

Nachhaltiger Umgang mit Wasserressourcen in Deutschland Probleme, Handlungs- und Forschungsbedarf, internationale Einbettung

Thomas Kluge

1. Wie nachhaltig ist die deutsche Wasserwirtschaft?

Im Februar des Jahres 2002 fand ein Forschungskolloquium an der TU Darmstadt statt mit dem Titel "Sozio-technische Herausforderungen von Infrastruktursystemen, insbesondere am Beispiel der Siedlungswasserwirtschaft". Der einleitende Beitrag wurde von einem Vertreter des Bundesverbandes Gas- und Wasserwirtschaft gehalten mit dem Tenor: Der Umgang mit der Ressource Wasser sei in Deutschland bereits nachhaltig, und im internationalen Vergleich habe Deutschland ein hohes Niveau der Trinkwasserversorgung. Man bewege sich ganz im Rahmen der Agenda 21: Wasser sei eine erneuerbare Ressource und in Deutschland im Übermaß vorhanden, so dass Sparen von Trinkwasser unter Nachhaltigkeitsaspekten nicht notwendig sei. Da in Deutschland das Kostendeckungsprinzip gelte, sei mithin eine nachhaltige Substanzerhaltung der Ver- und Entsorgungssysteme gegeben. Verbandsfazit war somit, es gebe auch gerade unter Nachhaltigkeitsaspekten keine virulenten wasserwirtschaftlichen Probleme in Deutschland. Diese Auffassung spiegelt derzeit unter Angehörigen der Wasserbehörden, der Betreiberunternehmen, aber auch in Teilen der Wasserforschung das Diskursklima. So erschien auch zum Weltwassertag diesen Jahres in der Frankfurter Rundschau ein ausführlich dokumentierter Beitrag zum Thema: „Wassersparen in Deutschland – Unsinn“ (vgl. Leist/Margoulas 2002).

Diese Lageeinschätzung, insbesondere auf Basis technisch-ökonomischer Argumente verfährt dergestalt, dass es in Deutschland keine echten Wasserprobleme gebe, allenfalls solche der Überreaktion in der Umweltpolitik; es werde zu viel Geld ins Wassersparen investiert, was vieler Orts den Wasserpreis heraufschraube. Diese Argumente entbehren nicht einer gewissen Logik, belegen sie doch die wasserwirtschaftliche Dominanz zentraler Systemstrukturen und die hiermit zusammenhängenden technologischen und auch ökonomischen Pfadabhängigkeiten der Infrastruktursysteme. Es ist den zentralen Wasserver- und -entsorgungssystemen durchaus inhärent, dass aufgrund hoher Fixkostenanteile Wassersparen nur bis zu einem gewissen Grad sinnvoll ist, weil sonst diese Systeme betriebswirtschaftlich nicht mehr rentabel arbeiten. Der Fixkostenanteil allein für die Wasserdistribution (innergemeindliche Rohrleitungen, Kanäle usw.) liegt bei mehr als 80%. Insofern sind diese Systeme, schon aus Kostengesichtspunkten, auf hohen Wasserdurchsatz, hohe Umsätze angewiesen. Diese Systemstrukturen besitzen jedoch keinen Ewigkeitswert, und das Erschreckende der gegenwärtigen Stimmungslage ist ihre Eindimensionalität, ein "Weiter so wie zuvor".

Aus problemorientierter Sicht kann man die These aufstellen, dass der Übergang von der Industrie- zur Wissensgesellschaft die Wasserwirtschaft nicht unberührt lässt. Ein Management dieser strukturellen Transformation muss berücksichtigen, dass die großen

– angebotsorientierten – Infrastruktursysteme auf steten Zuwachs in Industrie wie der Siedlungswasserwirtschaft angelegt waren; jede Bedarfsanmeldung wurde mit Ausbau der Systeme beantwortet; Anschluss- und Benutzungszwang und das Gebührensystem bildeten stabile Rahmenbedingungen, die Bedarfsprognosen fußten auf sicher einzuschätzenden Zuwachsraten. Basis der heutigen Systeme stellt die zu Ende des 19. Jahrhunderts entstandene zentrale Wasserversorgung dar, die eine einheitliche Wasserqualität für unterschiedliche Gebrauchszwecke bereit hält. Für den Bedarf Kochen und Körperhygiene werden die geringsten Anteile verbraucht, die größten Mengen Frischwassers transportieren Abfälle wie Fäkalien, Urin und eine Vielzahl anderer Gebrauchsstoffe. Um die Abwasserfunktion (Schwemmkanalisation) zu gewährleisten, bedarf es immenser Frischwassermengen. Die konventionellen Abwassersysteme der High-Tech-Generation (dritte und vierte Reinigungsstufe) benötigen für die Aufreinigung viel Energie bei der Sauerstoffanreicherung für die Abwasserbiologie, für die eingesetzten Hilfschemikalien zur Phosphatentfernung usw.. Die Kernstruktur bildet somit ein einheitliches Infrastruktursystem, das ganz unterschiedliche Gebrauchs- und Nutzungszwecke abdeckt, und sie ist an raumübergreifende zentrale Einheiten geknüpft. Das entlastet die Stadtgebiete, das Abwasser wird schnell aus ihren Zentren herausgeschafft. Große Energieversorgungsanlagen wandern ebenfalls an die Peripherie der Städte. Die Infrastruktursysteme funktionieren auf Basis der Unterscheidung von Zentrum/Peripherie. Die Stadtzentren werden lebbarer auf Kosten der Peripherien (vgl. Kluge 2000, Kluge/Schramm 1986).

Wasserver- und -entsorgung sind im wesentlichen durch öffentliche Monopole organisiert. Insbesondere in der Wasserversorgung haben sich organisatorisch ökonomische Einheiten in vertikaler Aggregation von Wertschöpfungsketten herausgebildet; von der Wasserentnahme und -aufbereitung über den Betrieb des Verteilungsnetzes und die Rechnungslegung bis hin zum Kundenservice. Zunächst steht strukturell die Frischwasser-Abwasser-Kopplung in den klassischen zentralen Ver- und Entsorgungssystemen in Frage. Was, wenn die im Haushaltsabwasser vorhandenen Stoffe als Ressourcen begriffen werden, als Energieträger, als Düngestoffe und man Frischwasser nicht mehr als Abtransportband für Abfallstoffe verwendet? Hier sind Fragen der Grundkonzeption der Wasserwirtschaft zu untersuchen und Alternativen zum System der Schwemmkanalisation des 19. Jahrhunderts (und daran gekoppelter End-of-Pipe-Perfektionierungen) zu untersuchen.

