

Zu den Barrieren an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis

# Computermodelle in der Gewässerbewirtschaftung

Es wird zunehmend wichtiger, die komplexen Zusammenhänge im Umgang mit Gewässerressourcen adäquat zu berücksichtigen. Computergestützte Modelle könnten hier eine zentrale Rolle spielen. Doch die Anwendung in der Praxis ist durch die unterschiedlichen Perspektiven und Interessen von Forschung und Wasserwirtschaft oft schwierig.

Von Ilke Borowski und Claudia Pahl-Wostl

**M**oderne Gewässerbewirtschaftung, wie sie zum Beispiel von der europäischen Wasserrahmenrichtlinie verlangt wird, betont die Notwendigkeit von umfassenden Ansätzen (1). Darin wird die Integration von Grundwasser und Oberflächengewässern oder von unterschiedlichen Politikbereichen wie Landwirtschaft, Industrie oder Umweltschutz gefordert.

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) erwartet auch eine einzugsgebietsbezogene Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplanung. Das schließt erstmalig eine, wenn auch nur vage definierte, ökonomische Analyse der Effektivität von Maßnahmen ein. Europaweit gibt es jetzt auch ein einheitliches Umweltziel für Gewässer, nämlich den guten ökologischen Zustand beziehungsweise das gute ökologische Potenzial. Vor dem Hintergrund dieser Ansprüche ist der Ruf nach wissenschaftlicher Unterstützung nachvollziehbar.

## Was können Modelle leisten?

Im Bereich der integrierten Bewirtschaftung von Wasserressourcen sind computergestützte Simulationsmodelle gefragt, die nicht nur die Modellierung des hydrologischen Ablaufs oder der Nährstoffausbreitung umfassen, sondern auch gezielt die Effektivität von unterschiedlichen Maßnahmen, beispielsweise von Nutzungsentgelten, abzuschätzen helfen. Außerdem sollen sie auch die Einbindung unterschiedlicher Interessensgruppen unterstützen oder zumindest erleichtern. Oft wird erwartet, dass solche Modelle nicht nur die Wissenslücken im Hinblick auf das gegenwärtige Gewässersystem füllen, sondern auch Prognosen erleichtern, um zum Beispiel dem Klimawandel und seinen Unsicherheiten besser begegnen zu können.

Die Europäische Union hat im fünften Forschungsrahmenprogramm 250 Million Euro in die Forschung zur Flussgebietsmodellierung investiert. In diesem Rahmen wurden 180 Projekte gefördert, die durch die Entwicklung von Werkzeugen bei

der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie unterstützen sollen. Unter anderem wurde ein Cluster von mehr als zwölf Projekten ins Leben gerufen, die sich primär mit der meist computergestützten Modellierung von wasserwirtschaftlichen Fragestellungen in Flusseinzugsgebieten beschäftigen, sogenannte CatchMod-Cluster. Da erfahrungsgemäß aber Ergebnisse aus Forschungsprojekten nur langsam den Weg in die wasserwirtschaftliche Praxis finden, wurde unterstützend mit dem Namen Harmoni-CA eine europäische Concerted Action initiiert (2). Harmoni-CA hat sich nicht nur auf die Anwendung von Modellen und die dazugehörige Software fokussiert, sondern hat integrierte Flussgebietsbewirtschaftung auch über die Entwicklung von Leitfäden und die Anpassung von Wissen für die Modellierung unterstützt. Das übergeordnete Ziel war es, ein Forum zu schaffen, das einen Austausch zu der Entwicklung und Anwendung von Informations- und Kommunikationswerkzeugen fördert. Dazu wurden eine Reihe von Konferenzen und Seminaren durchgeführt.

Ein Schwerpunkt lag auf der Verbesserung der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis, um integrierte Ansätze der Gewässerbewirtschaftung zu verbessern und weiter zu verbreiten. Die zentralen Fragen lauteten dabei: Welche Funktion haben computergestützte Modelle aus der Forschung tatsächlich bei der Entscheidungsfindung in der Flussgebietsbewirtschaftung? Wie kann diese Funktion ausgebaut und verbessert werden?

