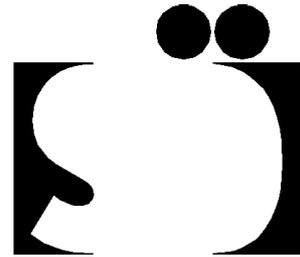


Institut für
sozial-ökologische
Forschung (ISOE)



Florian Keil
Thomas Kluge
Stefan Liehr
Alexandra Lux
Petra Moser
Engelbert Schramm

**Integrierte Perspektiven
in der Wasserforschung**

ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 25

Florian Keil, Thomas Kluge, Stefan Liehr, Alexandra Lux,
Petra Moser, Engelbert Schramm

Integrierte Perspektiven in der Wasserforschung

Zu diesem Text

Die Wasserforschung steht zunehmend vor Problemstellungen, die sich nur aus einer integrativen Perspektive bearbeiten lassen. Zu erforschen sind komplexe Wirkungszusammenhänge zwischen natürlichen und gesellschaftlichen Prozessen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen. Für eine solche Forschung ist es erforderlich, die Grenzen zwischen den verschiedenen Wissensbereichen auf einer methodisch gesicherten Basis zu überschreiten. Das Diskussionspapier stellt die differierenden und zum Teil konfligierenden Ansprüche von disziplinärer und integrativer Wasserforschung dar. Dabei lassen sich mehrere Ebenen der Integration (sozial, organisatorisch und kognitiv) unterscheiden. Ausgehend von einem allgemeinen Modell des transdisziplinären Forschungsprozesses wird deutlich, dass kognitive Integrationsprozesse eine entscheidende Rolle spielen. Verschiedene Beispiele ihrer methodischen Organisation, die in der Wasserforschung des Instituts für sozial-ökologische Forschung (ISOE) erprobt wurden, werden vorgestellt: Brückenkonzepte, *boundary objects*, Folgenabschätzungen, Szenarioanalyse, Modellierung und Simulation. Es wird argumentiert, dass die integrative Vorgehensweise einen deutlichen „Mehrwert“ erzielen kann, wenn die Entwicklung eines fächerübergreifenden Verständnisses der zu untersuchenden Problematik den Ausgangspunkt der Forschung bildet und wenn eine spezifische Qualitätssicherung aufgebaut werden kann.

About this text

Water research today is increasingly faced with problems which can only be handled from an integrative perspective. The focus is put on complex interrelations between natural and societal processes on different spatial and temporal scales. For such a research it is essential to transcend the boundaries between the various realms of knowledge on a profound methodological basis. The discussion paper presents the differing and sometimes conflicting claims of a disciplinary and an integrative water research. For this, several levels of integration are distinguished (social, organisational, cognitive). Starting from a general model of the transdisciplinary research process it is pointed out that processes of cognitive integration play a decisive role. Examples for methods to organise these processes taken from ongoing research practice of the water department of the Institute for Social-Ecological Research (ISOE) are presented: bridging concepts, boundary objects, impact assessments, scenario analysis, modelling and simulation. It is argued that the integrative approach is able to produce a surplus, if the development of a transdisciplinary understanding of the problem at hand constitutes the starting point of research and if a specific quality management can be established.

ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 25
ISSN 1436-3534

Florian Keil, Thomas Kluge, Stefan Liehr, Alexandra Lux,
Petra Moser, Engelbert Schramm

Integrierte Perspektiven in der Wasserforschung

Herausgeber:
Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH
Hamburger Allee 45
60486 Frankfurt am Main

Frankfurt am Main, 2007

Inhalt

Einleitung	7
1 Ansätze einer fächerübergreifenden Wasserforschung	8
2 Verschiedene Konzepte zum Aufeinanderbeziehen unterschiedlichen Wissens	12
3 Methoden transdisziplinärer Integration: Beispiele aus der Wasserforschung	17
3.1 Brückenkonzepte und Boundary Objects	17
3.2 Folgenabschätzungen	19
3.3 Szenarioanalyse	21
3.4 Modellierung	23
3.5 Simulation	24
4 Ausblick	25
Literatur	27

Einleitung

Wasser, lange Zeit als selbstverständlich verfügbarer Grundstoff des Lebens eher Gegenstand grundsätzlicher naturphilosophischer Betrachtungen, technisch-ingenieurwissenschaftlicher Entwicklungen oder naturwissenschaftlicher Spezialisierungen, ist besonders in den letzten Jahren zu einem brisanten gesellschaftspolitischen Thema geworden. Global unter der Überschrift „Wasserknappheit“ bzw. „Wasserverfügbarkeit“ und regional mit dem Fokus auf „Wasserqualität“ verhandelt, schließen sich Diskurse um eine Privatisierung der Wasserversorgung, die Funktionen von Wasser als Ressource aber auch als Senke für Schadstoffe, die sozialen und ökologischen Funktionen aquatischer Ökosysteme, die Bedeutung einer nachhaltigen Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten, die Erhaltung und Pflege der Grundwasserreservoirs für kommende Generationen usw. an (vgl. Böhm / Denecke 1992, Kluge 2003). Spätestens seit bekannt ist, welche Auswirkungen die anthropogene Klimaveränderung auch für die Wasserwirtschaft haben kann, wird deutlich, dass sich die Forschung damit beschäftigen muss, dass der Mensch nicht nur auf lokaler und regionaler, sondern auch auf globaler Ebene zu einer bestimmenden Größe im natürlichen Wasserkreislauf geworden ist.

Zunehmend adressiert die Wasserforschung¹ drängende gesellschaftliche Probleme, deren Lösung eng mit dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung verbunden ist. Die Forschung soll dazu beitragen, ein Management der natürlichen Wasserressourcen zu ermöglichen, das sowohl deren Reproduktionsfähigkeit für kommende Generationen gewährleistet als auch die Nutzungsbedürfnisse der gegenwärtigen befriedigt. In der internationalen Debatte setzt sich dabei immer mehr die Erkenntnis durch, dass Wasserprobleme nur aus einer integrativen Perspektive bearbeitet werden können, die das Überwinden von sektoralen Betrachtungen analytisch in den Mittelpunkt rückt. Deutlich wird dies einerseits in integrativen Steuerungskonzepten wie dem *Integrated Water Resources Management* (IWRM) oder dem *River Basin Management* (RBM), die im internationalen wissenschaftlichen und politischen Diskurs immer mehr an Durchsetzungskraft gewinnen (Kluge 2007). Andererseits wird auch in der Wasserforschung vermehrt der Anspruch erhoben, integrative Ansätze zu entwickeln. Beispielhaft zeigt sich dies in der vor drei Jahren erschienenen Denkschrift der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zum Thema „Wasserforschung im Spannungsfeld zwischen Gegenwartsbewältigung und Zukunftssicherung“ (2003). Unter der Überschrift „Prinzipien der Wasserforschung“ wird dort einleitend festgestellt, dass „das Leitbild der Nachhaltigkeit im Wassersektor nur erreichbar sein [wird], wenn die Wasserforschung der integralen Funktion des Wassers in den Ökosystemen wie auch in der menschlichen Gesellschaft Rechnung trägt.“ (ebd.: 10). Mit Blick auf die disziplinäre Verfasstheit der wissenschaftlichen Wissensproduktion und die gesellschaftspolitische Dimension des Themas betonen die Autoren weiter,

¹ Unter dem Begriff „Wasserforschung“ wird in diesem Papier die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema „Wasser, Natur und Gesellschaft“ verstanden, ohne dabei zunächst nach natur- und sozialwissenschaftlichen Forschungsansätzen zu unterscheiden.

dass gegenläufige Resultate in Teilgebieten und widerstreitende Interessen nicht als gegeben hingenommen oder gar verstärkt werden dürften, sondern vielmehr „in einer Welt, in der die Sektoren Natur, Technik und Gesellschaft immer stärker miteinander zusammen- und voneinander abhängen, [...] eine integrierende Betrachtung auch und gerade in der Wasserforschung unabdingbar“ wird (ebd.: 11, ähnlich Kluge 2003). Nicht allein die Integration unterschiedlicher Sektoranforderungen, sondern auch die Untersuchung des Zusammenwirkens von natürlichen und gesellschaftlichen Prozessen rückt also immer stärker in die Perspektive der Wasserforschung.

Im Folgenden werden die mit dieser Perspektive auf Forschungsprobleme verbundenen Integrations-Herausforderungen für die *scientific community* skizziert und in kursorischer Form Ansätze bzw. Methoden vorgestellt, die für eine *integrative Wasserforschung* fruchtbar gemacht werden können.

1 Ansätze einer fächerübergreifenden Wasserforschung

Immer dann, wenn es gilt, an Problemen zu arbeiten, „die die Grenzen einer Disziplin sprengen“ (Defila et al. 2000: 8), können fächerübergreifende Ansätze sinnvoll werden; in solchen Fällen werden – allgemein gesprochen – im Forschungsprozess Wissen, Theorien oder Methoden verschiedener Wissensgebiete verwendet. Die oben angeführten Probleme sind wie andere neuartige Probleme „im Umweltbereich (wie z.B. Ursachen und Folgen der Erderwärmung) [...] Beispiele für komplexe Probleme, die sich nicht sinnvoll auf disziplinäre Perspektiven reduzieren lassen“ (ebd.).

Das erforderliche Ausmaß an Integration hängt davon ab, wie die Forschungsprobleme in der Wasserforschung aufgespannt werden. Je nach Art und Umfang der Problemdimensionierung lässt sie sich dann auch mit einer unterschiedlichen Einbindung verschiedener Wissensgebiete bearbeiten. Mit der Herausforderung, dass Wasserprobleme fast immer auch gesellschaftliche Probleme sind, wird dabei auf unterschiedliche Weise umgegangen. Zunächst können Wasserprobleme in der Regel nicht ausschließlich mit technischen Maßnahmen, sondern nur unter Einbeziehung der Gesellschaft, z. B. unter Rückgriff auf Absprachen von Wassernutzern unterschiedlicher Wirtschaftssektoren entlang eines Flusslaufs oder auf andere gruppenspezifische Handlungspotenziale, gelöst werden. Werden aber derartige Lösungsvorschläge allein mit Mitteln der Gesellschaftswissenschaften erarbeitet, so können sie die „Natur“ des Wasserproblems (z. B. Besonderheiten eines ökologischen Gefüges oder die Dynamik eines hydrologischen Systems) nicht berücksichtigen. Mit einer derartigen Forschungsstrategie bleibt vielmehr die physische Perspektive ebenso ausgeklammert wie eine gestaltende Betrachtung der Technik.

Ähnliche *Unschärfeprobleme* resultieren in der Regel auch aus einer anderen pragmatischen Strategie, die in der Vergangenheit in der Wasserforschung vorherrschend war. Eine ingenieurwissenschaftliche Untersuchung lässt sich so ausweiten,

dass in ihr ökologische Sachverhalte als Randbedingungen ebenso aufgenommen werden wie auch gesellschaftliche Sachverhalte. Häufig bleibt aber dabei sowohl die ökologische als auch die gesellschaftliche Dynamik ausgeklammert.

