

futur:

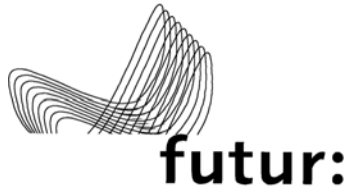


Eine Initiative vom
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Wertstoff Wasser für die Menschen im 21. Jahrhundert

Themenprofil

Berlin, den 15. November 2004



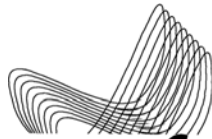
Zusammenfassung

Die Versorgung der Weltbevölkerung mit sauberem und bezahlbarem Trinkwasser bleibt eine große Herausforderung. Schon heute haben 1,1 Mrd. Menschen keine ausreichende Trinkwasserversorgung und die Probleme verschärfen sich durch den Bevölkerungszuwachs, die weitere Urbanisierung und die Folgen des Klimawandels.

Aber auch die Systeme zur Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in modernen Industriestaaten sind oftmals nicht zukunftstauglich. Die unflexiblen, zentralen Anlagen lassen sich nur mit hohen Kosten an veränderte Rahmenbedingungen anpassen.

Große Trinkwassermengen werden – insbesondere in der Schwemmkanalisation – lediglich zur Einstellung von bestimmten Strömungsbedingungen benötigt. Der Aufwand zur Beseitigung von Schadstoffen wird wegen der extremen Verdünnung bald unbezahlbar und die Nährstoffverlagerung von landwirtschaftlichen Böden über die Nahrungskette in die Fließgewässer immer problematischer.

Es müssen also neue Methoden zur Wasserversorgung und -behandlung erforscht und entwickelt werden, die sich zudem leichter an die Bedürfnisse in anderen Ländern anpassen lassen. Für deutsche Unternehmen würde sich die Exportfähigkeit mit entsprechender Technologie und Know-how auf diesem weltweiten Wachstumsmarkt erheblich verbessern.



futur:

Eine Initiative vom



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Definition des Themas und der Themenstränge

Die Entwicklung zukunftsfähiger Systeme für die Behandlung von Wasser ist eine Querschnittsaufgabe, die sich nicht mehr in den klassischen Themensträngen „Wasserversorgung“ und „Abwasserbeseitigung“ lösen lässt. Benötigt werden stattdessen systemische Ansätze für das Lebensumfeld der Menschen einerseits und die überregionalen Wasserkreisläufe andererseits.

In allen Themenfeldern gilt es, jeweils übergreifend die Aspekte von

- Technologie und Infrastrukturen,
- Ökologie und das Komplexitätsmanagement sowie der
- soziokulturellen Einbettung technischer Lösungen

zu erforschen und entwickeln.

Das Thema ist mit zwei miteinander gekoppelten Zielen verbunden, nämlich der Einleitung eines neuen Umgangs mit Wasser in Deutschland und der aktiven Mitwirkung an der Lösung der Trinkwasserprobleme in der Welt. Diese Ziele sind dadurch verbunden, dass bei den Entscheidungsträgern in Entwicklungsländern oftmals nur solche Technologien und Verfahren Akzeptanz finden, die auch in den Herkunftsländern angewendet werden. Wenn Deutschland eine Vorreiterrolle bei der Entwicklung und Implementierung von zukunftsfähigen adaptiven Systemen in Deutschland selbst bewerkstelligt, so ist dies die wichtigste Voraussetzung dafür, dass deutsches Know-how auch international zur Bewältigung von Wasserproblemen beitragen kann und entsprechend nachgefragt wird.