## Die Grundlage von Entscheidungsprozessen

Um diese Fragen zu beantworten, wurden mit Vertreter(inne)n aus Forschung und Praxis insgesamt acht Workshops und fünf Flussgebietstreffen durchgeführt, insgesamt mit über 100 Teilnehmenden. Wissenschaftler(innen) aus den Bereichen partizipative Flussgebietsmodellierung haben sich teilweise gemeinsam mit Vertreter(inne)n aus der behördlichen Wasserwirtschaft über den potenziellen Nutzen von computergestützten Modellen für die wasserwirtschaftliche Praxis auseinandergesetzt (Borowski/Hare 2007).

In den ersten vier Veranstaltungen ging es primär darum, die unterschiedlichen Erwartungen gegenüber computergestützten Modellen zu identifizieren. Aufbauend darauf wurden weitere Workshops organisiert, in denen Modelle, die in Forschungsprojekten entwickelt wurden, vorgestellt und diskutiert wurden. Diese Modelle umfassten beispielsweise die Themenbereiche Interaktion zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft oder die Einbindung ökonomischer Aspekte entspre- →

chend der WRRL. Die Ergebnisse der Diskussionen wurden während und nach den Veranstaltungen zusammengefasst und durch die Teilnehmenden verifiziert beziehungsweise angepasst.

Während der Diskussionen gab es fünf Themenbereiche, die nicht nur immer wieder erwähnt wurden, sondern auch im Hinblick auf das Engagement bei den Teilnehmenden auf eine zentrale Bedeutung schließen ließen. Diese waren die Rolle von Modellen in Entscheidungsprozessen, partizipative Modellierungs- und Managementprozesse, das Vertrauen in Modelle, Kommunikation und Nutzungsfreundlichkeit von Modellen sowie die integrierte Modellierung. Bei den Themen wurde deutlich, dass eine Verbesserung der Anwendung von Forschungsergebnissen mehr ist als eine schlichte Verbesserung der Kommunikation und Präsentation dieser Ergebnisse, wie sie beispielsweise über Rhetorikkurse für Vortragende erreicht werden könnte. Stattdessen verdeutlichten die Diskussionen, dass die Schwierigkeit der Anwendung von Forschungsergebnissen oft in den unterschiedlichen Perspektiven und Interessen der Forschenden auf der einen Seite und der Expert(inn)en aus der wasserwirtschaftlichen Verwaltung auf der anderen Seite liegt. Bevor wir die Empfehlungen, die aus den Diskussionen folgen, vorstellen, möchten wir exemplarisch die wichtigsten Argumente zur Rolle von Modellen in Entscheidungsprozessen, zum Vertrauen in computergestützte Modellierung sowie zur Notwendigkeit von Integration vorstellen, weil sich an ihnen die unterschiedlichen Perspektiven gut darstellen lassen.

### Forschungsmodelle in der Praxis

Wo Modelle in der Praxis bereits einen wesentlichen Beitrag leisten, stellen sie oft eher einzelne und vereinfachte Aspekte, zum Beispiel den zweidimensionalen Abfluss von Hochwasser oder die Ausbreitung von Nitraten dar. Das liegt nicht zuletzt auch an der Aufteilung der Aufgaben innerhalb der Wasserwirtschaft, die einerseits natürlich eine bessere Vertiefung von Expertise ermöglicht, aber andererseits erhebliche Ressourcen für die Integration in eine ganzheitliche Gewässerbewirtschaftung erfordert.