In einem umfassenderen Problemzugang können hingegen die soziale und die ökologische Dynamik, soweit sie zusammenwirken, untersucht werden. Die globalen Klimaveränderungen und ihre Rückwirkungen auf die Wasserwirtschaft machen besonders einsichtig, dass mittlerweile Prozesse entstehen, die weder allein stofflich-energetisch (mit den Mitteln der Naturwissenschaften) noch kulturell-symbolisch (mit den Mitteln der Gesellschaftswissenschaften) untersucht werden können, sondern auf Wechselbeziehungen zwischen gesellschaftlichen Zusammenhängen und Naturzusammenhängen beruhen.

Dass diese Beschreibung auch auf Wasserprobleme zutrifft, wird an zahlreichen Beispielen wie etwa der Verunreinigung von Gewässern durch den Einsatz und die Nutzung von Chemikalien deutlich. Das Muster ist dabei stets dasselbe: Der durch gesellschaftlichen Fortschritt entstehende Druck auf die Umwelt wird über in ihren zentralen Versorgungsfunktionen geschädigte Wassersysteme an den Menschen zurückgegeben. Gesellschaften reagieren auf die wahrgenommenen Veränderungen in diesen Systemen mit einer Anpassung ihres umweltrelevanten Verhaltens (z.B. bei einer verstärkten Belastung der Abwässer durch bestimmte Chemikalien mit dem Einsatz neuer Reinigungsstufen in Kläranlagen). Auf einer analytischen Ebene bedeutet dies: Gesellschaftliche Ursachen und ökologische Effekte sind nicht als monokausal zu erforschen, sondern als durch Rückkopplungsschleifen im Sinne einer zirkularen Kausalität untrennbar miteinander verknüpft². Die Entwicklung nachhaltiger Strategien im Umgang mit Wasser (z.B. hinsichtlich seines Schutzes gegenüber anthropogenen Belastungen) erfordert daher ein grundlegendes Verständnis dieser Rückkopplungsschleifen: Anstelle der Betrachtung isolierter sozialer und natürlicher Teilsysteme ist das komplexe Wirkungsgeflecht aus ökologischen, sozialen und ökonomisch-technischen Prozessen in den Fokus der Untersuchung zu stellen.

Für eine integrative Wasserforschung bedeutet die in den letzten Abschnitten eingenommene *sozial-ökologische* Perspektive: In der Analyse von Problemstellungen etwa im Rahmen der Siedlungswasserwirtschaft oder im Management von Flusseinzugsgebieten muss die Gesellschaft als Teilsystem mit einer eigenen Dynamik beschrieben werden. Dies erfordert aber eine Erweiterung des analytischen Rahmens und des methodischen Spektrums einer (bisher noch vorherrschenden) disziplinären oder Teilbereiche des Gesamtzusammenhangs Wasser-Gesellschaft-Natur betonenden Wasserforschung. Denn nun sind nicht mehr nur die Folgen von z.B. Entnahme und Entsorgung auf den Wasserhaushalt und aquatische Ökosysteme zu berücksich-

² Auf diese Weise lassen sich die (z.T. unbeabsichtigten) Folgen umweltpolitischer Maßnahmen, mit denen bestimmte ökologische Auswirkungen sozio-ökonomischen Handelns abgestellt werden sollen, analysieren, abschätzen und wissenschaftlich genauer bestimmen.

tigen, sondern auch die Wirkungen, die diese auf unterschiedliche Bereiche der Gesellschaft haben (wie z. B. Wasserknappheit als Folge einer Verschlechterung der Wasserqualität oder steigende Abwasserkosten) und die Verhaltensänderungen, die dadurch bei wirtschaftlichen, politischen oder privaten Akteuren induziert werden (z. B. Änderung des Stoffeinsatzes in der Produktion, Anpassung gesetzlicher Regelungen, Veränderungen im Verbrauchsverhalten).

Der Zusammenhang zwischen gesellschaftlichen und natürlichen Prozessen und der erweiterte Rahmen einer integrativen gegenüber einer (multi-disziplinären) naturwissenschaftlich-technischen Wasserforschung ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt. Forschungsgegenstand der Letzteren ist in dieser Beschreibung ein natürliches System, wie bspw. der regionale Ausschnitt eines Flusseinzugsgebiets oder ein konkreter Grundwasserleiter. Dieses wird dann als von gesellschaftlichen Eingriffen „gestört“ beschrieben – oder, in der Sprache der Physik: Natur und Gesellschaft werden analytisch als lediglich *schwach* gekoppelte Systeme verstanden. Der Erfolg der Forschung bemisst sich dann in der Regel daran, inwieweit es gelingt, das System durch geeignete technische oder regulatorische Maßnahmen vor den Folgen dieser Eingriffe zu schützen bzw. es durch diese Maßnahmen erst wieder in einen als gewünscht definierten Normalzustand zurückzusetzen.

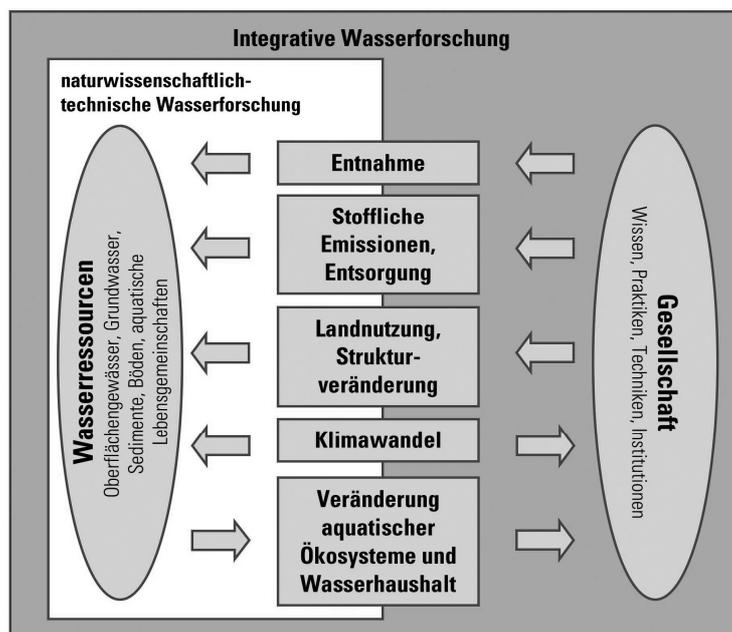


Abbildung 1: Schematischer Vergleich zwischen disziplinärer und integrativer Wasserforschung. Die dargestellten Pfeile zeigen Wirkungsrichtungen an.

Der integrative Ansatz in der Wasserforschung geht demgegenüber, im oben ausgeführten Sinne, von einer *starken* Kopplung zwischen Wassersystemen und sozialen Systemen aus – also von einem Systemzusammenhang, der durch die Wirkung innerer oder äußerer Treiber mehr oder weniger starken Veränderungsprozessen unterliegt. Unter dieser Perspektive steht dann aber nicht mehr die Wiederherstellung eines Systems im Vordergrund der Forschung, sondern die Frage, wie der sozial-

ökologische Systemzusammenhang entweder so gestaltet werden kann, dass die für die Aufrechterhaltung der Systemfunktionen erforderliche Anpassungsfähigkeit an Veränderungsprozesse insgesamt gesteigert werden kann. Mit dieser Beschreibung soll jedoch nicht der Anspruch erhoben werden, dass eine integrative Wasserforschung immer einen holistischen Ansatz in dem Sinne verfolgen muss, dass alle Aspekte des Beziehungsgeflechts Wasser-Gesellschaft zu berücksichtigen sind. Vielmehr können für eine gegebene Fragestellung gewissermaßen auch „Längsschnitte“ in dem abgebildeten Schema sinnvolle Forschungsfragen definieren.

Was in dieser Darstellung vereinfachend als homogenes Gefüge erscheint, ist in der Realität jeweils ein hoch komplexes, ausdifferenziertes System: Sowohl die Seite „Wasserressourcen“ als auch die Seite „Gesellschaft“ weisen eine Binnenstruktur und Binnendynamik auf, die in einer integrativen Perspektive als Forschungsgegenstand erfasst werden muss. Während jedoch in der naturwissenschaftlich-technischen Wasserforschung bereits ein weitreichendes Verständnis etwa für die Eigenschaften aquatischer Ökosysteme, die Hydrologie von Grundwasserleitern oder die verfahrenstechnische Elimination von Schadstoffen aus Abwasserströmen erarbeitet worden ist, bilden sozialwissenschaftliche Forschungsansätze bislang eher noch die Ausnahme. Dabei ist es aus einer analytischen Perspektive geradezu zwingend, sich mit den gesellschaftlichen Triebkräften der Dynamik einer Wasserproblematik detailliert auseinanderzusetzen. Beispielhaft seien hier nur die Fragen nach der Rolle von etablierten Nutzungs- und Nachfragemustern, von Institutionen, von Interaktionen in Akteursgruppen sowie von unterschiedlichen, sich wechselseitig dynamisierenden Problem- und Risikowahrnehmungen genannt.³

Erklären lässt sich diese Situation mit zwei Feststellungen. Zunächst lässt sich konstatieren, dass die sozialwissenschaftliche Perspektive in der Wasserforschung trotz der zitierten Bemühungen seitens der Forschungsförderung nur selten aktiv nachgefragt wird. Ein Grund hierfür dürfte vor allem in der *wahrgenommenen* Schwierigkeit einer Verknüpfung von quantitativen und qualitativen Forschungsansätzen liegen. Der von Seiten der naturwissenschaftlich-technischen Wasserforschung erhobene Forderung nach quantitativen Daten, nach einer Unterscheidung von Variablen und Invarianten oder gar nach formalen Modellen wird von sozialwissenschaftlicher Seite teilweise nur mit der Evaluation von monetarisierbaren, sozioökonomischen Parametern entsprochen. Diese bilden jedoch nur in den seltensten Fällen alle wesentlichen sozialen oder ökonomischen Facetten einer gegebenen Problemlage ab.⁴ Tatsächlich gibt es jedoch gerade auch in den Sozialwissenschaften

³ Für die empirische Sozialforschung ergibt sich in der Wasserforschung ein breites Aufgabenfeld. Für zentrale Fragestellungen in den genannten Bereichen sind sozial-empirische Daten bisher kaum vorhanden.

⁴ Nicht in den Fokus der Untersuchung geraten mit der Beschränkung auf leicht quantifizierbare Größen insbesondere die gesellschaftlichen Triebkräfte von Problemdynamiken wie spezifische Produktions- und Konsummuster, subjektive Problem- und Risikowahrnehmungen, die Rolle von

eine Vielzahl von sowohl qualitativen als auch quantitativen Forschungsansätzen, die bereits ohne größeren konzeptionellen und methodischen Aufwand zu einem vertieften Problemverständnis und zu robusteren Problemlösungen beitragen können. Neben den Methoden der empirischen Sozialforschung sind Beispiele dafür das Social Impact Assessment (Becker/Vanclay 2003), ökologisch-ökonomische Bewertungsverfahren (Dehnhardt 2002, Meyerhoff 1998), Zahlungsbereitschaftsanalysen (Marggraf et al. 2005) und multikriterielle Bewertungsverfahren (vgl. Linkov/Ramadan 2004). Vermutlich noch entscheidender ist jedoch die Feststellung, dass die erforderliche Integration von Wissen und Methoden im Rahmen einer Forschung, die eine zugleich ökologische und soziale Analyseperspektive einnimmt, kein triviales Unterfangen ist. Dieser Aspekt wird im Folgenden genauer diskutiert.