Das Thema betrifft daher alle Komplexe, die einen mittelbaren und unmittelbaren Einfluss auf die Versorgung der Weltbevölkerung mit Trinkwasser haben. Es stützt sich auf Forschungsansätze der Umweltchemie, Biologie, Mikrobiologie, Ökotoxikologie, Ökologie sowie der Ingenieur- u. Gesellschaftswissenschaften. Das Themenfeld umfasst alle Aspekte der Gewinnung von Süßwasser, der Wassernutzung, der Wasser- und Abwasseraufbereitung sowie des Ersatzes von Wasser in der Landwirtschaft und als industrieller Hilfs- und Betriebsstoff. Weitere Themenfelder der Wasserwirtschaft wie Maßnahmen zum Hochwasserschutz und zur Niedrigwasserauffüllung sollen nicht näher betrachtet werden, soweit sie nicht in einem Zusammenhang mit dem Management von Flusseinzugsgebieten wieder Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit der Trinkwasserversorgung haben.

Ferner spielt die Dimension des Komplexitätsmanagements eine ganz zentrale Rolle beim Thema Wasser, wenn zukunftsfähige Lösungen entwickelt werden sollen. Nur so kann der sozialen, ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeit Rechnung getragen werden.

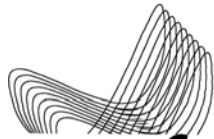
1. Themenstrang: Adaptive und modulare Systeme im lokalen Umfeld

Zentrales Thema im Zusammenhang mit Infrastruktur und Technologie ist die Adaptivität der Systeme, d.h. sie müssen in unterschiedlichen gesellschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Kontexten und Entwicklungen einsetzbar und anpassbar sein.

Technologie und Infrastrukturen

- Es müssen Technologien entwickelt werden, die es ermöglichen, an sich verändernde lokale Strukturen angepasste Systeme zur Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung zu schaffen. So kann in einem reinen Wohnumfeld durchaus eine klassische Trinkwasserversorgung mit Schwemmkanalisation wirtschaftlich sinnvoll und ökologisch vertretbar sein, während in einem Wohngebiet mit teilweise gewerblicher Nutzung je nach vorhandenem Gewerbe Trennsysteme für Trink- und Brauchwasser sowie für Abwasser mit unterschiedlicher Schad- und Nährstofffracht erforderlich werden. Ein Ansatzpunkt der bereits entwickelt wird, sind semi-dezentrale Systeme im Siedlungsbereich.
- In diesem Zusammenhang muss auch die Entwicklung von Alternativen zur Schwemmkanalisation gesehen werden. Dieses in Europa praktisch überall vorhandene System setzt einen hohen Wasserumsatz voraus, der zur Aufrechterhaltung von bestimmten Strömungsverhältnissen dient. Dies steht den Bemühungen um die Begrenzung des Trinkwasserverbrauchs entgegen¹.
- Zu diesem Themenstrang gehören ferner neue Methoden der Wassergewinnung. Konkreter Ansatzpunkt ist der Aspekt von neuen Wegen der Wassererschließung, beispielsweise durch Meerwasserentsalzung. Die bislang bekannten Verfahren der Meerwasserentsalzung sind aber für die Entwicklungsländer in der Regel zu aufwändig und verbrauchen zu viel Energie. Die Entwicklung moderner Verfahren zur Meerwasserentsalzung, die speziell auf die Anwendung in Entwicklungsländern zugeschnitten sind, sollten daher ein Forschungsthema sein. Auch für die Nutzbarmachung von Regenwasser, dort wo es sinnvoll ist, müssen geeignete Module entwickelt werden.
- Ein großes Problem bei der Versorgung der Weltbevölkerung mit sauberem Trinkwasser stellen in den ärmsten Ländern die oftmals maroden Infrastrukturen dar. Wasserverluste in undichten Leitungen und der damit verbundene Eintrag von Schmutz in Trinkwasserversorgungssysteme müssen minimiert werden.
- Natürliche Reaktionsprozesse der Selbstreinigung müssen in technische Abwasserbeseitigungsanlagen angewandt werden. Bisher werden zwar natürliche Prozesse eingesetzt, aber es ist noch nicht gelungen, sie in technischen Anlagen nachzubilden und

¹ Kluge, Thomas: Nachhaltiger Umgang mit Wasserressourcen. Aus Kopfmüller, Jürgen (Hg.), Den globalen Wandel gestalten, Berlin 2003



futur:

Eine Initiative vom



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

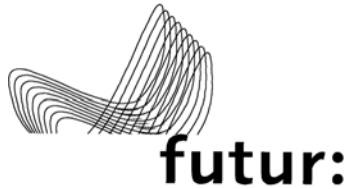
damit umfassender zu nutzen. Weiterhin gilt es, naturnahe Wasseraufbereitungsverfahren zu entwickeln.

