiligen Gesellschaften und Volkswirtschaften zu betrachten. So können bei zu treffenden Entscheidungen für bestimmte sektorale Politiken und Formen des Ressourcenmanagements Differenzierungen hinsichtlich geeigneter Regionen oder Länder sowie Varianten des Konzepts und seiner Umsetzungsbedingungen vorgenommen werden. In einigen Ländern wie etwa in Jordanien und Ägypten wird dies teilweise bereits praktiziert.

Integriertes Wasserressourcen-Management: Im Norden von Namibia arbeiten Wissenschaftler und Bevölkerung zusammen

Nachhaltige Wirkungen können solche Strategien aber nur entfalten, wenn sie die Prinzipien eines Integrierten Wasserressourcen-Managements (IWRM) berücksichtigen. Diese Prinzipien sind im Zusammenhang mit der »Rio-Konferenz« (UN-Konferenz zu Umwelt und Entwicklung, 1992) entwickelt worden und besagen im Kern, dass die Erschließung und das Management von Wasser, Land und anderen Ressourcen enger verzahnt werden müssen. IWRM soll vor allem eine Erhöhung der sozialen und ökonomischen Wohlfahrt gewährleisten, ohne die betroffenen Ökosysteme in ihrer Reproduktionsfähigkeit zu gefährden. In der Umsetzung von IWRM werden zum Beispiel übergreifende

Wasserbewirtschaftungspläne auf unterschiedlichen administrativen Ebenen entwickelt – von kommunal über regional oder gesamtstaatlich bis hin zu transnational. Solche Pläne können virtuellen Wassertransfer als ein Element neben anderen technischen und ökonomischen Maßnahmen (wie Entsalzungsanlagen, Regenwasserzisternen, Tröpfchenbewässerung, Landnutzungsänderungen und Wasserpreise) integrieren. Um diesen Managementansatz für eine Region auszuarbeiten, müssen Experten aus naturwissenschaftlich-technischen und sozialwissenschaftlichen Disziplinen intensiv zusammenarbeiten. Eine Umsetzung des Konzepts vor Ort ist aber nur möglich, wenn Bevölkerung und lokale Entscheidungsträger schon bei seiner Ausarbeitung einbezogen werden – eine Forderung, die in den IWRM-Prinzipien ausdrücklich festgeschrieben ist.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt »CuveWaters«, das vom Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) koordiniert wird, steht beispielhaft für diesen neuen integrierten, transdisziplinären Ansatz in der Wasserforschung. Im zentralen Norden Namibias liegt das Cuvelai-Etosha-Basin, ein Gebiet rund sechsmal so groß wie Hessen, in dem mit etwa 800 000 Menschen fast die Hälfte der gesamten Bevölkerung Namibias lebt. Das Wasserdargebot schwankt im Cuvelai-Etosha-Basin erheblich: Ausgeprägte Dürren oder Trockenperioden (Mai bis Oktober) wechseln mit teilweise starken Überflutungen während der zweiten Hälfte der Regenzeit (Januar bis April). Häufig sind bisher erschlossene Grundwasservorkommen zu salzhaltig für die Trinkwassernutzung. Trinkwasser wird daher im Wesentlichen über ein Fernleitungssystem bereitgestellt, das aus dem namibisch-angolanischen Grenzfluss Kunene



Die Arbeit im Projekt CuveWaters: Workshop mit Bewohnern zur Gestaltung eines Sanitärzentrums für ein formal nicht genehmigtes Siedlungsgebiet im Norden Namibias.

entnommenes Wasser in die Region transportiert. Die lokale Bevölkerung ist dadurch stark abhängig von Angola und seiner politischen und wirtschaftlichen Entwicklung. Hohes Bevölkerungswachstum, extreme Siedlungsdichte und anhaltende Urbanisierung erschweren darüber hinaus vielfach die nachhaltige Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser und sanitären Einrichtungen.

Um die Lebensbedingungen der Menschen im Cuvelai-Etosha-Basin zu verbessern, entwickelt das Projektteam aus insgesamt über 20 namibischen und deutschen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen ein den örtlichen Verhältnissen angepasstes IWRM-Konzept. Kernziel ist es, die Nutzung von Wasser zu optimieren und gleichzeitig Impulse für die Armutsreduktion und Regionalentwicklung zu setzen. Im Fokus stehen dabei die verstärkte Nutzung lokaler Wasserressourcen und die Erhöhung der Wasserproduktivität (Wasserwiederverwendung und Abwasserrecycling zur Gewinnung von Energie, Nährstoffen und keimfreiem Bewässerungswasser). Mithilfe eines »Multi-Ressourcen-Mix« soll Wasser von unterschiedlicher Qualität und Herkunft für verschiedene Zwecke verwendet werden. Auf diese Weise lassen sich lokale Wasservorkommen besser nutzen. Dies trägt dazu bei, die Konkurrenz um das Kunene-Wasser zu entschärfen und die Verteilung des Wassers zu optimieren.