2 Verschiedene Konzepte zum Aufeinanderbeziehen unterschiedlichen Wissens

Bei der Erforschung neuartiger Problemstrukturen, in denen gesellschaftliches Handeln und ökologische Effekte eng miteinander verknüpft sind, ist es erforderlich, Grenzen zwischen unterschiedlichen Wissensbereichen methodisch geregelt zu überschreiten. Die dabei auftretenden Probleme sind im nach wie vor aktuellen Diskurs über Inter- und Transdisziplinarität beschrieben worden.

Interdisziplinarität

In der Diskussion über interdisziplinäre Forschung finden sich zwei grundsätzlich verschiedene Definitionsweisen von Interdisziplinarität. Die erste, sehr weit verbreitete Definition von Interdisziplinarität zielt auf die Kooperation zwischen den verschiedenen Fächern ab: „Interdisziplinarität bezieht sich immer auf Disziplinarität“ und bezeichnet „das integrationsorientierte Zusammenwirken von Personen aus verschiedenen Disziplinen, d.h. eine Zusammenarbeit, die die gemeinsame Definition von Zielen und Fragen beinhaltet“ (Defila et al. 2000, ähnlich auch Daschkeit et al. 2001). Ergänzend ist eine eher methodische Definition aufzugreifen, die Parthey in den achtziger Jahren entwickelte (vgl. Parthey 1996) und die er (ebenso wie auf ihm aufbauend Laudel 1998) empirisch unterfütterte. Entscheidendes Merkmal interdisziplinärer Forschungssituationen ist nach den Ergebnissen dieser Autoren nicht die Zusammensetzung der Gruppe nach Ausbildung und Kompetenz in verschiedenen Disziplinen, sondern ein Defizit von disziplinärem Wissen in der Problembearbeitung, das durch einen Transfer von Methoden aus anderen Disziplinen kompensiert wird. Die zur Bearbeitung eines Problems verwendeten Methoden entstammen also nicht aus derjenigen Disziplin, in der das Forschungsproblem definiert wird.⁵

Institutionen und unterschiedlichen Akteursgruppen sowie Konflikte hinsichtlich unterschiedlicher Nutzungsinteressen.

⁵ Mit dieser methodologisch orientierten Definition können insbesondere Prozesse einer akademischen Interdisziplinarität (z.B. eines DFG-Sonderforschungsbereichs, an dem verschiedene Disziplinen oder Subdisziplinen beteiligt sind und wo mit den Methoden der einen Disziplin die Probleme der anderen Disziplin bearbeitet werden) sehr gut erklärt werden (vgl. Laudel 1998).

Probleme der fachübergreifenden Zusammenarbeit verstärken sich, je mehr Fächer beteiligt sind und je weniger ein einfaches Konzept zur Arbeitsteilung (z. B. Forschungsprogrammatische aus Fach A, Methoden aus Fach B) verwendet werden kann. Nach den in zahlreichen Forschungsprojekten gemachten Erfahrungen lässt sich das unterschiedliche Wissen so lange unkompliziert aufeinander beziehen, wie eine Disziplin die Definitionsmacht (z. B. in forschungsprogrammatischer Perspektive) übernimmt. Sobald mehrere Disziplinen in gleichberechtigter Weise nebeneinander treten müssen, ist für die Zusammenarbeit kein vorab festgelegter Bezugspunkt mehr gegeben. Ein solcher Bezugspunkt lässt sich noch unaufwändig herstellen, falls in einem Forschungsprojekt ausschließlich benachbarte Fächer zusammenarbeiten, also etwa lediglich solche aus den Ingenieurwissenschaften oder solche aus den Sozialwissenschaften. Insbesondere in den Ingenieurwissenschaften liegen schon seit langem pragmatische Verfahren vor, wie im Rahmen angewandter Forschung und Entwicklung ExpertInnen aus unterschiedlichen Fächern zu einem gemeinsamen, bereits vor dem Forschungs- und Entwicklungsprozess definierten Produkt (etwa zu einer verbesserten Filtermembran oder zu einer energiepositiven Abwasserreinigungsanlage) beigetragen können (vgl. Bechmann 2001).

Wenn der Rahmen einer solchen produktorientierten Forschung verlassen werden muss, wird die Zusammenarbeit zwischen den Fächern jedoch komplizierter – insbesondere, wenn die Forschung problemorientiert ausgerichtet werden soll. Aufbauend auf der gesellschaftlichen Wahrnehmung komplexerer (Umwelt-)Probleme entsteht die Forderung nach einer Forschung, die diese Probleme systematisch bearbeitet und alltagspraktisch relevanten, integrierten Lösungen zuführen kann. Wesentlich ist dabei, dass derartige Lösungsansätze sich häufig erst im Forschungsprozess ergeben, statt im Vorhinein festgelegt werden zu können (vgl. Becker/Jahn 2006, Halfmann/Schützenmeister 2003). Für die Forschenden ergeben sich dabei einerseits neue Tätigkeitsfelder, die einen fächerübergreifenden Ansatz erfordern, andererseits aber auch die Anforderung, beratend zu wirken: Nicht nur die Politik, sondern auch Unternehmen und Verbände müssen angesichts der neuartigen Problemstrukturen zunehmend auf im Forschungsprozess erzeugtes Wissen zurückgreifen können. Damit die problemorientierte Forschung diese Aufgaben lösen kann, muss sie gesellschaftliche Problemlagen in wissenschaftliche Fragestellungen übersetzen, um anschließend lösungsorientierte Ergebnisse fächerübergreifend erarbeiten zu können (Bechmann 2001).

Dabei beruht die Erwartung der Gesellschaft, dass gesellschaftliche Probleme durch Forschung gelöst werden können, auf ihrem Vertrauen in die Methodik und Theoriebildung der Wissenschaft. Die Schwierigkeiten der problemorientierten Forschung erwachsen gerade aus diesem Anspruch (Halfmann / Schützenmeister 2003), weil fächerübergreifende Forschung weder über eine immer leicht sicherbare Methodik verfügt noch grundsätzlich theorieorientiert ausgerichtet ist. Schwierigkeiten für die Wahl einer geeigneten Methodik und die theoretische Rückbindung treten in problemorientierten Forschungsvorhaben insbesondere dann auf, wenn bei der Erarbei-

tung der Ergebnisse die noch immer bestehende Grenze zwischen naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Erkenntnisprozessen überschritten werden muss – eine angesichts eines immer noch vorherrschenden „methodischen Dualismus“ (Becker et al. 2006) zwischen diesen beiden großen Wissenschaftskulturen bedeutende Herausforderung.

Transdisziplinarität

Die Debatte um Transdisziplinarität reflektiert die eben angesprochenen Probleme: Einerseits sucht die problemorientierte Forschung nach Lösungen für lebenspraktische, gesellschaftliche Probleme; andererseits versucht sie das erzeugte neue Wissen auch systematisch zu ordnen. Im Vordergrund steht dabei die Überbrückung der Kluft zwischen den Natur- und Technikwissenschaften einerseits und den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften andererseits. Denn die neuartigen Problemstrukturen, die die aktuellen Themen in der Wasserforschung zunehmend durchziehen, machen es erforderlich, dass natur- und sozialwissenschaftliche Forschungsansätze nebeneinander verfolgt werden und deren Ergebnisse integrativ aufeinander bezogen werden. Andererseits entziehen sich die neuartigen Problemstrukturen dem unmittelbaren wissenschaftlichen Zugang, weil sie quer liegen zur Vorgehensweise disziplinärer Wissenschaft und sich nicht an die Struktur einzelner Fächer anpassen lassen. Immer stärker von Unsicherheiten und Nichtwissen geprägte Problemlagen führen schließlich zu der Einsicht, dass ausschließlich wissenschaftliches Wissen zur Bearbeitung dieser sozial-ökologischen Problemlagen nicht ausreichend ist. Vielmehr ist das Wissen aus der Praxis, aus Wirtschaftsunternehmen, aus der Politik, von Verbänden und von den „ExpertInnen des Alltags“ (den VerbraucherInnen) bei der *partizipativen* Erarbeitung von Systemwissen, von Handlungszielen und von operativen Vorschlägen zu berücksichtigen.

Erst ein transdisziplinärer Forschungsansatz erlaubt die genannten Herausforderungen aufzunehmen. Er zeichnet sich dadurch aus, dass

- er auf konkrete, gesellschaftlich identifizierte Problemlagen orientiert ist,
- eine auf Zeit angelegte Zusammenarbeit von verschiedensten Fächern eingegangen wird und zur Erarbeitung von Problemlösungen die Disziplingrenzen und die Grenzen zwischen wissenschaftlichem und praktischem Wissen überschritten werden und
- im Forschungsprozess dieses unterschiedliche Wissen aufeinander bezogen und einer „kognitiven Integration“ zugeführt wird.

Die Überlegungen zur transdisziplinären Forschung sind zunächst in zwei voneinander getrennten Diskursen entwickelt worden:

- Die Debatte um Fragen der Wissensproduktion und ihrer Veränderung in den modernen Gesellschaften (vgl. Bammé 2004, Bechmann 2001). Dabei werden z.T. Schlagworte wie *mode 1* und *mode 2* verwendet, um eine veränderte Aufgaben-

stellung und die Arbeitsteilung zwischen universitärer und außeruniversitärer Forschung zu beschreiben.

- In einer auf Schlüsselakteure der nachhaltigen Entwicklung und der Forschungsförderung zielenden Debatte wurde Transdisziplinarität auf die Kooperation mit Praxisakteuren und das Einbeziehen des Praxiswissens in die Forschung bezogen (vgl. Defila et al. 2006, Loibl 2005).

Mit dem im ISOE entwickelten Modell transdisziplinärer Forschungsprozesse (vgl. Abbildung 2) lassen sich diese beiden Diskurse und ihre unterschiedlichen Anforderungen integrieren. Idealtypisch orientiert sich danach ein transdisziplinäres Forschungsprojekt sowohl an gesellschaftlichen Problemstellungen als auch an solchen aus der Wissenschaft: „Beide Aspekte, der Beitrag zur praktischen Problemlösung für die Gesellschaft und der Beitrag zum wissenschaftlichen Fortschritt, werden als Teile einer Forschungsdynamik begriffen“ (Becker et al. 2006: 321). Projekte, die sich vorrangig entweder auf gesellschaftlich umsetzbare oder auf wissenschaftlich interessante Beiträge konzentrieren, schöpfen die so möglichen Potenziale nur unvollständig aus. Beispielsweise wird dann nur noch ein unzureichendes Verständnis der Problemdynamiken erzeugt, die aus den Verflechtungen und Wechselwirkungen zwischen gesellschaftlichem Handeln und physischen (z.B. ökologischen) Prozessen resultiert. Daher ist es für die Wasserforschung sinnvoll, auf dieses Modell und das dahinter liegende Verständnis transdisziplinärer Forschungsprozesse zurückzugreifen.