Komplexitätsmanagement und Ökologie

- Angesichts der Ökologie des Wasserkreislaufs ist Wassermanagement in ganz hohem Maße eine komplexe Aufgabe, die einem interaktiven und hoch vernetzten System aus natürlichen, gesellschaftlichen und technischen Entwicklungen eingebettet ist. Dies ist auch auf der lokalen Ebene relevant, wo zahlreiche Eingriffe durch Wasserver- und Entsorgungssysteme erfolgen.
- Die in den menschlichen Ausscheidungen vorhandenen Nährstoffe sollten so weit als möglich genutzt und beispielsweise den landwirtschaftlichen Böden wieder zugeführt werden. Gerade in Entwicklungsländern herrscht oftmals ein Mangel an Nährstoffen für die landwirtschaftliche Produktion, die hierdurch gemindert werden kann. Dies setzt eine ganzheitliche Betrachtung der Stoffströme des Wassers im lokalen Umfeld voraus und erfordert neue Methoden des Managements komplexer Systeme.

Soziokulturelle Einbettung

- Angesichts der Tatsache, dass Wasser im Alltag und Wirtschaften von Gesellschaften eine zentrale Funktion erfüllt, die oftmals in einer spezifischen „Wasserkultur“ des Umgangs mit Wasser zum Ausdruck kommen, bedürfen jegliche Maßnahmen im Bereich der Wassernutzung daher einer sorgfältigen Einbettung in die jeweils gegebenen Verhältnisse.
- Dazu gehört im Hinblick auf Technologie und Infrastruktur, dass tragfähige Lösungen gerade in Entwicklungsländern aber auch in Deutschland nur dann entwickelt werden können, wenn sie die jeweilige Wasserkultur berücksichtigen. Ein weiterführender Ansatz ist hier die kooperative Wissensproduktion zwischen Ingenieuren und Nutzern vor Ort. Damit würde der Tatsache Rechnung getragen, dass es bei der Etablierung von nachhaltigen Lösungen des Wassermanagements und der Wasserversorgung in der Regel nicht am technischen Know-how mangelt sondern am Anschluss an bestehende gesellschaftliche Praktiken und Verhältnisse.
- Zum Wassermanagement in den Entwicklungsländern gehören auch Fragen der Finanzierung und der Wasserpreise, der Rolle der Privatwirtschaft im Wassersektor und der Gewichtung ökologischer Ziele sowie die sich daraus ergebenden Rückkopplungen auf Wassernutzung einerseits und sozio-ökonomische Auswirkungen andererseits.



2. Themenstrang: Überregionales Wassermanagement im Sinne der Nachhaltigkeit

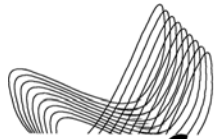
Der ganzheitliche Betrachtung von Flusseinzugsgebieten gewinnt in der Diskussion um Wassermanagement immer mehr an Bedeutung, Beispiel hierfür ist einerseits die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), die dies explizit fordert. Aber auch in Entwicklungsländern spielen Managementansätze in Flusseinzugsgebieten von kleinen bis zu großen Watersheds eine zentrale Rolle.

Technologie und Infrastrukturen

- Technische Eingriffe in Flusssysteme dienen oftmals singulären Funktionen wie z.B. der Gewinnung von Wasserkraft, der Schaffung von Verkehrswegen und dem Hochwasserschutz. Demgegenüber gilt es nun, derartige Eingriffe in Flusssysteme im Gesamtzusammenhang zu betrachten und Rückkopplungen mit dem gesamten System zu berücksichtigen.