In der deutschen (aber auch internationalen) Wasserwirtschaft wird Nachhaltigkeit als bereits gegeben angesehen, wenn z.B. bei der Bewirtschaftung von Grundwasser die so genannte erste Ressourcenmanagement-Regel als eingehalten gilt. Diese Ressourcenmanagement-Regel besagt: nicht mehr Wasser zu entnehmen als sich im langjährigen

Mittel neu bildet (vgl. Lehn et al. 1996, S. 316 und 334).¹ In den Wasserbilanzen, aber auch den technisch numerischen Grundwassermodellierungen als den wichtigsten (wissenschaftlich basierten) Grundlagen für Planung und Wassermanagement-Entscheidungen wird ebenfalls mit dem langfristig sich neu bildendem Mittel der Neubildungsrate des Grundwassers gearbeitet (so auch richtungsweisend die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie). Bei näherer Betrachtung der Probleme ist aber festzustellen, dass die Probleme und die Handlungsanforderungen meist unterhalb der 30-Jahres-Grenze liegen. Wenn auch ein Grundwasserkörper in 30 Jahren, statistisch gesehen, als ausgeglichen angesehen werden kann, so liegen die Schwankungen eher im 4-5-Jahresrhythmus (die dann auch die entsprechenden Probleme produzieren). Die Abweichungen vom langjährigen Mittel, die sprunghaften, nicht stationären, nicht linearen Effekte sind dann das eigentliche Problem, wiewohl im Rahmen der ersten Ressourcen-Management-Regel (Referenz 30 Jahre) alles im Lot scheint. Es sind die sich dann in 4 bis 5 Jahren aufbauenden Trockenperioden, die zu ökologischen Zerstörungen grundwassergeprägter Standorte, zu Setzriss-Schäden an Gebäuden oder Bauwerken führen bzw. die in 4 bis 5 Jahren sich aufbauenden Nassperioden, die Vernässungsschäden an Bauwerken und Gebäuden verursachen. Zu den Vernässungsschäden hat z.B. der Deutsche Städtetag unlängst eine Arbeitsgruppe gebildet, weil sich in Berlin, im Raum Hessisches Ried, im Ruhrgebiet aber auch im Süden Deutschlands vielerorts durch die Anhebung der Grundwasserstände vernässungsbedingte Schadensbilder verdichten.

Für Management und Steuerung stellen sich hierbei von der Grundlagenforschung her betrachtet ungelöste Probleme. Die technisch-numerischen Grundwassermodelle gehen immer noch von Gleichgewichtsmodellierungen aus und versuchen die Effekte der Grundwasserschwankungen (bedingt durch Grundwasserentnahmen und die Niederschlagsschwankungen) zu linearisieren bzw. an langjährigen Mittlungen zu orientieren. Die Modellierung der nicht-linearen, nichtstationären Effekte erfordert neben der Berücksichtigung der Niederschlagsschwankungen auch die durch menschliches Handeln bedingten Effekte und daran geknüpfte Rückkoppelungen auf das Grundwassersystem. Auf das Grundwasser bezogen wäre dann nicht mehr der wissenschaftliche Nachweis zu führen, was ist das natürliche Verhalten des Grundwassersystems und wie lässt sich hiervon der anthropogene Störungsanteil unterscheiden. Diese immer noch dominante Systemmodellierung unterstellt zwei schwach gekoppelte Systeme: das natürliche Verhalten des Grundwassersystems und das menschliche Handlungssystem (als Störgröße). Bei mehreren Jahrzehnten bewirtschafteten Grundwasserkörpern lassen sich solche Unterscheidungen aber nicht mehr sinnvoll treffen. Vielmehr sind durch starke gegenseitige Überlagerungen von menschlichen und natürlichen Effekten, von Mensch-Naturgekoppelten Systemen, die Effekte eines stark gekoppelten, komplexen Systems zu modellieren. Diese Modellierungen des Grundwassers (der Flüsse etc.) als nicht-lineares

¹ Von Bedeutung sind hier die langfristigen mittleren Bedingungen. In der Hydrologie wird als Referenzzeitraum in der Regel 30 Jahre angenommen. Vergleiche typischerweise die Formulierungen zum mengenmäßig guten Zustand des Grundwassers in der Wasserrahmen-Richtlinie, Anhang 5.

Ungleichgewichtssystem (mit stark gekoppelten Systemeigenschaften) sind in Deutschland noch ganz am Anfang, wie auch die hierfür möglichen Modellierungstechniken (künstlich-neuronale Netze (KNN), fuzzy-logic usw.). Um ein aus Sicht der Grundlagenforschung wirklich nachhaltiges Grundwassermanagement zu installieren, bedarf es insofern der Modellierung komplexer Systeme. In der Hydrogeologie als dem dafür zuständigen Bereich basieren die Modellierungen jedoch immer noch auf Basis schwach gekoppelter Systeme und letztlich auf linearisierten Gleichgewichtsmodellierungen. Für die Modellierung nachhaltiger Systeme müssten also solche Mensch-Natur gekoppelten komplexen Systeme überhaupt erst konzeptionell entworfen und dann umgesetzt werden (vgl. Becker/Jahn 2000; Castillo/Melin 2001; Krahe/Wilke 1994; Mainzer 1999; .Max-Planck-Gesellschaft 2000)

2. Kopplung zwischen Mensch und Natur - Modellierungs- und Prognoseprobleme

Viele der bislang formulierten Probleme und Anforderungen an die Forschung und Wissenschaft zeichnen sich dadurch aus, dass sie in Mensch-Umwelt-Systemen stattfinden. Das BMBF hat unlängst im Rahmen der Forschung zum Globalen Wandel einen Forschungsschwerpunkt zum Globalen Wandel des Wasserkreislaufs – GLOWA – initiiert (vgl. BMBF/GSF 2002). Hier laufen Forschungen sowohl grundlagen- wie anwendungsbezogen zu natürlichen wie anthropogenen Veränderungen des Niederschlagverhaltens, der Wechselwirkung zwischen Wasserkreislauf, Biosphäre und insbesondere der Landnutzung (vgl. den Beitrag von Ehlers in diesem Band). Die besondere Innovation dieses Wasserforschungsschwerpunkts liegt in der interdisziplinären und transdisziplinären Beziehung von Natur und Gesellschaft, von Natur- und Sozialwissenschaften. Es ist der erste nationale, aber auch in dieser Weise internationale große Forschungsschwerpunkt, der sich explizit diesen Kopplungsproblemen zwischen Natur- und Gesellschaftssystemen bezogen auf Wasser stellt. Hier wird forschertlich Neuland betreten und wie so oft in solchen Situationen, gibt es hier Erfolge, aber auch Schwierigkeiten. Beispielsweise existieren klassische Modellierungsansätze zur Beziehung zwischen Anthro- und Natursphäre, wo die die beiden Sphären verbindenden Variablen stofflich-materielle Größen darstellen. Nicht-physisch messbare Einwirkungen auf natürliche Systeme wie z.B. symbolisch verfasstes gesellschaftliches Handeln kann aber ebenfalls (nicht-lineare) Effekte in der Natursphäre produzieren, die wiederum Rückkopplungen für die Anthroposphäre und das gesellschaftliche Handeln zur Folge haben. Wie diese symbolisch verfassten, gesellschaftlichen Anteile in den Modellierungen zu repräsentieren sind, das ist eher das Terrain der Schwierigkeiten.