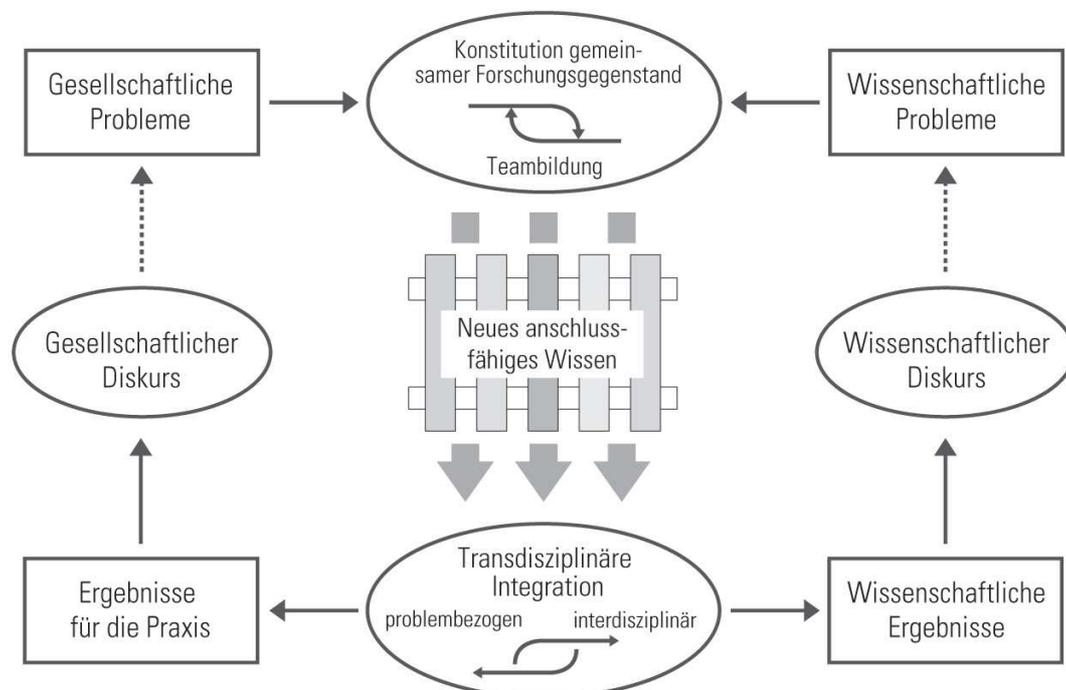


Abbildung 2: Allgemeines Modell des transdisziplinären Forschungsprozesses (Becker/Jahn 2006: 325)

Integrationssebenen

Eine *integrative* Perspektive auf das Thema „Wasser und Gesellschaft“ einzunehmen bedeutet folglich aus Sicht der Forschung, Integrationsprozesse als Bestandteile des Forschungsprozesses auf verschiedenen Ebenen zu verstehen und bewusst zu gestalten.⁶

Integration muss dabei auf mehreren verschiedenen Ebenen ansetzen:

- **Soziale Integration:** Für eine fächerübergreifende Forschung müssen in der Regel Teams mit Mitgliedern aus verschiedenen Disziplinen zusammengestellt werden, die aufgrund unterschiedlicher Fachsozialisation die projektorientierte Zusammenarbeit mitunter sehr different betreiben. Es ist erforderlich, dass ein entsprechendes Team zusammenwächst. Insbesondere in der sog. Verbundforschung sind an den Projekten verschiedene Institutionen mit z. T. stark divergierenden Eigenlogiken (z. B. Hochschule, Industrieforschungsinstitut) beteiligt. Hier müssen Ausgleichs- und Vermittlungsprozesse gefunden werden.
- **Organisatorische Integration:** Auch die meisten fächerübergreifenden Forschungsprojekte sind so organisiert, dass dort weiterhin große Anteile der Forschung disziplinar bearbeitet werden. Damit eine Integration der verschiedenen Forschungsperspektiven stattfinden kann, müssen geeignete Plattformen (Workshops, Module) und Organisationsformen realisiert werden.
- **Kognitive Integration:** Wissen aus unterschiedlichen – und damit auch hinsichtlich ihrer jeweiligen Wissensordnung verschieden strukturierten – Bereichen (wissenschaftlichen Fächern, Branchen, Politikressorts usw.) muss in den fächerübergreifenden Projekten zueinander ins Verhältnis gesetzt und systematisch aufeinander bezogen werden.

In den letzten Jahren ist in der fachübergreifenden Forschung die Bedeutung der sozialen und der organisatorischen Integration stark betont und sind geeignete Verfahrensweisen für Projektmanager in Handbüchern festgehalten worden (vgl. Defila et al. 2006, Loibl 2005). Zunehmend wird aber deutlich, dass die Organisation kognitiver Integrationsprozesse von besonderer Bedeutung ist. Spätestens wenn in einem transdisziplinären Forschungsprojekt sowohl der gesellschaftliche Bedarf („linker Ast“ in Abbildung 2) als auch der wissenschaftliche Bedarf („rechter Ast“) ernst genommen werden, wird nämlich die Integration des Wissens zur anspruchsvollen Aufgabe. Für diese ist es zwar Vorbedingung, aber nicht ausreichend, aus verschiedenen Institutionen zusammengesetzte Forschungsteams sozial, kommunikativ und organisatorisch kooperationsfähig zu machen. Zentral ist, das auf mehreren Ebenen in jedem sozial-ökologischen Forschungsprojekt zu erarbeitende Wissen organisiert und systematisch zusammenzuführen: Integrativ wirkende (Brücken)Konzepte, Sze-

⁶ Zur Bedeutung von Integrationsprozessen in der transdisziplinären Forschung vgl. Jahn/Keil 2006. Der Typ der transdisziplinären Forschung hat sich in vielen Projekten als für die Wasserforschung fruchtbar erwiesen.

narien, mathematische Modelle und weitere Methoden (z. B. Theoretisierung) sind hierfür erforderlich (vgl. Becker/Jahn 2006: 326).

3 Methoden transdisziplinärer Integration: Beispiele aus der Wasserforschung

Für das Gelingen kognitiver Integrationsprozesse spielen vor allem methodische Fragen eine entscheidende Rolle (vgl. Becker/Jahn 2006). Aus der Wasserforschung des ISOE stammen die folgenden Methoden, mit denen in unterschiedlichem Ausmaß bisher eigene Erfahrungen gewonnen werden konnten.

3.1 Brückenkonzepte und Boundary Objects

Brückenkonzepte erlauben es, natur- und sozialwissenschaftliche Sachverhalte aufeinander zu beziehen (vgl. Jantsch 1972, Weizsäcker 1989). Allgemein ermöglichen derartige Brückenkonzepte, dass sich verschiedene Disziplinen miteinander verständigen können, beispielsweise hinsichtlich der gemeinsamen Diskussion und der Analyse von Grundlagenfragen. Unter Brückenkonzept kann auch ein methodischer Ansatz verstanden werden, der ein Set von Regeln, Begrifflichkeiten und Analysekatégorien umfasst und unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen einen gemeinsamen Anknüpfungspunkt bietet. Derartige Brückenkonzepte stellen Forschungsmethoden für die Zusammenarbeit zwischen Natur-, Technik, Sozial- und Kulturwissenschaften zur Verfügung (vgl. Schön et al. 2004).

Anders als der Einsatz konventioneller Brückenkonzepte erlaubt die Verwendung von *boundary objects* oder Grenzobjekten auch dann eine Kooperation unterschiedlicher Akteure im Forschungsprozess, wenn bezogen auf die Untersuchungsziele kein Konsens besteht (und auch nicht bestehen muss, weil z. B. Praxispartner nicht alle Ziele einer Untersuchung teilen müssen). „Grenzobjekte sind (z. B. technische) Gegenstände, aber auch Ideen, Pläne, Konzepte, die innerhalb einer *Arena* und damit für die darin vertretenen Repräsentanten verschiedener sozialer Welten von zentraler Bedeutung (d. h. handlungsrelevant) sind.“ Dabei dient das Objekt als Übersetzungsmedium, „an das die wechselseitigen Bedürfnisse, Erwartungen und Anforderungen der verschiedenen in den Prozess involvierten sozialen Welten adressiert werden“ (Strübing 2005: 258).

Die Wissenschaftsforschung hat in den letzten Jahren gezeigt, dass die Forschungsarbeit in komplexen, heterogenen Kooperationen dadurch auf eine für alle Beteiligte gemeinsame Basis gestellt werden kann, dass nicht nur ein gemeinsames Ziel, sondern dabei auch ein *vermittelndes Objekt* bzw. *boundary object* der Forschungsarbeit identifiziert wird (z. B. das Wasser im Einzugsgebiet eines Flusses so zu nutzen, dass zukünftig keine Verteilungskonflikte auftreten), welches alle Beteiligten mittels ihrer Arbeit anstreben. Über derartige Grenzobjekte können ForscherInnen und am For-

schungsprozess beteiligte Praxispartner zu einer gemeinsamen Linie finden.⁷ Das *boundary object* erlaubt die Herstellung einer gemeinsamen Schnittmenge für sehr heterogene Interessen unterschiedlicher Interessensgruppen. Es fungiert letztlich als *trading zone* zwischen verschiedenen Disziplinen, aber insbesondere auch zwischen Praxis und Forschung.

Praxisbeispiel: Kreislaufmodell

Im BMBF-Verbundvorhaben „Wasserkreislauf und urban-ökologische Entwicklung“ wurde in einer Modellanalyse systematisch überprüft, ob sich die Kreislaufvorstellung als Ausgangspunkt für die Entwicklung von Leitvorstellungen/Konzepten eines integrierten Wassermanagements eignen könnte. Einerseits wurden Kreislaufvorstellungen in verschiedenen Wissenschaften (Hydrologie, Geologie, Ökologie, Chemie) und verschiedenen Praxisbereichen (Siedlungswasserwirtschaft, Industrierwasserwirtschaft, Stadtplanung) verglichen. Hierzu wurde ein allgemeines Funktionsmodell vom Kreislauf herangezogen. Andererseits wurden Kreislaufvorstellungen in unterschiedlichen Literaturgattungen (Science-Fiction, populärökologische Literatur usw.) mit Hilfe einer Diskursanalyse dahingehend überprüft, ob das Wort Kreislauf statische und konservative Assoziationen nahe legt. Bei der Analyse unterschiedlicher Textgattungen stellte sich heraus, dass derartige Verknüpfungen nicht auftraten und die Denkfigur Kreislauf offener ist als beispielsweise ideologiekritisch behauptet wurde. Im alltagskulturellen Verständnis wird Kreislauf sogar für einen statische Zustände durchlaufenden Entwicklungsprozess gesetzt. Hier liegt eine strukturelle und theoretische Ähnlichkeit zum Konzept der nachhaltigen Entwicklung, das die Entwicklungsperspektive auf den Erhalt der Ökosysteme der Welt und ihrer menschlichen Bewohner bezieht. Ebenso wie das Metabolismuskonzept kann also auch das Kreislaufkonzept auf der politischen und kulturellen Ebene Leitbild-Funktionen übernehmen. Im Vergleich mit dem Metabolismuskonzept hat sich – zumindest für ein integriertes Wassermanagement – das Kreislaufkonzept als überlegen gezeigt.