Komplexitätsmanagement und Ökologie

- Bisher fehlen Ansätze und Instrumente für ein regionales Wassermanagement, das auf Entscheidungssystemen beruht, welche auf Nachhaltigkeitskriterien gestützt sind. Ferner sind Managementansätze und Bilanzierungen erforderlich, die das Phänomen der „virtuellen Wasserexporte“ (Export von wasserintensiven landwirtschaftlichen und industriellen Produkten) abbilden und steuern können, beispielsweise nach dem Vorbild der Öko-Effizienz.
- Die Modellierung von Vorgängen in regionalen Wasserkreisläufen z.B. durch Wasserhaushaltsmodelle stellt bereits eine sehr hohen Anforderung an Modellierung dar. Die Kopplung mit Klimaveränderungen wird gerade untersucht. Im Hinblick auf ein integratives Management wären jedoch Modellierungen erforderlich, die die komplexen Interaktionen im System Gesellschaft-Natur-Technik abbilden. Damit ist jedoch mittelbar nicht zu rechnen.
- Nach den bisherigen Erfolgen bei der Reinhaltung der Gewässer rücken nun auch diffuse Belastungen in den Mittelpunkt der Betrachtung von Abwasserreinigungsverfahren. Eine Problematik, die in Deutschland zunehmende Aufmerksamkeit erfährt, ist der Eintrag von Medikamenten, Hormonen und anderen Wirkstoffen in die Gewässer. Da deren Beseitigung in zentralen Großkläranlagen einen zu hohen Aufwand erfordern würde, muss in Zukunft ein genaueres Monitoring erfolgen, damit gegebenenfalls rechtzeitig Module und Instrumente zur Vermeidung von solchen diffusen Belastungen eingesetzt werden können.



futur:

Eine Initiative vom

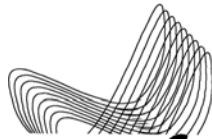


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

- Der größte Teil des Wassers wird weltweit für die Nahrungsmittelproduktion benötigt. Dies macht deutlich, dass die Senkung des Wasserverbrauchs in der Landwirtschaft ein wichtiges Thema ist. Aber auch die Rückführung von Nährstoffen aus Abwässern auf landwirtschaftliche Böden zur Steigerung der Erträge gehört zu diesem Themenstrang. Ferner gilt es, die Bewässerungsquellen der Zukunft im Hinblick auf Interaktionen mit dem Wasserkreislauf zu überprüfen.
- Während in Deutschland eher Wasserüberfluss herrscht, werden auf internationaler Ebene unter Federführung der UN-Organisationen Antworten auf die globale Wasserkrise, die Verknappung und Verschmutzung der globalen Süßwasserressourcen, formuliert. Die Wasserkrise in einzelnen Ländern ist dabei in besonders hohem Maße ein Managementproblem: Bei wachsender Nachfrage und teils inkompatiblen Nutzungsansprüchen müssen eine angemessene Aufteilung von Wasser organisiert, die Wasserentnahme und Schadstoffeinleitung zwischen (z.T. grenzüberschreitendem) Ober- und Unterlauf von Flüssen geregelt und dabei die Bedürfnisse der Ökosysteme beachtet werden.
- In Europa wird durch die Einführung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ein ganzheitliches Management von Flusseinzugsgebieten angestrebt, dessen Erfahrungen in den Entwicklungsländern genutzt werden können
- Steigerung der Ressourceneffizienz bei der Verwendung von Wasser. Dabei gilt es, Haushalte, Industrie und Landwirtschaft spezifisch zu betrachten. In vielen Produktionsprozessen wird Wasser als Hilfs- und Betriebsstoff verwendet. Selbst bei optimalen Bedingungen für die Reinigung von Betriebswasser vor der Wiedereinleitung in ein natürliches Gewässer, stellt eine solche Verwendung eine Belastung eines Trinkwassersystems dar. Diese Belastung auf ein Minimum zu reduzieren, bleibt auch in den Industrienationen eine Daueraufgabe. Die Steigerung der Ressourceneffizienz für Wasser muss daher als umfassendes Forschungsthema angesehen werden.