Hier sind grundlegende Fragen der Modellierung und Prognostizierbarkeit angesprochen, die in den GLOWA-Projekten schrittweise, aber ganz unterschiedlich bearbeitet werden. Doch gerade weil diese Fragen in der interdisziplinären Forschung Mensch-Natur-gekoppelter Systeme auf unterschiedlicher Ebene auch empirisch bearbeitet wer-

den, können sie mehr Aufhellung bei der „zentralen Frage nach der Destabilisierung der Natursphäre durch die Dynamik der Anthroposphäre“ bringen (vgl. WBGU 1993, S. 14). Wichtig wäre es, wenn aus den Werkstätten der GLOWA-Forschung ein methodischer Wissenstransfer für vergleichbare nationale wie internationale Forschungsansätze möglich wäre (und dies nicht erst ab Mitte oder gar Abschluss der Projekte). Genauso wichtig wäre es, eine (fallbezogene) Begleitforschung zur Stützung der GLOWA-Projekte zu initiieren, bei der die implizit bestehenden Problemen von Mensch-Naturgekoppelten Systemen und ihrer Modellierungen in den Mittelpunkt rücken. Eine solche Begleitforschung wäre auch mit Blick auf die anderen zahlreichen Forschungsansätze in der deutschen wie internationalen Forschungslandschaft von Bedeutung, weil hier ja mehr oder minder implizit an den Kopplungsproblemen von Mensch-Umwelt-Systemen gearbeitet wird. Sollte hingegen nach einer gewissen Phase eine Art kommunikativer Stillstand oder mangelnder Forschungsaustausch gerade aufgrund zunehmender Schwierigkeiten eintreten, so wäre dies sehr bedauerlich, weil es insgesamt den Trend einleiten würde, weniger die problemverursachenden Beziehungen zwischen Anthro- und Natursphäre zu untersuchen und an ihrer Gestaltung zu arbeiten als vielmehr wieder den Rückzug in die stabilen Disziplinen anzutreten.

3. Internationale Dimension deutscher Forschungspolitik

3.1 „Blue Revolution“

Eine internationale Aufgabe der deutschen Forschung wäre, Techniken und Management-Konzepte zur Steigerung der Wasserproduktivität zu entwickeln. Nach Studien der FAO (o.J.) und des International Watermanagement Institute (vgl. Molden et. al 2001; Rijsberman 2001) muss die Wasserproduktivität für die Pflanzenproduktion in den nächsten Jahren um 30 % erhöht werden, die sog. „Blue Revolution“ eingeleitet werden, damit absehbar schwerwiegende Nahrungsgengpässe überwunden werden können. Dies sind nur interdisziplinär und auch international zu bewältigende Aufgaben; als Kooperationspartner sind das erwähnte International Watermanagement Institute in Sri Lanka, das Institut für Wüstenforschung in Israel, aber auch entsprechende Einrichtungen in Europa und den USA denkbar. Neben Fragen effizienterer Wasserapplikationen, sind hier auch Fragen der Steuerung und Regelung komplexer Systeme von Belang, der Hydrogeologie, des Pflanzenbaus, der Minderung der Versalzungsproblematik bei künstlicher Bewässerung usw.

Nicht-konventionelle Systeme sind also mit Blick auf die prekäre Weltwassersituation besonders relevant (siehe unten); einmal, weil in den nächsten 20 Jahren der größte Teil der Weltbevölkerung in städtischen Agglomerationen leben wird (Urbanisierungsprozesse) und die klassischen konventionellen Versorgungssysteme in Bau und Unterhaltung zu teuer sind. Überdies ist es eine gesicherte Erfahrung, dass in Schwellen- und sog. Entwicklungsländern nur diejenigen Systeme Schule machen, die auch hierzulande als Stand der Technik gelten (vgl. Kluge/Schramm 2002). In Deutschland müssen mit-

hin Innovationsnetzwerke aufgebaut werden, um die anstehenden Probleme um das Weltwasser zu lösen (z.B. Nahrungsgengpässe, Armutsbekämpfung, Verteilungsgerechtigkeit).

Dieser sich verstärkende Zukunftsmarkt sollte nicht nur den Ländern Frankreich und England überlassen bleiben, zumal es in Deutschland vielversprechende Ansätze gerade der mittelständischen Industrie im Bereich konventioneller wie nicht-konventioneller Wassersysteme gibt. Hierzu hat das ISOE zusammen mit Ecologic auf Empfehlung des BMBF einen Forschungsantrag „Wasser 2050“ entwickelt, dessen Relevanz an dieser Stelle zu betonen ist. Ausgehend von den zu erwartenden Problemen in der Wasserver- und -entsorgung bzw. den wünschenswerten zukünftigen Zuständen sind die heute zu legenden Grundlagen in der Innovationsentwicklung zu legen (vgl. ISOE 2002).

3.2 Weiterbildungskonzepte ergänzen

Ferner ist der Blick auf die von den Wasserfachverbänden geleistete Forschung und Weiterbildungsarbeit zu richten. Hier findet traditionell ein deutsches Spezifikum statt, die Normungsarbeit an Regelwerken, wie sie sich typischerweise in den DIN-Normen niederschlagen. Das BMBF hat in der Broschüre „Aktionskonzept: Nachhaltige und wettbewerbsfähige deutsche Wasserwirtschaft“ (vgl. BMBF 1999) festgestellt, wie verdienstvoll diese Verbandsarbeit ist, auch gerade mit Blick auf die internationale Anerkennung deutscher Normungsarbeit. Dennoch wird vom BMBF unmissverständlich auf Defizite der deutschen Wasserwirtschaft hinsichtlich der mangelnden Weltmarktpräsenz hingewiesen, wozu im Einzelnen differenzierte Analysen und Empfehlungen in der Broschüre abgegeben werden. Nur ein zentrales Moment fehlt in dieser Debatte, das sich mit dem Schlagwort „fehlende soziale Kompetenzen“ charakterisieren lässt. So sehr gerade die mittelständische Industrie über durchaus innovative Ansätze sowohl im Markt konventioneller Wassersysteme, aber auch der nicht-konventionellen Systeme verfügt, so ist bei diesen Unternehmungen, aber noch verstärkt bei Unternehmungen mit öffentlich-rechtlichem Hintergrund, jenes Defizit an sozialer Kompetenz festzustellen. Die Grundthese für den Weiterbildungs- und Fortbildungsbedarf im Wasserbereich besteht darin, dass die gegenwärtige Entwicklungsblockade hinsichtlich der Weltmarktstellung nicht in erster Linie an technischen Defiziten festzumachen ist, sondern an einem zu optimierenden gesellschaftlich-organisatorischen Umgang mit Technologien. Man kann davon ausgehen, dass es gerade die gegenwärtige Umbruchsituation in der Wasserwirtschaft ist, die diese sozialen Kompetenzdefizite verstärkt. Man kann das gegenwärtig daran erkennen, dass sich die internen und externen Umwelten gerade der Wasserbeschaffungs- und -entsorgungsorganisation wandeln. Das Erfordernis von dezentralen Steuerungsformen, der flachen Hierarchien, der Vergrößerung von Betriebseinheiten, die gewachsenen Anforderungen an Selbstorganisation, die Einbeziehung des betrieblichen Umfelds, der Bürger, Kommunen, der Region, insgesamt das Stakeholder-Involvement sind Elemente, mit denen sich öffentlich-rechtlich verfasste Betriebsformen eher schwer tun. Dies hat natürlich Folgen für die Präsenz in internationalen Kon-

texten. Weiterbildungsinhalte wären daher etwa mehr Kompetenz in Fremdsprachen und mehr institutionelle wie kulturelle Kenntnis anderer Länder. Hierfür müsste eine geeignete empirische Bedarfserhebung stattfinden und eventuell über eine Art europäischer Wasserakademie nachgedacht werden, die ein Relais für Lerneffekte des Managements deutscher Unternehmen und Austausch-Möglichkeiten mit Referenten ausländischer Herkunftsländer bildet.