Für den ländlichen Siedlungsbereich Epyeshona wurde beispielsweise eine Lösung erarbeitet, mit der Regenwasser auf Dächern gesammelt werden kann. Andere ländliche Regionen, die nicht an die Fernwasserleitung angeschlossen sind, sollen dezentral über Grundwasser versorgt werden, das mithilfe von solarbetriebenen Anlagen entsalzt wird. Im städtischen Raum wurde für ein formal nicht genehmigtes Siedlungsgebiet, in dem bisher kaum Sanitäranlagen bestehen, ein Konzept für ein modernes Sanitärzentrum entwickelt. Hier wird Abwasser als Ressource genutzt, indem in einem anaeroben Reinigungssystem Biogas produziert und das verbleibende, gereinigte Abwasser gleichzeitig als Bewässerungswasser und als Bodennährstofflieferant genutzt wird. Bei der Auswahl von Standorten und der Gestaltung dieser Techniken werden nicht nur naturwissenschaftlich-technische Expertise und sozial-empirische Forschung vernetzt. Durch Workshops vor Ort werden zudem auch alle relevan-



Fernwasserversorgung in Namibia: Zwei Mitarbeiter der städtischen Trinkwasserwerke von Oshakati begutachten eine Leitung, die Wasser aus dem Kunene, dem entlegenen Grenzfluss zu Angola, in die wasserarme Region transportiert.

ten Akteure wie Bauern und Dorfbewohner sowie die lokale Administration und traditionelle Autoritäten von Anfang an einbezogen. Die Umsetzung der Maßnahmen soll in einer für 2009 anstehenden zweiten Projektphase erfolgen.

Herausforderung integrierte Wasserforschung: Das Zusammenwirken sozialer und ökologischer Dynamiken

»In einer Welt, in der die Sektoren Natur, Technik und Gesellschaft immer stärker miteinander zusammen- und voneinander abhängen, wird eine integrierende Betrachtung auch und gerade in der Wasserforschung unabdingbar«, so betont die Deutsche Forschungsgemeinschaft in ihrer wegweisenden, bereits vor fünf Jahren veröffentlichten Denkschrift zum Thema Wasserforschung. Doch was sind die wesentlichen Merkmale einer integrierten Wasserforschung, und wo liegen ihre besonderen Herausforderungen? Entscheidend ist die zunächst einfach scheinende Feststellung, dass Wasserprobleme – und dies gilt auch für vergleichbare Probleme im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung – immer auch gesellschaftliche Probleme

Die Autoren

Dr. Diana Hummel, 45, ist seit 2002 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) mit den Forschungsschwerpunkten Demografie und Versorgung, Nachhaltigkeit und internationale Entwicklungen sowie »Gender & Environment«. Sie ist Lehrbeauftragte am Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Goethe-Universität, Schwerpunkt Vergleichende Politikwissenschaft und Internationale Beziehungen. Sie studierte Erziehungswissenschaften, Psychologie und Gesellschaftswissenschaften an der Universität Frankfurt und promovierte 1999 am Fachbereich Gesellschaftswissenschaften. Am ISOE ist sie verantwortlich für den Forschungsschwerpunkt Bevölkerungsentwicklung und Versorgung. Im Rahmen von empirischen und theoretischen

Arbeiten forscht sie seit mehreren Jahren zum Thema virtueller Wasserhandel.

Dr. Florian Keil, 39, ist seit 2003 wissenschaftlicher Mitarbeiter am ISOE mit den Forschungsschwerpunkten Wasserforschung und Modellierung sozial-ökologischer Systeme. Er studierte Physik, Mathematik und Philosophie an der Universität Hamburg; 2001 promovierte er in Experimentalphysik an der Universität Heidelberg. Seine Forschungsschwerpunkte sind Wasserforschung, Modellierung und Simulation sowie Methoden transdisziplinärer Forschung. Er koordinierte die Verbundprojekte INTAFERE (www.intafere.de) und start (www.start-project.de), in denen die Goethe-Universität und das ISOE aktuelle Fragen zum Thema Wasserqualität bearbeitet haben.