Soziokulturelle Einbettung

- Auch auf der Ebene des Flusseinzugsgebietes gibt es spezifische Wasserkulturen die bei Managementansätzen zu berücksichtigen sind. So ist die Berücksichtigung von regionalspezifischen politischen Steuerungsformen sicherlich ein wichtiges Thema, ebenso wie Kopplungen mit langfristigen gesellschaftlichen und ökonomischen Entwicklungen, beispielsweise durch regionale Veränderungen der Bevölkerungs- oder Wirtschaftsstruktur, von denen ihrerseits Rückwirkungen auf regionale Wassernutzung zu erwarten sind.
- Ferner sind auf regionaler Ebene Fragen von Nutzungskonflikten zwischen Ober- und Unterliegern, aber auch von Kooperationschancen von hoher Bedeutung. Denn oftmals



futur:

Eine Initiative vom



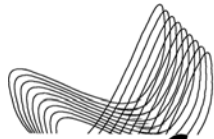
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

ist die Zusammenarbeit zu Fragen des Wassermanagements Ausgangspunkt für weiterführende regionale und internationale Kooperationen.

- Eine besondere Herausforderung des Themas liegt auch darin, Verursachungskomplexe zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Wasserproblemen transparent zu machen und über Steuerungsmöglichkeiten nachzudenken. Hierzu gehört u.a. auch der Aspekt einer Verständigung über Risiken im Zusammenhang mit Wasserverschmutzung.

Ziele und Vision(en) des Themas

- Forschung zum Thema „Wertstoff Wasser für die Menschen im 21. Jahrhundert“ ist eine ganzheitliche Daueraufgabe, die der **Weltgesundheit, der Welternährung, der Nachhaltigkeit und der Friedenssicherung** dient.
- In Deutschland muss sich der Umgang mit Wasser entscheidend ändern, wenn auch in Zukunft einwandfreies Wasser als Lebensmittel kostengünstig zur Verfügung stehen soll. Die bestehenden Verhältnisse bei der Trinkwasserversorgung und der Abwasserbeseitigung führen trotz immer kostenaufwändigeren Aufbereitungsverfahren zu nicht mehr beherrschbaren ökologischen Belastungen. Ziel der Forschung muss es sein, beim Umgang mit Wasser in der Natur, in der Technik und im sozialen Umfeld einen langfristigen Prozess zur nachhaltigen und effizienten Nutzung des Wassers einzuleiten.
- Durch Innovationen im eigenen Land wird Deutschland zum Vorreiter im Bereich zukunftsfähiger Wassertechnologie und Management nach dem Motto: nicht Probleme, sondern Lösungen exportieren.
- Die entwickelten Lösungen sind ökonomisch, so dass Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung auch in ferner Zukunft in uneingeschränktem Maße gewährleistet und für alle Einkommensschichten bezahlbar sind.
- Die Trennung der Wasserströme wird so optimiert, dass die Verschmutzung des Wassers minimiert wird und die enthaltenen Nährstoffe für Produktionsprozesse genutzt werden können.
- Die Umstellung der Systeme von der zentralen Ver- und Entsorgung hin zu modularen (semi)-dezentralen Systemen erfolgt flächendeckend im Übergangsbereich zwischen Land und Stadt, (dort wo bereits ein Übergang der Systemgrenzen besteht).
- Der Ressourceneinsatz von Wasser in Produktionsprozessen ist optimiert und der Export von virtuellem Wasser kann bilanziert und im Sinne der Nachhaltigkeit gesteuert werden.



futur:

Eine Initiative vom



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

- Die komplexen Interaktionen zwischen Gesellschaft, Natur und Technik werden durch Monitoring- und Entscheidungssysteme optimiert. Hierbei übernimmt die Wissenschaft eine entscheidende Monitoringfunktion.
- Die Transformation des Wassermanagements wird begleitet und ermöglicht durch multisektorale gesellschaftliche Aushandlungsprozesse beispielsweise zum Thema Risiken der Wasserverschmutzung.