Ein besonderes Defizit bestehender Weiterbildungssysteme ist ferner die starke nationale Ausrichtung am deutschen Wasserrecht, so dass zu wenig Kompetenzen hinsichtlich anderer Wasserrechtssysteme bzw. auch Wissen über administrative Zusammenhänge in fremden Ländern existiert. Hier haben Frankreich und Großbritannien geschichtlich gewachsene Vorteile, die über eine Wasserakademie mit europäischer Arbeitsteilung gut weiterzugeben wären. Hier ist eine forschungspolitische Vorgabe des Bundes gefragt, um nicht zu unterschätzende Exportfaktoren für die deutsche Wasserwirtschaft zu sichern.

4. Herausforderungen der EU-Wasserrahmen-Richtlinie

Die Grundlagen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmen-Richtlinie (WRRL) in nationales Recht wurden von Seiten des Bundesgesetzgebers gelegt. Nun ist es die Aufgabe der Länderadministrationen im Umsetzungsprozess die Vorgaben aufzunehmen. Dies sorgt für einige zentrale Forschungsimpulse.

In Artikel 5 der WRRL wird eine wirtschaftliche Analyse der Wassernutzung gefordert und nach Artikel 9 sollen bei der Ermittlung der kostendeckenden Wasserpreise die Umwelt- und Ressourcenkosten zu integrieren sein. Insbesondere bei der ökonomischen Bilanzierung und Bewertung der Umwelt- und Ressourcenkosten wird forschungsmethodisch Neuland zu betreten sein, zumal die Ergebnisse wissenschaftlich wie auch pragmatisch umsetzbar sein müssen. Es ist an die ministeriellen Wasserverwaltungen wie an die Wissenschaft die Anforderung zu stellen, dass die tatsächlichen Kostenstrukturen in der Siedlungswasserwirtschaft endlich offengelegt werden, damit bei politischen Zukunftsentscheidungen belastbare ökonomische Grundlagen vorliegen. Nur so kann sinnvoll über unterschiedliche Systemtypen (z.B. zentral, semizentral, dezentral verknüpfte) entschieden werden (natürlich auch unter Integration der ökologischen und sozialen Dimension). Es ist auffällig, dass gerade für die überörtlichen, großräumigen Wasserver- und -entsorgungsstrukturen solche Grundlagen nicht offengelegt werden. Insgesamt ist hier eine elementare Forschungslücke zu verzeichnen.

Ein wichtiges Element im Kontext der WRRL ist die Beteiligung der Öffentlichkeit. Der Wasserbereich war bis dato eine der wenigen Umweltbereiche ohne jede Öffentlichkeitsbeteiligung; die Mitwirkung der Laien und Interessierten, bevor die Planungen

festgelegt sind, ist ein fortschrittliches Element. Dennoch ist die Ausgestaltung der Partizipation vom europäischen Gesetzgeber offen gelassen worden, insbesondere die räumliche Referenz (Kommune, (sub)regionale Ebene, Flusseinzugsgebiet). Der Gesetzgeber hat hier mit Absicht Gestaltungsspielraum gelassen. Um zu möglichst gut begründeten, mit Alternativen angereicherten Entscheidungssituationen zu gelangen, ist das sog. Laienwissen als Expertise gefragt und wird per Bürgerpartizipation eingeholt. Methodisch und inhaltlich ist nicht geklärt, welche Hilfsmittel bei der Partizipation eingesetzt werden. Planungszellen, Zukunftswerkstätten, Szenarien oder Prognosen mit Bestimmung ihrer Unsicherheiten stellen mögliche Instrumente dar. Es ist festzustellen, dass von den Länderadministrationen hierzu (mit Ausnahme von Nordrhein-Westfalen) absolut mangelhafte Vorgehensweisen offeriert werden. Ein Blick in die Wirtschaft zeigt, hier nimmt man das Stakeholder-Involvement bisweilen wesentlich ernster, auch gerade im Sinne einer Risiko-Vorsorge des Unternehmensmanagements; die Vielzahl der Stakeholder-Ansätze ist überraschend (z.B. EMAS, ISO-Normen, GRI, AA 1000, Global Compact, Checkliste von Future; vgl. Empacher et al. 2001).

Die WRRL wird an Glaubwürdigkeit verlieren, wenn sie die Chance einer prozessorientierten, interaktiven und projektbezogenen Planung nicht mit einer ernsthaften Forschungs- und Anwendungsperspektive in Angriff nimmt. Zumal sich sonst das gesamte System der WRRL nur noch als traditionalistische Top-Down-Regelung entblättert, deren Öffentlichkeits-Ferne und soziale Nichtakzeptanz bereits vorprogrammiert wäre.

5. Privatisierung und Liberalisierung in der Wasserwirtschaft

Für die kommunale Praxis müssten neue Instrumente zum Ausgleich bzw. zur Integration konfligierender Nutzungsinteressen an der gleichen Grundwasserschutzfläche entwickelt werden, neue Partizipationspraktiken wie auch eine enge Zusammenarbeit mit den staatlichen Stellen zur Vergabe der Wasserrechte. Die Kommunen müssen hierbei zum Wasser nicht nur eine ressourcenbezogene Haltung einnehmen, sondern auch eine Wasserkultur entwickeln, die Wasser als belebendes Landschaftselement, als Standortfaktor einer aufgewerteten Stadt-Umwelt begreift.

Handlungs- und Forschungsbedarf existiert auch hinsichtlich der Kommunen als Betreiber/Unternehmer der Wasserver- und -entsorgung. Die Kommunen entledigen sich dieser Aufgaben oft aus purer Finanznot, aber auch aus Ablehnung gegenüber entsprechenden Geschäftsinteressen durch Delegation, Verkauf oder Outsourcen. Bei der Strategie des Outsourcens von Dienstleistungen gehen oft Wissenszusammenhänge verloren, die im alten Gefüge der Leistungs-Verwaltung entstanden sind. Dies führt zu neuen Reibungsverlusten in den sog. ausgelagerten Einheiten. Auch die im Idealtypus des kommunalen Querverbundes vertikal aggregierten Wertschöpfungsketten werden beim Übergang auf ein sog. Multi-Utility-Unternehmen aufgebrochen und neu zusammenge-

setzt. Hier gibt es zwar Effizienz- und Synergievorteile der neuen vergrößerten Unternehmensstrukturen, doch gerade mit Blick auf die sog. Economy of Scale finden fundamentale Umwälzungen statt. Was in einer konsekutiven Kette mit eingespielten Informationsströmen ein gut verknüpftes Element war, ist nun herausgebrochenes Moment einer neuen Management-Einheit. So unterschiedliche Dinge wie Müllverbrennungsanlagen, Blockheizkraftwerke und Wasseraufbereitung werden nun zusammengefasste Elemente, und das Wissen eines ehemaligen Wasserwerkes, z.B. um Rohrnetzverteilungen, Übergänge und Schnittstellen in der ehemals vertikal verknüpften Struktur, geht verloren.