Die unterschiedlichen Gewässernutzungen und ihre Interessen (z.B. Fischerei, Kanuclubs, Naturschutz, öffentliche und industrielle Wasserversorgung, Abwasseramt, Gewässerschutz usw.) führten in der Vergangenheit zu einer parzellierten Betrachtung des Wasserhaushalts. Zudem führen die unterschiedlichen Perspektiven und Schwerpunktsetzungen der verschiedenen Disziplinen, die sich mit dem „Wasser in der Stadt“ beschäftigen – Hydrologie, Meteorologie, Geohydrologie, Limnologie, Fischereibiologie, Stadtökologie, Landschaftsökologie, Freiraumplanung, Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft, Ressourcenmanagement, Raumordnung und Stadt-

⁷ So hat beispielsweise eine Untersuchung über verschiedene Grenzobjekte (z.B. Regeln für die Protokollierung von Funden und für deren Konservierung) in naturkundlichen Museen gezeigt, dass mit deren Hilfe professionelle Biologen, Amateur-Naturkundler, Verwaltungspersonal der Universität, Trapper/Jäger, Farmer und Naturschützer zu einer gemeinsamen Linie fanden. Neben „Formularen und Etiketten“ spielten hier auch andere Objekte („Magazine“, „Idealtypen“ und „Gebiete mit übereinstimmenden Grenzen“) eine entsprechende Rolle (vgl. Star 2004).

planung – dazu, dass der Wasserhaushalt fast nur noch in viele Facetten zerlegt wahrgenommen wird. Diese bereits in der wissenschaftlichen und praktischen Perspektive vorhandene Zerfaserung des in Abbildung 1 integriert gefassten Gegenstandsbereichs Gesellschaft-Wasser-Natur wird durch die kommunal- und landespolitischen Zuständigkeiten unterschiedlichster Ressorts in Politik und Verwaltung noch weiter verstärkt.

Diese Zersplitterung der Perspektive ist für ein integriertes Wassermanagement zu überwinden. Hier kann Planungsleitbildern eine wesentliche Funktion zukommen. Leitbilder, die keine Integrationsmomente enthalten, können kein (die genannten Partialinteressen zusammenführendes) integriertes Wassermanagement ermöglichen. Unter den derzeitigen Ausgangsbedingungen würden sie vielmehr zur Folge haben, dass sie auch weiterhin das Management auf Teilaspekte des städtischen Wasserhaushalts beschränken und so einer weiteren Desintegration in der Wasserpolitik Vorschub leisten würden. Daher wurde für die städtischen Ballungsgebiete des Nordens als neues Leitbild die „Vernetzung differenzierter Kreisläufe“ entwickelt, die an die Stelle des bisherigen Leitbildes einheitlicher und zentraler Lösungen treten und die Richtung für den Umbau der Wassersysteme vorgeben kann (vgl. Schramm 1997). Dabei geht es darum, differenzierte Formen des Umgangs mit Wasser miteinander in Beziehung zu setzen und so beispielsweise in eine zentrale Wasserinfrastruktur mittelfristig Strukturen einer ökologischen Regenwasserbewirtschaftung, einer semizentralen Abwasserbehandlung und einer dezentralen Einleitung von Wasser in die städtischen Ökosysteme so zu implementieren, dass langfristig die zentrale Bewirtschaftung der Ressourcen zurücktreten kann.

3.2 Folgenabschätzungen

Folgenabschätzungen dienen dazu, Wissen über Folgen zu erarbeiten. Multidimensional werden die (sozial-ökologischen) Wirkungen und Folgen von Handlungen (Maßnahmen) bzw. von Handlungsketten identifiziert, systematisch analysiert und bewertet. Sie dienen zur prospektiven Identifikation der Auswirkungen von Handlung(skett)en in der Alltagswirklichkeit und zur anschließenden Bewertung bzw. Optimierung entsprechender Handlungsstrategien bzw. einzelner Handlungsinstrumente. Mit Hilfe dieser Folgenabschätzungen konnten in der Integrationsphase großer Verbundprojekte wichtige Ergebnisse aus den vorangegangenen multi- und interdisziplinären Phasen der Vorhaben einerseits gebündelt und andererseits bewertet werden (vgl. Bergmann et al. 1999, Schramm/Cichorowski 1997).

Folgenabschätzungen erlauben, „blinde Flecke“ der konventionellen Forschung sichtbar zu machen (z. B. Wirkungen von sozial-ökologischen Transformationen⁸).

⁸ Unter sozial-ökologischen Transformationen verstehen wir die (historische) Veränderung dynamischer Beziehungsmuster zwischen dem ‚Gesellschaftlichen‘ und dem ‚Natürlichen‘ und der darauf bezogenen Regulationen. Im Unterschied zu Vorstellungen von kontinuierlich verlaufenden Veränderungsprozessen (z. B. einer moderaten Modernisierung eines vorhandenen Wasser-Infrastruktur-

Sie erlauben das Überprüfen von Möglichkeiten ohne deren Erprobung in Realexperimenten. Vorrangiges Ziel dieser Folgenabschätzungen ist es erstens, zu begründeten Abschätzungen der Wirkungspotentiale von Maßnahmen oder Strategien zu kommen, zweitens, die Aufmerksamkeit für Restriktionen und unerwartete Nebeneffekte zu schärfen und drittens, diese Ergebnisse wieder in den Entscheidungsprozess zurückzukoppeln und dort zu integrieren. Folgenabschätzungen eignen sich somit besonders als Methode einer „lernenden“, letztlich nach neuen Wegen suchenden Planung und Gestaltung (Bergmann et al. 1999).

Analog zu neueren Ansätzen einer Technikfolgenforschung werden die Auswirkungen von Maßnahmen dabei einerseits auf deren gesellschaftlichen Realisierungsbedingungen (z.B. Entstehung, Verwendung und Substitution einer spezifischen Technik) bezogen, andererseits aber auch auf ihre materiell-energetischen Voraussetzungen sowie auf ihre physische Einbettung. Zudem gehen neuere Konzepte von Folgenabschätzungen über eine mehr oder weniger reaktive Identifikation und Analyse von möglichen Folgen hinaus, indem versucht wird, bereits in den sozialen/gesellschaftlichen Prozess der Gestaltung von gesellschaftlichen Handlungsstrategien einzugreifen. Diese Intervention in den Gestaltungsprozess zielt darauf, mögliche negative Folgen erst gar nicht entstehen zu lassen bzw. positive Effekte zu verstärken.

Praxisbeispiel: Der netWORKS-Ansatz zur Integration und Strategiebildung

Im BMBF-Forschungsprojekt netWORKS wurde auf dieses Verständnis von Folgenabschätzung zurückgegriffen. Es wurde dort ein Ansatz zur Integration und Strategiebildung entwickelt, der sich durch eine Abfolge von gemeinsamen, sektor- und disziplinübergreifenden Arbeiten und durch Rückkopplungsprozesse sowohl in die Fachöffentlichkeit aber auch auf die Ausgangsbedingungen der Handlungsstrategien auszeichnet und dadurch iterative Weiterentwicklungen ermöglicht. Dieser methodische Ansatz wurde einerseits für die im Vorhaben anstehenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten angewendet; er ist andererseits aber auch für die weitere Strategiebildung und für ein bewusstes Management von Transformationen auf Seiten der Kommunen bzw. der Institutionen der Wasserwirtschaft geeignet. Ausgehend von einem (historisch und analytisch begründeten) „Denken in Möglichkeiten“ soll es so einem strategisch bewussten Handeln und Einschlagen erkannter Übergänge kommen. Dabei ist es erforderlich, auch während der Transformationsphase beispielsweise die Wasserversorgung bzw. Abwasserableitung zu sichern, Turbulenzen abzufedern und möglichst umgehend wieder stabilisierte Zustände (in der Wasserwirtschaft, aber auch in ihren politischen, sozioökonomischen und ökologischen Einbettungen) herzustellen.

tursystems) erlaubt die Konzeption als Transformationsprozess die Identifikation von Brüchen und Formwandel. Sozial-ökologische Transformation umfasst dabei nicht nur die Veränderung, sondern auch die gegenläufigen beharrenden Tendenzen. Aus dem für Transformationen spezifischen Wechselspiels von Dynamik und Beharrung können nichtlineare Sprünge, Ungleichgewichtsbedingungen, Schwankungen und Turbulenzen resultieren (vgl. Kluge/Hummel 2006).

Ausgehend von bestimmten Problembeschreibungen und drei idealtypischen kommunalen Handlungsstrategien wurden für die strategische Entscheidungshilfe des Vorhabens problembezogene Handlungsoptionen identifiziert. Deren (beabsichtigte und nicht-intendierte) Wirkungen wurden abgeschätzt, um daran anschließend die Optionen optimieren zu können. Letztlich besteht der netWORKS-Ansatz zur Integration und Strategiebildung aus einer Abfolge von vier Schritten:

1. Zustandsbeschreibung und Problemanalyse: Analyse der Ausgangssituation und Problemlagen einer Stadtregion anhand von Deskriptoren, die die Dimensionen der Beschreibung abbilden;
2. Handlungsstrategien und -optionen: Ausgehend von grundlegenden Handlungsstrategien werden kommunale Handlungsoptionen für die betrachteten Fälle entwickelt;
3. interdisziplinäre Wirkungsabschätzung: Wirkungsabschätzungen für die einzelnen Handlungsoptionen anhand von Indikatoren (die sich in den gleichen Dimensionen bewegen, wie sie in den Deskriptoren angelegt sind, aber eine Präzisierung gegenüber den Deskriptoren darstellen);
4. Strategiebildung: Überprüfung der gewählten Strategie/Handlungsoption anhand von Leitprinzipien⁹ mit dem Ziel, Anpassungserfordernisse der Optionen zu identifizieren bzw. Regulationen zu entwickeln.

Anschließend erfolgt in einem weiteren Durchlauf (ab Schritt 2) iterativ eine Anpassung der Strategieoptionen hin zum (auf Nachhaltigkeit orientierten) Transformationsmanagement (vgl. Kluge/Libbe 2006).