Gesellschaftliche Herausforderungen

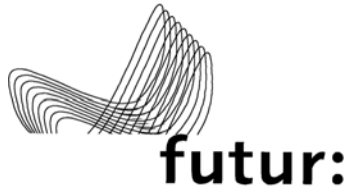
In Deutschland wie in den übrigen alten Industrienationen haben sich im Umgang mit Wasser Systeme herausgebildet, die zunehmend an ihre Grenzen stoßen.

So findet die Trinkwasserversorgung heute fast ausnahmslos in großen zentralen Systemen statt, bei denen zur Sicherung der Wasserqualität bestimmte Durchflussmengen aufrecht erhalten werden müssen, unabhängig davon, ob diese für Trinkwasserzwecke gebraucht werden, oder nicht. Einmal für eine bestimmte Abnahmemenge ausgelegt, lassen sich diese Systeme veränderten Bedingungen praktisch nicht mehr anpassen. Der Bevölkerungsrückgang in Teilen der neuen Bundesländer beispielsweise führt dazu, dass die sichere Versorgung mit Trinkwasser durch überdimensionierte Systeme nicht mehr gewährleistet ist.

Die Abwasserbeseitigung findet fast ausschließlich in Schwemmkanalisationen mit großen zentralen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) statt. Bei diesen Systemen wird teures Trinkwasser zu reinen Transportzwecken eingesetzt. Darüber hinaus werden Schadstoffe durch die Zusammenführung aller Wässer stark verdünnt um anschließend in den ARA mit immer größer werdendem Aufwand beseitigt zu werden.

Ein weiterer Nachteil der herkömmlichen Abwasserbeseitigung ist der Entzug von Nährstoffen aus landwirtschaftlich nutzbaren Böden. Diese werden über die menschlichen Ausscheidungen nur zu einem geringen Teil – z.B. als Klärschlamm – wieder den Böden zugeführt. Der größere Teil gelangt in die Gewässer, wo sie zu einer ökologisch bedenklichen Nährstoffanreicherung führen.

Bedenkt man nun, dass zur Kompensation der Nährstoffverluste in der Landwirtschaft Kunstdünger eingesetzt wird, der wiederum zu Belastungen des Trinkwassers führt, dann wird deutlich, dass eine neue, ganzheitliche Betrachtung der Stoffströme für die lebenswichtige Ressource Wasser nötig ist, um langfristig zu einem neuen, an der Nachhaltigkeit ausgerichteten Umgang mit Wasser zu gelangen.



Die geschilderten Probleme sind auch eng damit verknüpft, dass bisher Management von Wasserressourcen vorrangig als ein technisches Problem angegangen wurde. Dabei zeigt sich immer mehr, dass der „Faktor Mensch“ zu wenig berücksichtigt wurde. Hier eine Integration zwischen technischen, gesellschaftlichen und ökologischen Prozessen zu erreichen, ist dringend erforderlich. Damit einher geht die Anforderung, ausgesprochen komplexe und miteinander gekoppelte Prozesse zu managen, wofür bisher kaum die nötigen Kenntnisse und Informationen vorhanden sind.

Daraus ergibt sich ferner die Notwendigkeit, Entscheidungssysteme für Wassermanagement zu haben, die an der Nachhaltigkeit ausgerichtet sind und die ferner die zugrunde liegenden Verursachungskomplexe von aktuellen Wasserproblemen adressieren.

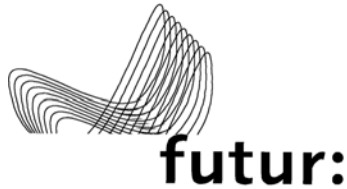
Anders als in Deutschland und den meisten Industrienationen ist bei großen Teilen der Weltbevölkerung die sichere Versorgung mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser nicht gegeben. Sie ist jedoch eine der wesentlichen Grundvoraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung. Der Zugang zu Wasser sowie die Verwendung sanitärer Einrichtungen ist Grundvoraussetzung für die Gesundheit, die Produktion von Nahrungsmitteln sowie die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes.