Im Übergang zu den neuen Strukturen, abgekürzt der sozial-ökologischen Transformation stellen sich eine Reihe von Fragen und Anforderungen (vgl. Kluge/Lux 2002). Was sind die Risiken und Chancen solcher Prozesse, wie sehen unter sozialen, ökologischen und ökonomischen Prämissen optimierte räumliche Einheiten aus, und welchen Umfang haben optimierte Betriebsgrößen? Wie sind die Chancen für die Steuerung komplexer Problemsituationen durch kooperative, eher prozess- und projektbezogenen Verfahren? Welche neue Kundenbeziehungen und Dienstleistungen sind möglich? Das sind alles Fragen, die mit solchen sozial-ökologischen Transformationen von Unternehmen verbunden sind. Die Forschung ist aufgerufen, hier beratungsfähiges Wissen für die Kommunen zur Verfügung zu stellen, um Entscheidungssituationen für sie zu erleichtern. Gegenwärtig existiert hier ein Beratungsmarkt ohne klare Prämissen, z.B. keine offene Debatte zu unterschiedlichen Entscheidungsalternativen. Der Beratungsmarkt wird geteilt von großen Anwaltssozietäten und Unternehmensberatungen.

Beim BMBF ist zu diesen Komplexen der Privatisierung und Liberalisierung im Wasserwesen vom Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) und dem Deutschen Institut für Urbanistik (DIFU) das Forschungsvorhaben „netWorks“ beantragt worden, das diese sozial-ökologischen Transformationen inter- und transdisziplinär untersuchen möchte. Verbunden wird dies mit der Erarbeitung von strategischen Entscheidungshilfen für Kommunen.

Parallel zu diesem Forschungsvorhaben sollten Forschungsaktivitäten zum Stichwort Benchmarking gebündelt werden. Ein Leistungsvergleich zwischen öffentlichen und privaten Unternehmen im Bereich der Wasserver- und -entsorgung ist nicht nur unter ökonomischer Perspektive relevant, sondern es wären ebenso ökologische wie soziale Nachhaltigkeitskriterien zu berücksichtigen. Bei den sozialen Kriterien wäre z.B. Sozialverträglichkeit von Preis- und Tarifstruktur von Bedeutung, aber auch der Aspekt der Arbeitsplätze, der Gesundheit (TVO), Gender Issues und Qualifikation. Auf der Seite der Ökologie ist Neuland zu betreten. Durch die Bewertung der Produktökologie könnte das in der Trinkwasserverordnung festgehaltene Minimierungsgebot so eingebracht werden, dass man im Zeitverlauf eine kontinuierliche Verbesserung der Wasserqualität nachweislich erreicht. Bezüglich Ressourcen und Landschaftsschutz sowie wasserge-

bundener Ökologie könnten Kriterien wie Mindestgrundwasserstände und Mindestfließwassermengen zu Trockenzeiten bzw. der Erhalt grundwassergeprägter Standorte als Garant für die regionale wie lokale Biodiversität geeignete Maßstäbe bilden. So müssten also auch qualitative Benchmark-Kriterien für die Einbettung des Wassers in den Naturhaushalt entwickelt werden. Gegenwärtig wird Nachhaltigkeit in der Wasserwirtschaft zu stark unter die Ressourcen Management-Regel gestellt, salopp formuliert: es soll nicht mehr Wasser entnommen werden, als sich langfristig neu bildet. In einem Benchmarking-System bestünde hier die Möglichkeit, über dies hinaus, Wasser auch als Element von Landschaft und Biodiversität zu begreifen. Weitere wichtige Benchmarking-Kriterien wären Kennzahlen zum „Senkenmanagement“, was passiert z.B. mit Klärschlamm, z.B. mit Rückständen aus der Trinkwasseraufbereitung.

6. Abwasserbelastungen und Gewässerschutz

Die ausgebrachten Klärschlämme in der Peripherie (und zwar die der High-Tech-Abwasserbehandlungsanlagen) werden als Zeitbomben für Böden und Grundwasser unterschätzt. Die mangelnde Akzeptanz gerade bei gemischten Abwasserherkünften (Siedlungs- und Industrieabwässer) hat gute Gründe. Hier mit der Absenkung entsprechender Grenzwerte zu arbeiten, ist sicherlich sinnvoll; neben den als toxisch eingestuften Stoffen sollten auch die sog. nicht-gefährlichen Stoffe, die sich erstmal nicht durch unmittelbare Toxizität ausweisen, ins Visier genommen werden. Gemeint sind damit die polar-persistente Stoffe, die gemessen durch den Anteil der gelösten, organischen Kohlenstoffe (Parameter DOC) immer noch in beträchtlichen Mengen die Klärwerke passieren sowie in den Flüssen und im Klärschlamm vorhanden sind. Als Beispiel für eine Unzahl von Verbindungen und Substanzen polar-persistenter Natur soll beispielhaft auf Nonylphenol, ein Abprodukt von Tensiden, eingegangen werden. In Deutschland ist es aufgrund einer freiwilligen Vereinbarung der Industrie zwar in Haushaltsreinigern (i.S. des Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes) nicht mehr vorhanden, aber für andere Zwecke durchaus noch in Anwendung. Neue Nachweismethoden haben ergeben, dass von jedem Erwachsenen in der BRD mit der Nahrungsaufnahme von diesem Stoff täglich immerhin etwa 7,5 Mikrogramm durch den Verzehr von Äpfeln, Kartoffeln, Brot usw. aufgenommen werden (vgl. Guenther 2002; Kluge 2002). Die toxikologische Bewertung ist unklar, aber kann man wirklich negative Wirkungen ausschließen? Vergleichbare Stoffe wurden bislang allenfalls auf ihre endokrine Wirkung hin untersucht. Es gibt aber z.B. bei dem bislang so wenig beachteten Nonylphenol über 40 verschiedene Arten. Welche sind hier bedenklich, insbesondere weil sie schwer abbaubar sind? Hier gibt es drängende Forschungsfragen zu klären. Müssen bei der Vielzahl der weltweit produzierten 400 Millionen Tonnen Chemikalien, von denen 40% in der EU in Umlauf sind (näheres dazu vgl. <http://ecb.jrc.it>), nicht die polaren und persistenten Stoffe systematisch, in einem koordinierten Vorgehen durch die Forschung angegangen werden?

Die Substitution der Chlorchemie durch nitrierte und sulfonierte Organika hat in der Spezialitäten-Chemie Europas die Anzahl dieser polar-persistenten Substanzen vielfältiger werden lassen. Müssen hier nicht vorsorgeorientierte und „vereinfachte“ Verfahren entwickelt werden, die eine bessere und schnellere Risikobewertung und Risikohandhabung zulassen? Müssen nicht auch vermehrt öko-toxikologische Methoden entwickelt werden, die die Persistenz-Eigenschaften von Substanzen auf Ökosystem-Ebene untersuchen? Es müssen daraus resultierend auch für die Politik wissenschaftlich begründete Unterstützungen für besser handhabbare Risiko-Bewertungen erarbeitet werden, damit diese auch schneller und besser Eingang in gesetzliche Regelungen finden können. Diese Forschungen sind auch darauf abzustimmen, dass weltweit ein großes Defizit des Wasserdargebots existiert, insbesondere mit Blick auf landwirtschaftliches Bewässerungswasser. Das führt vermehrt dazu, dass häusliche Abwässer zu Bewässerungszwecken wieder verwendet werden müssen; hier interessieren natürlich auch gerade die persistenten Stoffe und ihr Verhalten in der Nahrungskette.