3.3 Szenarioanalyse

Die zentrale Herausforderung bei der Entwicklung von Planungs- oder Steuerungskonzepten für ein nachhaltiges Wasserressourcenmanagement liegt in der Komplexität und den damit verbundenen Unsicherheiten bei der Vorhersage der zukünftigen Entwicklung der betroffenen sozial-ökologischen Systeme. Für die sozial-ökologische Forschung erlaubt die Szenariomethode einen transparenten Umgang mit diesen fundamentalen Unsicherheiten. Sie liefert, allgemein formuliert, einen Zugang zum Umgang mit Komplexität, zu einem geordneten und strukturierten Nachdenken über die Zukunft. Das allgemeine Ziel dieser Methode ist nicht die Vorhersage, die Prognose des Eintretens eines bestimmten Zustandes, sondern die Einsicht in die Bandbreite des Möglichen. Sie soll vor allen Dingen Zusammenhänge aufzeigen: Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen natürlichen und sozialen Einflussfaktoren und Prozessen ebenso wie Zusammenhänge zwischen möglicherweise konkurrierenden Entwicklungen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen. Vor allen Dingen aber soll sie den Zusammenhang zwischen ge-

⁹ Diese spiegeln einerseits Transformations- und Rückkoppelungsaspekte und andererseits die Aspekte der Nachhaltigkeit wider.

sellschaftlichen und politischen Entscheidungen und möglichen Auswirkungen in der Zukunft erfahrbar machen.

In Szenarien lassen sich wirkungsvoll zwei wesentliche „Instrumente“ verbinden: das wissenschaftlich-analytische Verständnis historischer Zusammenhänge, der gegenwärtigen Verhältnisse und der Dynamik natürlicher und sozialer Prozesse – und die durch Erfahrung geleitete Phantasie von Einzelnen und der Gesellschaft, alternative Entwicklungen und Zukünfte zu entwerfen. Methodisch lassen sich hier konsistent und komplementär quantitative, modell- und datengestützte Analysen – dort, wo Quantifizierung möglich ist und Daten vorliegen bzw. überhaupt erhoben werden können – mit qualitativen Elementen (Erzählungen, narrative Strukturen) vereinen – dort, wo eine Quantifizierung nicht oder nur schwer möglich ist, wie im Falle von Einstellungen, individuellen Verhaltensweisen, Werten, Intuition. Die Stärke des Ansatzes liegt also in der Verknüpfung einer durch formale und stringente Modellbildung erfolgenden Strukturierung mit dem Reichtum und der Plastizität logisch geschlossener Erzählungen (vgl. Raskin et al. 2003). Die Szenariomethode enthält also qua Konstruktion ein Element der transdisziplinären Integration: Indem nämlich wegen des Hereinholens des Akteurs sowohl als Objekt in der Analyse der Problemdynamik als auch als Subjekt bei der gemeinsamen Lösungsfindung der Eintrag von nicht-wissenschaftlichem Wissen in den Forschungsprozess strukturell möglich wird.

Nach Alcamo (2001) und Shearer (2005) sind Szenarien zum einen stets fiktive Darstellungen, die Veränderungsprozesse über einen bestimmten Zeitraum beschreiben. Fiktiv bedeutet hier, dass es sich um plausible, logisch konsistente und stringente Erzählungen der Zukunft handelt, die jedoch nicht verifizierbar noch falsifizierbar sind. Zum anderen machen Szenarien grundsätzlich keine Aussagen darüber, was *passieren wird* – oder auch nur wahrscheinlich passieren wird –, sondern sie beschreiben, was allenfalls *passieren könnte*. Schließlich ist allen Szenarienansätzen gemeinsam, dass sie Informationen innerhalb eines ausdrücklich definierten Rahmens organisieren und damit strategisches und integratives Denken sowohl auf wissenschaftlicher als auch auf gesellschaftlicher Seite unterstützen.

Bei der Konstitution eines gemeinsamen Forschungsgegenstandes im Kontext der Regulation sozial-ökologischer Systeme kann der Bezug auf die Szenariomethode die Bewegung der beteiligten wissenschaftlichen Disziplinen und gesellschaftlichen Akteure in einem gemeinsamen Denkraum fördern. Damit können sowohl wissenschaftliche als auch nicht-wissenschaftliche Problembeschreibungen eingetragen, aufeinander bezogen und zu gemeinsamen Bildern – „Szenarien“ – integriert werden (vgl. Musinszki/Simon 1996).¹⁰

¹⁰ Auf dieser Basis kann ein gegenseitiger Lernprozess angestoßen werden, der nicht nur zu transparenten, für alle Beteiligten nachvollziehbaren Ergebnissen, sondern auch zu einer Angleichung oder Anpassung der jeweils vorherrschenden wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Denkmuster führen kann.

Im Hinblick auf die transdisziplinäre Ergebnisintegration schließlich kann die Entwicklung und Analyse von Szenarien auf der wissenschaftlichen „Seite“ zu einem vertieften Systemverständnis bzw. zur Identifikation von grundlegenden Wissenslücken in der Beschreibung der Dynamik sozial-ökologischer Systeme führen. Auf Seiten der Integration zu praktischen Problemlösungen verhelfen definierte und bewertete Szenarien zur einer Einschätzung darüber, ob und vor allen Dingen wie durch gesellschaftliche Entscheidungen Richtungsänderungen für (gewünschte) Transformationsprozesse in (unterschiedlichen) gesellschaftlichen Teilbereichen ausgelöst werden können.

3.4 Modellierung

In der naturwissenschaftlichen Wasserforschung wird formale Modellierung seit langem an vielen Stellen eingesetzt: komplexe hydrologische Modelle beschreiben Fließdynamiken in Grundwasserleitern und Austauschprozesse mit Oberflächengewässern, Stoffstrommodelle simulieren den globalen Wasserkreislauf zur Beschreibung des Transports von Nähr- und Schadstoffen usw. Nicht zuletzt aus damit verbundenen Gründen der Anschlussfähigkeit kann auch für eine integrative Wasserforschung Modellierung ein wichtiges und wirksames Instrument sein. Und in der Tat werden für komplexe Fragestellungen immer öfter hoch integrierte Modellsysteme entwickelt, die helfen sollen Fragen der Art zu beantworten, wie sich der globale Klimawandel auf den Wasserhaushalt eines regionalen Flusseinzugsgebiets auswirken könnte, welche Konsequenzen dies für Managemententscheidungen zur Bewirtschaftung der angeschlossenen Wasserressourcen und die Gestaltung etwa der Landnutzung hat und wie diese sozialen Prozesse wiederum auf natürliche Systeme zurückwirken. Aktuell werden auf europäischer Ebene eine Vielzahl von Projekten gefördert, deren Ziel die Entwicklung von Modellsystemen für spezifischen Fragestellungen im Kontext Wasser-Natur-Gesellschaft ist. Prominente Beispiele in Deutschland sind die gegenwärtig in der abschließenden dritten Phase laufenden Projekte zum globalen Wasserkreislauf (Global Change of the Hydrological Cycle, GLOWA, vgl. www.glowa.org).

Dabei werden diese Modellsysteme immer öfter auch als so genannte *Decision Support Systems* (DSS) konzipiert, die es, vereinfacht ausgedrückt, Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern etwa in Politik und Administration ermöglichen sollen, die Konsequenzen unterschiedlicher Handlungsoptionen in einem gegebenen Entscheidungskontext durchzuspielen und daraus Informationen für eine *best choice* zu erhalten (vgl. Liehr 2006). Ob explizit als DSS konzipiert oder nicht, allgemein wird als ein wesentlicher Zweck der Entwicklung von komplexen Modellen die Generation und Bereitstellung von entscheidungsrelevantem Wissen auf Basis eines vertieften Systemverständnisses gesehen. Zur Erfüllung dieses Zwecks müssen und können Modelle jedoch Integrationsaufgaben auf unterschiedlichen Ebenen wahrnehmen:

- Kognitive Integration: Die formalen Anforderungen der Modellierung ermöglichen und erleichtern die Einigung auf einen gemeinsamen konzeptionellen und sprachlichen Rahmen quer zu den beteiligten Disziplinen; dies erzwingt die Explikation von disziplinären Hypothesen und Annahmen und erlaubt so eine Prüfung ihrer gegenseitigen Kompatibilität; werden überdies Praxisakteure in den Prozess der Modellentwicklung einbezogen (*participative modelling*) kann Modellierung überdies eine strukturierte Integration von Praxiswissen ermöglichen;
- Handlungsintegration: Modellierung kann zudem zur Unterstützung der Übersetzung von wissenschaftlichem Wissen in praktisches Entscheidungs- und Gestaltungswissen eingesetzt werden; Praxisakteure müssen Wissen zur Verfügung gestellt bekommen, das ihnen eine informierte Entscheidung über Effektivität, Effizienz und Angemessenheit einer Maßnahme zur Problemlösung ermöglicht; Modelle können hier zur Herstellung von Transparenz sowohl im Hinblick auf die Konsequenzen unterschiedlicher Annahmen als auch auf die Unsicherheiten bezüglich der Wirkung konkreter Maßnahmen beitragen.

Welche spezifischen Modellierungsmethoden (z. B. System Dynamics, Agent based Modelling etc.) für eine integrative Wasserforschung genutzt werden können, soll an dieser Stelle nicht behandelt werden (vgl. dazu Wierzbicki et al. 2000, Gimblett 2002, Mauser et al. 2002, Pahl-Wostl 2002). Von besonderer Bedeutung gerade für die Herstellung von Anschlussfähigkeit zwischen natur- und sozialwissenschaftlichen Forschungsansätzen ist dabei, die Berücksichtigung des sich in den letzten Jahren stark entwickelnden Gebiets der *Social Simulation* (vgl. Gilbert/Conte 1995 und Gilbert/Troitzsch 1999).

3.5 Simulation

Modelle werden im Rahmen einer sozial-ökologischen Wasserforschung in der Regel nicht als statisch konzipiert. Existiert innerhalb der Modellstruktur eine explizite oder implizite Zeitstruktur, so erhält das Modell eine eigenständige Dynamik. Damit eröffnet sich die Möglichkeit es zur Beschreibung von Prozessen zu nutzen und damit auch als prognostisches Modell einzusetzen. Die Begründung der Prognose erfolgt hierbei nicht über ein logisches Schlussverfahren unter Rückgriff auf ein bekanntes allgemeines Gesetz, sondern durch *Simulation*. Die formale Modellstruktur bestimmt zwar auch in diesem Fall das Modellverhalten vollständig – sofern keine stochastischen Komponenten vorliegen –, doch aufgrund ihrer Komplexität kann meist nicht mehr in vollem Umfang auf die dynamischen Eigenschaften des Modells geschlossen werden. Mit zunehmender Komplexität entzieht sich ein prognostisches Modell einer formalen, analytischen Handhabbarkeit seiner Dynamik. Erst durch Simulation besteht die Möglichkeit einer Entfaltung der dynamischen Struktur des Modells. Auf diese Weise ist es dann bspw. möglich zu untersuchen, wo Grenzen der Anpassungsfähigkeit oder der Belastbarkeit eines modellierten Systemzusammenhangs liegen. In seiner Funktion als Repräsentation eines Wirklichkeits-

ausschnitts lassen sich aus den Ergebnissen Schlüsse für den betrachteten Wirklichkeitsausschnitt ziehen.