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts hatten 1,1 Mrd. Menschen (17% der Weltbevölkerung) keinen gesicherten Zugang zu Trinkwasser und 2,4 Mrd. Menschen (40% der Weltbevölkerung) keinen Zugang zu adäquaten sanitären Einrichtungen². In den Großstädten der Entwicklungsländer wird das Problem besonders gravierend. Hier haben nur 18% der Bewohner mit geringem Einkommen eine Versorgung mit preisgünstigem Leitungswasser und nur 8% eine Abwasserleitung im Haus. Wer keine leitungsgebundene Wasserversorgung im Haus hat, muss zudem Trinkwasser zu überhöhten Preisen kaufen.

In den Entwicklungsländern werden etwa 90% der Abwässer ohne jegliche Behandlung den Flüssen und Seen zugeführt. Diese Zahlen machen die dramatische Situation sowohl für die Gesundheit der Weltbevölkerung als auch für die Belastung der Umwelt deutlich. Die Situation wird sich in Zukunft weiter verschärfen. Das liegt zum einen an der steigenden Weltbevölkerung, zum anderen aber auch an klimatischen Veränderungen sowie politischen Spannungen, die nicht selten unmittelbaren Einfluss auf die Wasserversorgung einer Region haben.

Nicht wenige Zukunftsforscher gehen deshalb davon aus, dass es in naher Zukunft zu einem Migrationsdruck aufgrund von Wassermangel kommt und kriegerischen Auseinandersetzungen um das Wasser wahrscheinlich werden.

² SIWI Report 12, Stockholm 2001



Ebenso kann das grenzüberschreitende Wassermanagement aber auch Kooperationen zwischen benachbarten Staaten befördern.

Forschungsstand und offene Forschungsfragen

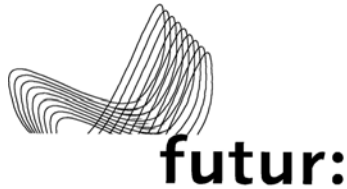
Es hat sich allgemein die Erkenntnis durchgesetzt, dass die Fragen einer gesicherten Wasserversorgung nicht mit fachspezifischen, etwa technologischen Fragen der Wasser- und Abwasseraufbereitung allein zu beantworten sind. Vielmehr bedarf es eines ganzheitlichen Ansatzes mit dem Ziel, ein „Integrated Water Resource Management“ (IWRM) zu verwirklichen. Aber auch technologische, kulturelle und sogar politische Fragen sind zu beantworten.

Eine wichtige Forschungsaufgabe betrifft die Entwicklung robuster Aufbereitungs- und Transportsysteme, die unter ungünstigen Einsatzbedingungen möglichst wartungsfrei arbeiten können. Zukünftige Forschungen zur Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung sollen stärker auf die Anwendbarkeit in den Entwicklungsländern ausgeweitet werden. Gleichzeitig müssen geeignete Instrumente für die Nutzung und das Management der Technologie gesucht werden, damit das vorhandene technische Know-how vor Ort nutzbringend eingesetzt werden kann. Denkbare Ansätze hierbei wären z.B. kooperative Verfahren der Technikentwicklung.

Bei der Abkehr von den klassischen zentralen Systemen und der Entwicklung adaptiver, modularer Systeme müssen neben den technologischen vor allem Fragen der Wirtschaftlichkeit und der Nachhaltigkeit beantwortet werden. Es bestehen keine Kenntnisse darüber, wie für bestimmte lokale Gegebenheiten eine optimale Auslegung von Wasserversorgungs- und Abwasserbeseitigungsnetzen erfolgen muss. Welche Aufgaben müssen zukünftig dezentral, welche zentral erledigt werden?