Auch wenn unsere Flüsse weniger Schwermetalle, Chlororganika, Nährstoffe und mehr Sauerstoff aufweisen, so sind die polar-persistenten Stoffe durch ihre gleichmäßige Verteilung ein nachhaltiges Problem für Flüsse, Ästuare, aber auch Meere und für das Grundwasser. Im Gegensatz zu den Flüssen ist beim Grundwasser nach wie vor eine Verschlechterungstendenz gegeben. Der flächendeckende Grundwasserschutz bedarf auch vermehrt neben den bereits existierenden Kooperationen zwischen Wasserwerk und Landwirtschaft neuer Methoden, z.B. sozial-ökologischer Allianzen zwischen den landwirtschaftlichen Produzenten, Bürgern und Kommunen. Hier sind neue sozio-technische Instrumente gefordert, die man als Good Governance des Grundwassers bezeichnen kann. Für den flächenhaften Grundwasserschutz existieren praktisch keine konkreten gesetzlichen Regelungen. Diese Lücke scheint weniger durch das Ordnungsrecht als vielmehr durch diese Good Governance-Strukturen behebbar zu sein. Die Forschung hätte insbesondere die Handlungsträgerschaft der Kommunen genauer zu untersuchen. Der flächendeckende Grundwasserschutz muss auf der untersten räumlichen Skala und Mitgestaltungsebene einsetzen. Hier wäre eine wichtige Komplementärforschung zur EU-Wasserrahmen-Richtlinie zu sehen, die diese Planung mit materiellem Leben erfüllen könnte.

7. Relevanz von Raumaspekten / Tendenz zur Metropolisierung

Die Ausrichtung der Infrastrukturplanung in der Siedlungswasserwirtschaft an differenzierten Kreisläufen ermöglicht die Integration von Industrie-, Umwelt- und Regionalplanung. Auf diese Querschnittsfunktion sollte die Aufmerksamkeit gelenkt werden, um insbesondere die gegenwärtigen räumlichen Veränderungsprozesse besser in Richtung einer nachhaltigeren Entwicklung steuern zu können. Denn durch Privatisierungen finden derzeit Unternehmenskonzentrationen statt, die entsprechend große, die alten Versorgungsgebiete übergreifende Räume betreffen.

Auf der Ebene der Siedlungsentwicklung ist schon längere Zeit räumlich zu beobachten, dass die alte Stadt-/Peripherie-Trennung zugunsten einer gleichmäßigen Durchdringung städtischer Siedlungsformen in die offene Landschaft hinein (zumindest im Umfeld städtischer Agglomerationen) in Frage gestellt wird. Diese räumlichen Veränderungen durch Fernversorgung gehen mit strukturellen Überkapazitäten z.B. in der Wasserversorgung und punktuellen Wasserdargebotsengpässen einher. Vielerorts werden durch Unternehmenszusammenlegungen alte Brunnengebiete aufgegeben, um nur noch wenige Wasserentnahmepunkte bewirtschaften zu müssen: Damit einher geht die Aufgabe von Wasserschutzgebieten, was meist auch den Verlust von Flächen für den Naturschutz bedeutet.

Probleme des Rückbaus von Infrastrukturen, wachsende Prognoseprobleme der Behörden und Unternehmen bezüglich Wasserbedarf, Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung und sich verändernde Märkte sind Begleiterscheinung des eingangs benannten Übergangs von der Industrie- zur Wissensgesellschaft. Neu in diesem Zusammenhang ist die Schärfe, mit der sich das Prognoseproblem stellt. Für welche Bevölkerungsentwicklung sind welche Systeme der Ver- und -entsorgung angemessen? Sollen z.B. neu zu errichtende, nicht-konventionelle Systeme erstellt werden? Sind dies vorwiegend Probleme der Schwundregionen, wie sie bereits in Teilen des Ruhrgebiets und im Osten Deutschlands vorherrschen und die zum Teil den Rückbau ganzer Netzteile planen? Haben solche Prognoseunsicherheiten nicht zur Folge, dass man in modularen Systemelementen zu denken hat, die sich besser an die je veränderten Randbedingungen anpassen vermögen? Muss von daher nicht grundsätzlich mit mehr Spielraum, mit mehr Systemalternativen geplant und gebaut werden, ohne dass dies zu Lasten der Versorgungs- und Entsorgungs-Sicherheit, der hygienischen Unbedenklichkeit geht? Das konstruktive Leitbild der Vernetzung differenzierter Kreisläufe geht von der Hypothese aus, die Infrastrukturen auf kleinere Räume bezogen zu dimensionieren und dadurch anpassungsfähiger zu machen.

Die Prognose-Problematik erhält überdies noch Auftrieb durch die EU-Wasserrahmen-Richtlinie. In ihr sind Planungsprognosen für Flusseinzugsgebiete für den Zeithorizont bis 2009 gesetzlicher Tatbestand. Die sich verändernden Raumaspekte sind bislang kaum untersucht, der Umgang mit den neuartigen Problemen der Prognose erfordert andere Modellsysteme, die sowohl nicht-lineare Effekte als auch die stärker werdenden Kopplungen der Mensch-Natur-Systeme berücksichtigen (vgl. oben). Entsprechende Modellierungen stehen noch ganz in den Anfängen und sollten einen besonderen Schwerpunkt der Forschung bilden. Es bieten sich hier Anschlussmöglichkeiten für das weiter unten beschriebene Forschungsfeld der nicht-konventionellen Wasserver- und -entsorgungssysteme. Sie sind in Kombination mit neuen Prognosemöglichkeiten für Transformationen in Richtung nachhaltige Entwicklung in der Forschung und Entwicklung weiterzutreiben. Sie stellen nicht unbedingt grundlegende Alternativen dar, sondern zum Teil auch komplementäre Systeme zu den bestehenden konventionellen.

Schließlich ist auch auf den Klimawandel zu verweisen. In den Klimaprognosen für den Zeitraum 2020 bis 2030 sind im Osten Deutschlands signifikante Abfluss-Defizite aufgrund rückgehender Niederschläge und ein entsprechender Mangel im Wasserdargebot zu erwarten. Der Westen hat sich langfristig auf stärkere Niederschlagsschwankungen einzustellen und auch darauf, dass in den Sommerperioden der sog. Trockenabfluss durch mangelnde Gletscherabfluss-Spenden erheblich geringer sein wird (im Zeitraum nach 2035). All dies sind Hinweise darauf, dass es für die Forschung ratsam ist, sich auf diese langfristigen Veränderungen einzustellen, zumal Umsteuerung in den Wasserinfrastrukturen nur in längerfristigen Zeitmaßstäben verwirklichtbar sind. Die Nachhaltigkeitsforschung hat gegenüber der Politik den Vorteil, hierbei nicht an deren kurzfristige Zeitskalen gebunden zu sein.