Simulation spielt vor allem dann eine Rolle, wenn der untersuchte Problembereich zu sensibel ist, um diesen in der Wirklichkeit einer experimentellen Situation auszusetzen. Simulation muss hier als sinnvolles und zweckmäßiges Verfahren angesehen werden, derartige Problembereiche zu erfassen, zu untersuchen und Gestaltungsoptionen aufzeigen zu können. Damit umfasst das Verständnis von Simulation im Bereich der sozial-ökologischen Forschung einerseits die von Bratley et al. (1987) formulierte Definition „simulation means driving a model of a system with suitable inputs and observing the corresponding outputs“. Andererseits kann die Bedeutung von Simulation über eine bloße Betrachtung der Einflussgrößen und der aus ihnen resultierenden Ergebnisse hinausgehen, indem sie einen Blick auf die wechselseitigen Zusammenhänge innerhalb der Modellstruktur einschließt und Erklärungsansätze für beobachtete Phänomene im modellierten Phänomenbereich liefert. Simulation eröffnet damit Möglichkeiten um dynamische Prozesse erfahrbar zu machen, ohne auf Strukturlogik von Erklärung zurückgreifen zu müssen, sie wird auf diese Weise Teil des Erkenntnisprozesses und findet darin ihren Platz an der gerade bei komplexen Systemzusammenhängen sensiblen Schnittstelle zwischen Erklärung und Prognose.

4 Ausblick

Wiederholt wurde in der Vergangenheit darauf hingewiesen, dass in der fächerübergreifenden problemorientierten Forschung „die Rekonstruktion komplexer Phänomene auf der Basis von oft in verschiedenen Disziplinen angesiedelten und dort häufig gut gesicherten Wissensbeständen“ meist überwiegt und die Frage nach dem „Mehrwert“ des integrativen Vorgehens gestellt wird (vgl. etwa Halfmann/Schützenmeister 2003). Die Entwicklung von Qualitätsstandards für eine integrative Wasserforschung ist wichtig, weil fächerübergreifende Forschungsvorhaben in der Vergangenheit häufig – aus Sicht einzeldisziplinärer Forschung – hinter eine einzeldisziplinäre Problematisierung zurückgefallen sind und das Neue in dieser interdisziplinären Forschung dann oft nur das Nebeneinanderstellen (statt wirklicher Integration) verschiedener Perspektiven war. Insbesondere hat sie dann nicht mehr zu einer tatsächlichen Lösung des zugrunde liegenden praktischen Problems beizutragen. Die fächerübergreifende Formulierung eines gemeinsamen Forschungsproblems und die Integration des erzeugten Wissens sind letztlich entscheidend für den Projekterfolg (Becker/Jahn 2006, Bergmann et al. 2005).

Die gemeinsame Formulierung des zu bearbeitenden Forschungsproblems ist dabei entscheidend, um eine Überforderung des angestrebten Projekts als Ganzes sowie der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu vermeiden. Denn nicht jedes Problem in der Wasserforschung erfordert einen transdisziplinären Forschungsansatz, der alle der oben skizzierten Integrationsanforderungen aufnimmt.

Vielmehr ist jedes Mal neu zu bestimmen, welcher „Integrationsgrad“ für die wirksame Bearbeitung einer gegebenen Problemstellung erforderlich ist. Diese Bestimmung hat ihren eigentlichen Ort aber gerade in der Formulierung des Forschungsproblems.

Damit einerseits der sozial-ökologische Problembezug in transdisziplinären Forschungsprojekten sichergestellt und andererseits eine Weiterentwicklung einer integrativen Wasserforschung als Wissenschaft aus der Vielfalt der Projekte möglich ist, müssen im Forschungsalltag Theorie und Praxis verknüpft werden. Die Einführung „Sozial Ökologie: Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen“ (Becker/Jahn 2006) gibt einen umfassenden Überblick über eine transdisziplinäre Wissenschaft und ihre theoretisch geleitete Entwicklung zu einer integrierten Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung. Die dort dargelegte theoretische und methodische Grundlegung zielt nicht auf ein dogmatisches und fest gefügtes Theoriegebäude, sondern wird als Netz von Begriffen und Konzepten verstanden, das sich bei der Weiterarbeit immer wieder verändert. Sie kann auch als weiterentwickelbares Forschungsprogramm für eine integrative Wasserforschung verwendet werden.

Nur so ist ein Umgang mit den tatsächlichen, methodischen Schwierigkeiten denkbar, den Überschneidungsbereich zwischen Gesellschaft und Natur als starke Kopplung zwischen natürlichen und gesellschaftlichen Prozessen analytisch zu fassen und forschungspraktisch in die Definition geeigneter Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Forschungsansätzen zu übertragen.

Eine Wasserforschung mit disziplinär orientierten Fragestellungen und Forschungsproblemen wird fraglos weiterhin erforderlich sein, gerade weil integrative Forschungsprojekte auf ihre Ergebnisse angewiesen sind. Zugleich kann die disziplinär orientierte Wasserforschung aber auch von integrativen Forschungsprojekten profitieren, weil dort ihre Ergebnisse kontextbezogen auf gegenseitige Kompatibilität überprüft werden müssen und dadurch neue, wiederum disziplinär zu bearbeitende Forschungsfragen entstehen können.

Literatur

- Alcamo, Joseph (2001): Scenarios as tools for international environmental assessments. Experts'corner report. Prospects and Scenarios No 5. Environmental issue report, Nr. 24. European Environment Agency. Copenhagen (DK)
- Bammé, Arno (2004): Science Wars. Von der akademischen zur postakademischen Wissenschaft. Frankfurt am Main: Campus-Verlag
- Bechmann, Gotthard (2001): Paradigmenwechsel in der Wissenschaft? Anmerkungen zur problemorientierten Forschung. In: Jahrbuch des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse 1999/2000, 93-112
- Becker, Egon/Thomas Jahn (Hg.) (2006): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt am Main: Campus-Verlag
- Becker, Egon/Thomas Jahn/Diana Hummel (2006): Gesellschaftliche Naturverhältnisse. In: Egon Becker/Thomas Jahn (Hg.): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt am Main: Campus-Verlag, 174-197
- Becker, Henk A./Frank Vanclay (Hg.) (2003): The International Handbook of Social Impact Assessment. Conceptual and Methodological Advances. Cheltenham (UK): Edward Elgar
- Bergmann, Matthias/Engelbert Schramm/Peter Wehling (1999): Kritische Technikfolgenabschätzung und Handlungsfolgenabschätzung - TA-orientierte Bewertungsverfahren zwischen stadtökologischer Forschung und kommunaler Praxis. In: Jürgen Friedrichs/Kirsten Hollaender (Hg.): Stadtökologische Forschung. Theorien und Anwendungen. Stadtökologie, Bd. 6. Berlin: Analytika, 443-464
- Bergmann, Matthias/Bettina Brohmann/Esther Hoffmann/M.Céline Loibl/Regine Rehaag/Engelbert Schramm/Jan-Peter Voß (2005): Qualitätskriterien transdisziplinärer Forschung. Ein Leitfaden für die formative Evaluation von Forschungsprojekten. ISOE-Studientexte, Nr. 13. Frankfurt am Main
- Böhm, Rainer M./Michael Denecke (1992): Wasser. Eine Einführung in die Umweltwissenschaften. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft
- Bratley, Paul/Bennet L. Fox/Linus E. Schrage (1987). A Guide to Simulation. New York: Springer-Verlag, second edition
- Daschkeit, Achim/Wolf R. Dombrowski/Kirsten Hollaender/Fritz Reusswig/Verena Toussaint/Monika Wächter (2001): Interdisziplinarität in den Umweltwissenschaften – Konzeptionen, Organisation, Erfahrungen. Handbuch der Umweltwissenschaften – 7. Erg.Lfg.8/01
- Defila, Rico/Antonietta DiGiulio/Matthias Drilling (2000): Allgemeine Wissenschaftspropädeutik für interdisziplinär-ökologische Studiengänge. Leitfaden. (Allgemeine Ökologie zur Diskussion gestellt Nr. 4) Bern
- Defila, Rico/Antonietta Di Giulio/Michael Scheuermann (2006): Forschungsverbundmanagement. Handbuch für die Gestaltung inter- und transdisziplinärer Projekte. Zürich: Hochschulverlag
- Dehnhardt, Alexandra (2002): Ökonomische Bewertung ökologischer Leistungen im Rahmen des Flusseinzugsgebietsmanagements In: W. Geller (Hg.): Die Elbe –

- neue Horizonte des Flusseinzugsgebietsmanagements. 10. Magdeburger Gewässerschutzseminar. Teubner Stuttgart/Leipzig/Wiesbaden
- Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG (Hg.) (2003): Wasserforschung im Spannungsfeld zwischen Gegenwartsbewältigung und Zukunftssicherung. Denkschrift. Weinheim: WILEY-VCH Verlag
- Gilbert, Nigel/Rosaria Conte (Hg.) (1995): *Artificial Societies. The Computer Simulation of Social Life*. London (UK): UCL Press
- Gilbert, Nigel/Klaus Troitzsch (1999): *Simulation for the Social Scientist*. Buckingham (UK): Open University Press
- Gimblett, H. Randy (Hg.) (2002): *Integrating Geographic Information Systems and Agent-based Modeling Techniques for Simulating Social and Ecological Processes*. Studies in the Sciences of Complexity. Santa Fe Institute. Oxford: University Press
- Halfmann, Jost/Falk Schützenmeister (2003): *Problemorientierte Forschung und Schließungsprozesse der Wissenschaft: das Beispiel des Ozonlochs als Umweltproblem*. Expertise für das BMBF.
<http://www.sciencepolicystudies.de/dok/expertise-halfmann.pdf> (1.3.2007)
- Jahn, Thomas/Florian Keil (2006): *Transdisziplinärer Forschungsprozess*. In: Egon Becker/Thomas Jahn (Hg.): *Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen*. Frankfurt/Main: Campus-Verlag, 319-329
- Jantsch, Erich (1972): *Towards Interdisciplinarity and Transdisciplinarity in Education and Innovation*. In: CERI – Centre for Educational Research and Innovation: *Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities*. Paris, 97-121
- Kluge, Thomas (2003): *Nachhaltiger Umgang mit Wasserressourcen in Deutschland. Probleme, Handlungs- und Forschungsbedarf*. In: Jürgen Kopfmüller (Hg.): *Den globalen Wandel gestalten. Forschung und Politik für einen nachhaltigen globalen Wandel. Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland*. Berlin: edition sigma, 207-221
- Kluge, Thomas/Jens Libbe (Hg.) (2006): *Transformation netzgebundener Infrastruktur. Strategien für Kommunen am Beispiel Wasser*. DIFU-Beiträge zur Stadtforschung, Bd. 45. Berlin: DIFU
- Kluge, Thomas/Diana Hummel (2006): *Transformationen*. In: Egon Becker/Thomas Jahn (Hg.): *Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen*. Frankfurt am Main: Campus-Verlag, 259-266
- Kluge, Thomas (2007): *Integrated Water Resources Management (IWRM) as a Key for Sustainable Development*. In: Mario Cogoy/Karl Steininger (Hg.): *Economics of Sustainable Development: International Perspectives* (im Erscheinen)
- Laudel, Grit (1998): *Interdisziplinäre Forschungsk Kooperation. Erfolgsbedingungen der Institution ‚Sonderforschungsbereich‘*. Berlin: edition sigma
- Liehr, Stefan (2006): *Decision Support-Systeme in sozial-ökologischen Regulationsprozessen. Eine Betrachtung aus kybernetischer Perspektive*. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 26. Frankfurt am Main