In den wasserarmen Regionen muss durch Wassermanagement bei wachsender Nachfrage und teils inkompatiblen Nutzungsansprüchen eine angemessene Aufteilung von Wasser organisiert, die Wasserentnahme und Schadstoffeinleitung zwischen (z.T. grenzüberschreitendem) Ober- und Unterlauf von Flüssen geregelt und dabei die Bedürfnisse der Ökosysteme beachtet werden. Ein solches Management muss immer ein gesamtes Flusseinzugsgebiet (river basin) betrachten. Die GLOWA-Projekte³ des BMBF verknüpfen die Fallstudien für solche Flusseinzugsgebiete mit Forschungsvorhaben zu großräumigen klimatischen Veränderungen und den damit verbundenen Auswirkungen auf die Wasserverfügbarkeit. Eingebunden sind die GLOWA-Projekte in international ausgerichtete Forschungsprogramme wie das International Human Dimension Programme (IHDP), das International Geosphere Biosphere Programm

³ <http://www.glowa.org>



(IGBP), das Internationale Biodiversitätsforschungsprogramm (DIVERSITAS) sowie die unmittelbar für die Wasserforschung relevanten Programme Global Water System Project (GWSP) und Hydrology for the Environment, Life and Policy (HELP). Die Forschungsprogramme befinden sich in der Regel erst in der Anlaufphase.

Ziel der Forschung muss es sein, Instrumente und Methoden des ganzheitlichen Wassermanagements in Flusseinzugsgebieten weiter zu entwickeln, mit denen sowohl die Umsetzung der WRRL in Deutschland unterstützt wird, als auch in den Entwicklungsländern ein Beitrag zur Verbesserung der Trinkwasserversorgung geleistet werden kann.

Der größte Teil des Wassers wird weltweit für die Nahrungsmittelproduktion benötigt. Es müssen landwirtschaftliche Produktionsmethoden entwickelt werden, die den Einsatz von Wasser für andere Zwecke als zur unmittelbaren Versorgung der Pflanzen und Tiere, beispielsweise als Sprühmittel, auf ein Minimum reduzieren.

Auch die Rückführung von Nährstoffen aus menschlichen Ausscheidungen zur Steigerung landwirtschaftlicher Erträge bei Vermeidung von Kunstdünger gilt es zu erforschen und zu entwickeln.

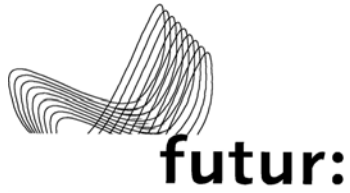
Für die Entwicklungsländer ist die Bilanzierung des „virtuellen Wassers“ erforderlich. Braucht ein Land zur Produktion der exportierten Nahrungsmittel mehr Wasser als es umgekehrt mit der Einfuhr von Lebensmitteln spart, ergibt sich eine negative Bilanz. Es versteht sich von alleine, dass eine solche Diskussion nicht losgelöst von allgemeinen wirtschaftlichen Fragen geführt werden kann.

In jüngster Zeit verstärkt sich die Diskussion um den Eintrag von bislang als harmlos betrachteten Schadstoffen, wie etwa Medikamenten, in das Wasser. Hier muss langfristige Forschung klären, welche Risikopotenzial bestehen und wie gegebenenfalls auch solche, in geringsten Konzentrationen vorliegenden Stoffe in der Wasserbehandlung entfernt werden können. Wasser wird in einem globalen Kreislauf geführt und es gehört zum Wesen jedes Kreislaufs, dass Inhaltsstoffe, die im Kreislauf nicht entfernt werden, sich dort immer weiter anreichern.

Anhang

Literatur und Links

- Kluge, Thomas: Nachhaltiger Umgang mit Wasserressourcen. Aus Kopfmüller, Jürgen (Hg)., Den globalen Wandel gestalten, Berlin 2003
- SIWI Report 12, Stockholm 2001



- <http://www.glowa.org>
- Kunst, Sabine, Kruse, Tanja und Burmester, Andrea (Hg.): Sustainable Water and Soil Management, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2001.