Dr. Alexandra Lux, 33, arbeitet seit 2000 am ISOE. In ihrer Forschungsarbeit verbindet sie ökonomische Fragestellungen mit Aspekten des Wasserressourcen-Managements, Infrastrukturentwicklung und Versorgungssystemen. Nach ihrem Studium der Wirtschaftswissenschaften an der Carl von Ossietzky Universität in Oldenburg promovierte sie dort 2008 zum Thema »Öffentliche Wasserversorgung und demographische Schrumpfungsprozesse«. Derzeit arbeitet sie am ISOE in unterschiedlichen Projekten wie beispielsweise »CuveWaters – Integriertes Wasserressourcen-Management im nördlichen Namibia« und »netWorks – Sozial-ökologische Transformation netzgebundener Infrastrukturen«.

hummel@isoe.de, www.isoe.de

keil@isoe.de, www.isoe.de

lux@isoe.de, www.isoe.de

sind. Das heißt: Sie können in der Regel nicht allein mit technischen Maßnahmen gelöst werden. Neben den ökologischen Prozessen ist zu berücksichtigen, welche gesellschaftlichen Antriebskräfte das betrachtete Problem verschärfen oder abschwächen. Dadurch rücken entscheidende Fragen nach der Rolle von etablierten Produktions- und Gebrauchsmustern, aber auch nach der Bedeutung von unterschiedlichen Problem- und Risikowahrnehmungen in den Blick.

Die Herausforderung liegt also in der Realisierung eines umfassenderen Problemzugangs, der auf das Zusammenwirken sozialer und ökologischer Dynamiken fokussiert. Wissen und Methoden aus den beiden großen Wissenschaftskulturen zu integrieren, erweist sich dabei als ein schwieriges Unterfangen. So müssen zum Beispiel Wege gefunden werden, die zumeist quantitativen Modelle und Konzepte der Natur- und Ingenieurwissenschaften mit den oft qualitativen Zugängen der Sozialwissenschaften zu verknüpfen. Von besonderer Bedeutung ist eine enge Zusammenarbeit zwischen universitärer und außeruniversitärer Forschung. In Frankfurt hat sich diese Kooperation durch die Vernetzung mehrerer Fachbereiche der Goethe-Universität

mit dem ISOE [siehe Forschung Frankfurt 2/2004] in den vergangenen Jahren erfolgreich etabliert. ♦

Weiterführende Links:

www.cuvewaters.net, www.intafere.de, www.start-project.de, www.iso.de

Literatur

- | | | |
|---|---|---|
| <p>Deutsche Forschungsgemeinschaft (2003) <i>Wasserforschung im Spannungsfeld zwischen Gegenwartsbewältigung und Zukunftssicherung</i> Denkschrift. Bonn.</p> <p>Hoekstra, Arjen & Ashok K. Chapagain (2008) <i>Globalization of Water. Sharing the</i></p> | <p><i>Planet's Freshwater Resources</i> Oxford u. a.: Blackwell.</p> <p>Horlemann, Lena & Susanne Neubert (2006) <i>Virtueller Wasserhandel – Ein realistisches Konzept zur Lösung der Wasserkrise?</i> Bonn: DIE.</p> <p>Hummel, Diana et al. (2006) <i>Virtual Water Trade:</i></p> | <p><i>Documentation of an International Expert Workshop</i> ISOE-Materialien Soziale Ökologie 24. Frankfurt am Main: ISOE.</p> <p>Keil, Florian et al. (2007) <i>Integrierte Perspektiven in der Wasserforschung</i> ISOE-Diskussionspapiere 25. Frankfurt am Main: ISOE.</p> |
|---|---|---|

Ein einzigartiges weltweites Experiment: Der Handel mit Emissionszertifikaten

Klimawandel als Auslöser – Über die Chancen und Risiken eines neuen dynamischen Marktes

von Rainer Durth

Das der Klimawandel von Menschen verursacht wird und auch von Menschen wieder gestoppt werden kann, diese Erkenntnis hat sich 2007 mehr und mehr durchgesetzt. Die magische Schwelle, bis zu der eine Erwärmung der weltweiten Durchschnittstempe-

ratur noch als erträglich gilt, liegt bei zwei bis drei Grad Celsius. Wird sie überschritten, sind die Folgen erheblich und kaum mehr kontrollierbar. Um das zu vermeiden, muss jedoch der Ausstoß von Treibhausgasen in den nächsten 40 Jahren weltweit im Vergleich zu den Wer-

Regenerative Energien in Schwellenländern – eine Windanlage im Nordwesten Chinas. Neue Anlagen, die kein klimaschädigendes Abgas produzieren, können durch den Verkauf der Zertifikate an europäische Kohlekraftwerksunternehmen profitieren und ihre umweltfreundlichen Anlagen so kostengünstiger erstellen. Damit wird es für diese aufstrebenden Länder attraktiv, den wachsenden Energiebedarf vermehrt durch schadstoffarme Energiegewinnung zu decken.