- Linkov, Igor/Abou Bakr Ramadan (Hg.) (2004): Comparative Risk Assessment and Environmental Decision Making. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Loibl, Marie Céline (2005): Spannungen in Forschungsteams. Hintergründe und Methoden zu konstruktiven Abbau von Konflikten in inter- und transdisziplinären Projekten. Heidelberg: Verlag für Systemische Forschung im Carl-Auer Verlag
- Marggraf, Rainer/Ingo Bräuer/Anke Fischer/Susanne Menzel/Ursula Stratmann/Arne Suhr (Hg.) (2005): Ökonomische Bewertung bei umweltrelevanten Entscheidungen. Einsatzmöglichkeiten von Zahlungsbereitschaftsanalysen in Politik und Verwaltung Ökologie und Wirtschaftsforschung 55 Metropolis, Marburg
- Mausser, Wolfram/Roswitha Stolz/Ulrich Strasser (2002): GLOWA-Danube - Integrative Techniken, Szenarien und Strategien zur Zukunft des Wassers im Einzugsgebiet der Oberen Donau. Jahresbericht 2002, Universität München
- Meyerhoff, Jürgen (1998): Ökonomische Bewertung ökologischer Leistungen. Stand der Diskussion und mögliche Bedeutung für das BMBF-Programm „Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe“ Schriftenreihe des IÖW 136/98, Berlin
- Musinszki, Anna/Karl-Heinz Simon (1996): Die Stadt der vielen Wasser im Jahr 2023 – Ein Kontrastszenario mit Beispielen aus Frankfurt am Main. WasserKultur Texte, Nr. 18
- Pahl-Wostl, Claudia (2002): Agent based simulation in integrated assessment and resources management. In: Andrea E. Rizzoli, Anthony J. Jakeman (Hg.): Integrated Assessment and Decision Support: Proceedings of the First Biennial Meeting of the International Environmental Modelling and Software Society Vol.2 SEA. Como, 239-244
- Parthey, Heinrich (1996): Kriterien und Indikatoren interdisziplinären Arbeitens. In: Philippe W. Balsiger/Rico Defila/Antonietta Di Giulio (Hg.): Ökologie und Interdisziplinarität – eine Beziehung mit Zukunft? Wissenschaftsforschung zur Verbesserung der fachübergreifenden Zusammenarbeit. Basel: Birkhäuser Verlag, 99-112
- Raskin, Paul/Tariq Banuri/Gilberto Gallopin/Pablo Gutman/Al Hammond (2003): Great Transition – Umbrüche und Übergänge auf dem Weg zu einer planetarischen Gesellschaft. Herausgegeben von ISOE, HGDÖ, SEI. ISOE-Materialien Soziale Ökologie, Nr. 20. Frankfurt am Main
- Schön, Susanne/Benjamin Nölting/Martin Meister (2004): Konstellationsanalyse. Ein interdisziplinäres Brückenkonzept für die Technik-, Nachhaltigkeits- und Innovationsforschung. Discussion paper, Nr. 12. Zentrum Technik und Gesellschaft. Berlin
- Schramm, Engelbert/Georg Cichorowski (1997): Neue Handlungsoptionen für eine nachhaltige städtische Wasserpolitik. Kritische Handlungsfolgenabschätzung am Beispiel Frankfurt am Main. WasserKultur Texte, Nr. 26
- Schramm, Engelbert (1997): Zukunftsfähiges Wassermanagement. Vernetzung differenzierter Kreisläufe als Leitbild für städtisches Wassermanagement. In: Frank Biermann/Sebastian Büttner/Carsten Helm (Hg.): Zukunftsfähige Entwicklung. Herausforderungen an Wissenschaft und Politik. Festschrift für Udo. E. Simonis zum 60. Geburtstag, Berlin: sigma, 299-309

- Shearer, Allan W. (2005). Approaching scenario-based studies: three perceptions about the future and considerations for landscape planning. *Environment and Planning B: Planning and Design* 2005, Vol. 32, 67-87
- Star, Susan Leigh (2004): Kooperation ohne Konsens in der Forschung: Die Dynamik der Schließung in offenen Systemen. In: Jörg Strübing/Ingo Schulz-Schaeffer/Martin Meister/Jochen Gläser (Hg.): *Kooperation im Niemandsland. Neue Perspektiven auf Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technik*. Opladen: Leske und Budrich, 58-76
- Strübing, Jörg (2005): *Pragmatische Wissenschafts- und Technikforschung. Theorie und Methode*. Frankfurt am Main: Campus-Verlag
- Weizsäcker, Ernst Ulrich von (1989): *Brückenkonzepte zwischen Natur- und Sozialwissenschaften: Selbstorganisation, offene Systeme und Evolution*. Sozialökologische Arbeitspapiere, Nr. 17. Frankfurt am Main: IKO
- Wierzbicki, Andrzej P./Marek Makowski/Jaap Wessels (Hg.) (2000): *Model-Based Decision Support Methodology with Environmental Applications*. International Institute for Applied Systems Analysis IIASA. Dordrecht (NL): Kluwer Academic Publ.

In unserer Veröffentlichungsreihe ISOE-Diskussionspapiere bisher erschienen:

Schultz, Irmgard/Immanuel Stieß (2006): Emissionshandel und Gender – Ergebnisse einer transdisziplinären Genderanalyse. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 29

Becker, Egon (2006): Gegen das Verwischen der Differenz von Gesellschaft und Natur. Kommentar zum Potsdamer Manifest 2005 „We have to learn to think in a new way“. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 28

Liehr, Stefan (2006): Decision Support-Systeme in sozial-ökologischen Regulationsprozessen. Eine Betrachtung aus kybernetischer Perspektive. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 26

Keil, Florian/Thomas Kluge/Stefan Liehr/Alexandra Lux/Petra Moser/Engelbert Schramm (2007): Integrierte Perspektiven in der Wasserforschung. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 25

Stieß, Immanuel/Doris Hayn (2005): Ernährungsstile im Alltag. Ergebnisse einer repräsentativen Untersuchung. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 24

Schramm, Engelbert (2005): Genese und „Verschwinden“ der Kybernetik. Ein Literaturbericht. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 23

Schramm, Engelbert (2004): Monitoringbasierte Vernetzung und partizipative Synthese. Eine Auswertung integrierter Begleitaktivitäten zu einer BMBF-Förderinitiative. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 22

Röhr, Ulrike/Irmgard Schultz/Gudrun Seltsmann/Immanuel Stieß (2004): Klimapolitik und Gender. Eine Sondierung möglicher Gender Impacts des europäischen Emissionshandelssystems. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 21

Franz-Balsen, Angela/Matthias Stadler (2003): Erwachsenenbildung als Multiplikator für die Kommunikation sozial-ökologischer Forschung in die Gesellschaft. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 20

Kluge, Thomas/Engelbert Schramm (2001): Regionalisierung als Perspektive nachhaltigen Wirtschaftens. Konzeptionelle Betrachtungen. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 19

Zahl, Bente (2001): Zielgruppenspezifische Freizeitmobilität. Bestandsaufnahme der sozialwissenschaftlichen Forschung. Unter Mitarbeit von Konrad Götz. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 18

Kluge, Thomas/Alexandra Lux (2001): Privatisierung in der Wasserwirtschaft. Sozial-ökologische Forschungsperspektiven. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 17

Sons, Eric (2001): Innovative Forschungsaspekte „Nachhaltigen Wirtschaftens“. Identifikation der inhaltlichen Kernelemente einer BMBF-Förderinitiative. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 16

Weller, Ines (2000): Stand und Perspektiven ökologischer Innovationen im Textildbereich. Ergebnisse der ExpertInnenbefragung und -diskussion. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 15

Jahn, Thomas/Egon Becker/Immanuel Stieß (2000): Workshop: „Sozial-ökologische Forschung“. Protokoll des Workshops zur Einrichtung eines neuen Förderschwer-

punkts „Sozial-ökologische Forschung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung vom 30.6. bis 1.7.1999 in Bonn. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 14

Empacher, Claudia/Peter Wehling (1999): Indikatoren sozialer Nachhaltigkeit. Grundlagen und Konkretisierungen. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 13

Kluge, Thomas/Engelbert Schramm (1999): Sicherung der Innovationslinie Bio-
Puten: Lösungsperspektiven für vermutete Akzeptanzprobleme. ISOE-Diskussions-
papiere, Nr. 12

Götz, Konrad (1999): Ansprüche an ökologische Innovationen im Textilbereich.
Zwischenergebnisse des BMBF-Projektes „Wissenstransfer“. ISOE-Diskussions-
papiere, Nr. 11

Empacher, Claudia/Konrad Götz (1999): Ansprüche an ökologische Innovationen
im Lebensmittelbereich. Ergebnisse einer Verbraucherbefragung im BMBF-Projekt
„Wissenstransfer“. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 10

Empacher, Claudia (1998): Die Umweltrelevanz der Lebensmittelherstellung: Das
Beispiel Joghurt und Geflügel. Zwischenergebnisse des BMBF-Projektes „Wissens-
transfer“. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 9

Jahn, Thomas (2000): Social-Ecological Research – Conceptual Framework for a
New Funding Policy. Synopsis of the Report for the German Federal Ministry of
Education and Research. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 8

Götz, Konrad/Willi Loose/Steffi Schubert (2001): Forschungsergebnisse zur Frei-
zeitmobilität. Zwischenergebnisse aus dem UBA-Projekt „Minderung der Umwelt-
belastungen des Freizeit- und Tourismusverkehrs“. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 7

Empacher, Claudia/Engelbert Schramm (1998): Ökologische Innovation und Kon-
sumentenbeteiligung. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 4

Kluge, Thomas (1998): Das ökologische, ökonomische und soziale Potential von
Umweltabgaben am Beispiel der Grundwasserabgabe. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 3

Schultz, Irmgard (1998): Umwelt- und Geschlechterforschung – eine notwendige
Allianz. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 2

Schramm, Engelbert (1998): Soziale Dimensionen nachhaltiger Wassernutzung.
ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 1

Informationen zu unserer Veröffentlichungsreihe ISOE-Diskussionspapiere, zu
unseren weiteren Veröffentlichungsreihen und zu Bestellmöglichkeiten unter:
<http://www.isoe.de/literat/matlit.htm> sowie in unserem Literatur-Flyer, der über
das Institut angefordert werden kann:

Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH
Hamburger Allee 45
60486 Frankfurt am Main
Tel.: +49 (69) 707 69 19 0
Fax: +49 (69) 707 69 19 11
E-Mail: info@isoe.de