Diese Einsicht wird umso schwerer fallen, als die jüngste Jahrhundertflut den Wasserüberfluss ins Bewusstsein rückt. Aus den gegenwärtigen Klimamodellierungen lässt sich mit Sicherheit entnehmen, dass die Schwankungsverteilungen, die Extreme in beiden Richtungen, zunehmen werden (Trockenabfluss wie Flut). So kommt es zu einer merkwürdigen Parallelisierung von Trockenperioden und möglichen, darin eingelagerten Starkregenabflüssen. Mit Blick auf eine bessere Kontrolle des Hochwassergeschehens bedarf es nicht nur einer Verbesserung der Niederschlagsabflussmengenmessung und einer verbesserten Modellierung der Prognose, sondern vor allen Dingen auch einer kritischen Analyse der unterschiedlichen Ebenen der Raumwirkung und ihrer Vorsorgemöglichkeiten bei Überflutungsereignissen. Hier ist in den letzten 20 Jahren eine Art Stillstand eingetreten, so dass eine genauere Analyse des Zusammenhangs von Raumplanungsstrukturen und Gewässerausbaumaßnahmen und, was noch wichtiger scheint, von Adaptionenmaßnahmen an Hochwasserzustände (sowohl im Siedlungsbereich als auch bei Industrieanlagen und landwirtschaftlich genutzten Bodenflächen) fehlt. Die genauen Voraussetzungen einer solchen Anpassungsplanung, ihre gegenwärtigen Hemmnisse für die Umsetzung sind auf den drei großen Ebenen: Bundesraumordnung, Landes- und Raumplanung bis hinein in die Flächennutzungs- und Bebauungsplanung zu identifizieren. Dies ist umso wichtiger, als gegenwärtig eher eine auf technischen Gewässerausbau fixierte Forschungspraxis vorherrscht, zumal diese Maßnahmen durch solche Jahrhundertereignisse ihre klaren Grenzen erfahren haben.

Überdies fehlen auch Analysen und Studien über synergetische Zusammenhänge von ökologisch orientierten Hochwasserschutzmaßnahmen und Anhebung der Fließgewässerqualität im Sinne des „guten Gewässerzustandes“ der Wasserrahmenrichtlinie.

8. Nicht-konventionelle Lösungsstrategien

Wieweit bieten nicht-konventionelle Wassersysteme, wie sie in kleinerem Maßstab seit einigen Jahren erprobt werden (vgl. Rudolph / Schäfer 2001), die Möglichkeit, auch im Bereich von Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung eine nachhaltigere Entwicklung einzuleiten?

Mit nicht-konventionellen Systemen der Abwasserbeseitigung könnte es möglich sein, Energiegehalt und Düngestoffe zu verwerten. Machen solche neuen ressourcenorientierten Abwasserverwertungen nur für Neubaugebiete Sinn? Sind solche nicht-konventionellen Systeme der Ressourcenverwertung bei Re-Investitionen nicht eine mögliche Alternative zu konventionellen Systemen? Welche ökonomischen und sozialen Hemmnisse und Vorteile existieren, wo liegen mögliche Betriebsunsicherheiten?

Grundsätzlich könnte eine Differenzierung der Abwasserteilströme (Regenwasser dezentral in der Landschaft halten, Urin und Fäkalien können als Methangas und Düngemittel verwertet werden und so Stoffkreisläufe schließen helfen) und eine Differenzierung im Wassergebrauch (verschiedene Wässer für unterschiedliche Nutzungen) sinnvoll aufeinander abgestimmt werden. Das konstruktive Leitbild der Vernetzung differenzierter Wasserkreisläufe, wie es in ersten Umrissen in dem BMBF-Projekt Wasserkultur erarbeitet wurde, könnte hier entwicklungsleitend sein (vgl. Ipsen et al. 1998).

Eine kommunale Orientierung an kleinräumigeren Kreisläufen gestattet solche nachhaltigeren Differenzierungen und zugleich erlaubt sie auch eine städtetechnische Umbauperspektive: Die heute grundlegenden zentralen Infrastrukturen der modernen Siedlungswasserwirtschaft bleiben zwar zunächst aufrecht erhalten, werden aber vielfältig ergänzt und können so langfristig umgebaut werden. Dabei kann durch forciertes Wassersparen, durch Installation von Grauwassernutzungen, Regenwasserversickerung, Brauchwasserstrecken und anaerobe Abwasserbehandlung möglichst viel Wasser kleinräumig im städtischen Naturhaushalt gehalten, anstatt zentral herangeführt, zentral abtransportiert um einheitlich behandelt zu werden. (vgl. Gleich 2000; Schramm 2000) Semizentrale Anlagen (mit differenzierter Abwasserreinigung je nach örtlich anfallender Belastung) könnten an die Stelle von Zentralkläranlagen treten. Daraufhin könnten (z.B. in Großstädten mit mehreren Kläranlagen) Abwasserwerke unter Umständen vollständig ausgekoppelt oder bei einer anstehenden Erneuerung kleiner dimensioniert werden.

Bei diesen nicht-konventionellen Systemen geht es nicht nur um rein technische Varianten, sondern vielmehr immer um komplexe sozio-technische Systeme. Durch umweltpolitische (z.B. der Städte mit dem Einzelhandel) oder soziale Vereinbarungen mit diese stützende PR-Kampagnen könnten auch die Haushalte (der Siedlungswasserwirtschaft) zur Verminderung von Abwasserbelastung beitragen. Beispielsweise würden

problematische, gewässerschädigende Haushaltschemikalien nicht mehr im Handel gelistet und damit ihr Einsatz ohne wesentlich zusätzlichen Aufwand bei der Hausarbeit vermieden. Die Mehrzahl an der ansonsten notwendig erscheinenden technischen Komponenten zentraler Abwasserreinigungsanlagen könnte durch die veränderte Zusammensetzung des Abwassers entfallen. Für die Forschung wird insofern von Relevanz sein, auch soziale Verhaltenskomponenten und gesellschaftliche Absprachen stärker einzubeziehen und zu thematisieren.

9. Zusammenfassung

Ausgehend vom aktuellen wasserpolitischen Diskurs um den Stellenwert eines weiteren Wassersparens werden die historischen Voraussetzungen für die derzeitigen Umbruchsprobleme in den (noch angebotsorientierten und auf große Verbräuche ausgelegten) Systeme der Wasserver- und -entsorgung beim Übergang von der Industrie- zur Wissensgesellschaft skizziert. Aufgrund der hohen Kapitalintensität reagiert die Wasserinfrastruktur nur sehr träge auf Veränderungen. Die bei der Abwasserreinigung entstehenden Schlämme können bei der landwirtschaftlichen Ausbringung zu Boden- und neuerlichen Gewässerbelastungen führen; tendenziell wasserwerksrelevante (polare und persistente) Stoffe werden bei der Abwasserreinigung nicht zurückgehalten und gelangen in die Fließgewässer. Besonders fehlen Risikobetrachtungen zum Verhalten persistenter Stoffe in der Nahrungskette. Es ist ein flächendeckender Grundwasserschutz zu entwickeln, der eine „Good Governance“ und neue sozio-technische Instrumente, die auch Aspekte der Landschaftsgestaltung und der kommunal- sowie regionalpolitischen Standortförderung umfasst.

Gerade die Kommunen als zentrale Akteure in der Wasserwirtschaft sind von den aktuellen Umbruchsituationen der Privatisierung / Liberalisierung betroffen. Die Veränderung der Unternehmenslandschaft stellt sie vor neue Herausforderungen in Fragen des Wissensmanagements und der Entwicklung geeigneter Regulationsinstrumente. Die Kommunen wie Unternehmen benötigen Handreichungen, um in Entscheidungssituationen eine ausgewogene Alternativenabwägung vornehmen zu können. Eine Auswahl von alternativen sollte auch nicht-konventionelle Lösungen, die beispielsweise auf eine Differenzierung von Nutzungszwecken und Abwasserströmen sowie gesellschaftliche Allianzen (zur Veränderung von Nutzungsmustern) beinhalten können. Solche Lösungen können auch eine Alternative zu den derzeit stattfindenden räumlichen Veränderungen (Vergrößerung der Einzugsgebiete von Städten, Urbanisierungsprozesse) darstellen.

Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist eine Voraussetzung von wissenschaftlicher Seite, dynamische Wirkungen aus der Anthroposphäre auf die Natursphäre zu verstehen. Hier sind Natur- und Sozialwissenschaften in gleicher Weise gefordert. Insbesondere bei der Modellierung und Prognose von Mensch-Natur-Kopplungen existieren

tieren aber noch wesentliche Wissenslücken, die nur durch internationale Kooperationen und Vernetzungen zu bearbeiten sind. Hier fehlen vor allem methodische Grundlagenarbeiten, die inter- und transdisziplinär auszulegen sind. Diese sind auch notwendig, um dem Weltwasserproblem und den damit verbundenen Aspekten (Nahrungsengpässe, Armut etc.) zu begegnen. Es geht insbesondere um die Steigerung der Wasserproduktivität für die Pflanzenproduktion („Blue Revolution“), die mit einer Veränderung von Technologien zu erreichen ist. Die Entwicklung solcher neuer Lösungen bietet auch Potenziale für deutsche Unternehmen auf dem Weltmarkt. Dazu ist es aber auch notwendig, die personelle Aus- und Weiterbildung um den Aspekt der sozialen Kompetenzen zu erweitern.

Auf europäischer Ebene bietet die EU-Wasserrahmen-Richtlinie neue Anforderungen an Politik und Forschung. Neben ökonomisch geprägten Fragen (Kostenbewertung von Systemalternativen) ist ein wichtiges Element der WRRL die Partizipation. Die Entwicklung geeigneter Instrumente des Stakeholder-Involvement für die Wasserplanung und -bewirtschaftung sind hier als prioritär zu nennen.

Literatur

- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hg.) (1999): Aktionskonzept. Nachhaltige und wettbewerbsfähige deutsche Wasserwirtschaft. Fachberichte. Karlsruhe
- Becker, E.; Jahn, T. (2000): Sozial-ökologische Transformationen. Theoretische und methodische Probleme transdisziplinärer Nachhaltigkeitsforschung. In: Brand, K.-W. (Hg.): Nachhaltigkeit und ,Transdisziplinarität. Berlin, 68-84
- BMBF- Bundesministerium für Bildung und Forschung; GSF – Projektträger für Umwelt- und Klimaforschung (Hg.) (2002): GLOWA. German Programme on Global Change in the Hydrological Cycle. Phase I, 2000-2003. Statusreport 2002. o.O.
- Castillo, O.; Melin, P. (2001): Soft Computing for Control of Non-Linear Dynamical Systems, Heidelberg/New York
- Empacher, C.; Kluge, T.; Lux, A. (2001): Das Nachhaltigkeits-Audit als Instrument für Nachhaltiges Wirtschaften. In: UWF UmweltWirtschaftsForum Nr. 1. Volume 9, S. 68-72
- FAO – Food and Agriculture Organisation of the United Nations (o.J.): Crops and Drops. Making the Best Use of Water for Agriculture. Rome
- Gleick, P.H. (2000): The Changing Water Paradigm. A Look at Twenty-first Century Water Resource Development. In: Water International (25) Nr. 1, S. 127-138
- Guenther, K.; Heinke, V; Thiele, B.; Kleist, E; Prast, H.; Raecker, T. (2002): Endocrine disrupting nonylphenols are ubiquitous in food. In: Environmental Science and Technology, Jg. 36, Nr. 8, S. 1676-1690

- Ipsen, D.; Cichorowski, G.; Schramm, E. (1998): Wasserkultur. Beiträge zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung. Stadtökologie Band Nr. 2. Berlin
- ISOE - Institut für sozial-ökologische Forschung (2002): Bericht 2002. Frankfurt am Main
- Kluge, T. (2000): Wasser und Gesellschaft – Von der hydraulischen Maschinerie zur nachhaltigen Entwicklung, Opladen
- Kluge, T. (2002): Chemikalienbewertung. Vom Risiko zum Vorsorgekonzept. In: Altner, G. et al. (Hg.) (2002) Jahrbuch Ökologie 2003. München, S. 141-148
- Kluge, T.; Lux, A. (2002): Privatisierung in der Wasserwirtschaft im Kontext sozial-ökologischer Transformationen. In: Balsler, I.; Wächter, M. (Hg.), Sozial-ökologische Forschung. Ergebnisse der Sondierungsprojekte aus dem BMBF-Förderschwerpunkt. München, S. 11-28
- Kluge, T.; Schramm, E. (1986): Wassernöte: Sozial- und Umweltgeschichte des Trinkwassers. Aachen
- Kluge, T.; Schramm, E. (2002): Ein nachhaltigerer Umgang mit Wassers im Norden - Chancen für den Süden. In: DGU-Nachrichten Nr. 25, S 9-13
- Krahe, P.; Wilke, K. (1994): Einfluss von Klima und Landnutzungsänderungen auf das Abflussgeschehen im Einzugsgebiet des Rheins. In: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserchemie und Wassertechnologie (Hg.): Klimaentwicklung und die Zukunft der Wasserwirtschaft in Europa. Mühlheim
- Leist, H.J; Magoulas, G. (2002): Wasser sparen in Deutschland ist Unsinn. In: Frankfurter Rundschau 22.3.2002
- Lehn, H.; Steiner, M.; Mohr, H. (1996): Wasser – die elementare Ressource. Leitlinien einer nachhaltigen Nutzung. Berlin/Heidelberg
- Mainzer, K. (Hg.) (1999): Komplexe Systeme und Nichtlineare Dynamik in Natur und Gesellschaft. Komplexitätsforschung in Deutschland auf dem Weg ins nächste Jahrhundert. Berlin
- Max-Planck-Gesellschaft (2000): Wie entstehen neue Qualitäten in komplexen Systemen? Göttingen
- Molden, D.; Sakthivadivel, R.; Habib, Z. (2001): Basin-Level Use and Productivity of Water: Examples from South Asia. International Water Management Institute Research Report Nr. 49. Sri Lanka
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327/1-72 vom 22.12.2000
- Rijsberman, F. (2001): Balancing Water Allocation between Uses. Vortrag auf der Süßwasserkonferenz in Bonn 2001. Folien zum download unter: www.water-2001.de/outcome/workinggroupa/8Rijsberman.ppf

Rudolph, K.-U.; Schäfer, D. (2001): Untersuchung zum internationalen Stand und der Entwicklung Alternativer Wassersysteme. BMBF-Forschungsvorhaben Nr. 02 WA 0074. Bonn, Karlsruhe, Witten

Schramm, E. (2000): Am Bild des Kreislaufs. Perspektiven für den städtischen Umgang mit Wasser. In: Kunst und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland (Hg.): Wasser. Köln, S. 344-353

WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (1993): Welt im Wandel: Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen. Jahresgutachten 1993. Bremerhaven

Copyright by Thomas Kluge/ISOE, Institut für sozial-ökologische Forschung ISOE, Hamburger Allee 45, 60486 Frankfurt am Main, kluge@isoe.de

Erschienen in: Kopfmüller, Jürgen (Hg.) (2003), Den globalen Wandel gestalten. Berlin: edition sigma, 207-226