Die verwendeten Computermodelle wie zum Beispiel Modflow, Feflow, Sobek oder Mike-She, sind in der Regel nicht direkt im Rahmen von Forschungsprojekten entwickelt worden, sondern das Ergebnis von Auftragsarbeit durch externe Beratungsfirmen oder hausinterne Abteilungen. Trotzdem wurden auch diese Modelle aufgrund der hohen Daten- und Dokumentationskosten selten mehrfach angewendet. An dieser Stelle wurde auch eine weitere Diskrepanz zwischen den Erwartungen von Forschungsseite und den Erfahrungen in der Praxis deutlich. In der Regel wurde von den Forschenden in Anspruch genommen, dass Modelle auf andere Einzugsgebiete übertragen werden können. Tatsächlich ist aber die Datenbeschaffung einer der zentralen Zeit- und Ressourcenfaktoren in der Modellentwicklung und -implementierung. Nicht selten scheitert die Übertragung von Modellen schon an den notwendigen Daten.

Die Rolle von Modellen aus der Forschung sieht die Praxis daher weniger in der konkreten Anwendung als in der Vermittlung neuer Ideen und Konzepte.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass computergestützte Modelle von den Teilnehmenden aus der Wasserwirtschaft oft als eine, nicht sehr zentrale, Quelle von Information beschrieben wurden, um Entscheidungen vorzubereiten. Im Gegensatz dazu haben die Forschenden ihren Modellen sehr zentrale potenzielle Rollen zugeschrieben, auch wenn sie sich der oft noch bestehenden Beschränkungen, beispielsweise im Hinblick auf die zeitnahe Anwendung der Ergebnisse, bewusst waren.

### Vertrauen trotz Unsicherheit?

In der Regel beinhaltet der wissenschaftliche Umgang mit den Unsicherheiten von Modellen den Ruf der Anwender nach einer quantitativen Analyse. Denn damit können Spannen, sogenannte Konfidenzintervalle festgelegt werden, innerhalb derer sich die Ergebnisse bewegen können. Dieser Ruf wird von den Modellierern in der Regel aufgenommen und die Ergebnisse werden mit Wahrscheinlichkeiten assoziiert. Die Ursachen der Unsicherheiten werden dabei sowohl in der Qualität der Daten, den verwendeten Algorithmen und teilweise auch in der Unkenntnis der Zusammenhänge verortet.

Die Darstellung der Unsicherheiten wird oft als ein Kriterium verwendet, um die wissenschaftliche Seriosität einer Arbeit zu unterstützen. Auf der anderen Seite erhöht die Darstellung nicht unbedingt das Vertrauen in die Modelle. Auch wird eine solche Darstellung von der Wasserwirtschaft oft nicht unterstützt. Die Daten aus wasserwirtschaftlichen Behörden, die die Grundlage für die Modelle bilden, sind nur selten mit entsprechenden Konfidenzintervallen ausgestattet.

### Bedarf an sicheren Ergebnissen

Die Behördenvertreter(innen) in den Harmoni-CA Workshops haben sehr deutlich gemacht, dass es ihnen nicht um eine verbesserte Darstellung der modellinhärenten Unsicherheiten geht, sondern, dass sie sichere Ergebnisse wollen. Vor dem Hintergrund der Verantwortung, die ihnen von der Öffentlichkeit obliegt, müssen sie die Möglichkeit einschätzen zu können, wie hoch das Risiko ist, eine falsche Entscheidung zu treffen und welche Konsequenzen das hätte. Modelle, deren Ergebnisse daher große Unsicherheitsspannen aufweisen, werden in der Regel als zu wenig vertrauenswürdig eingestuft, um in die Entscheidungsfindung eingebunden zu werden. Konfrontiert mit unsicheren, vielfältigen und oft auch widersprüchlichen Ergebnissen, werden Modelle dadurch zunächst pauschal abgelehnt.

Die Forscher(innen) sind oft eher hilflos, wenn sie mit der komplexen Haltung der Wasserwirtschaft gegenüber Unsicherheiten konfrontiert werden. Ansatzweise wird dann versucht,

über partizipative Modellierung Vertrauen in das jeweilige Werkzeug aufzubauen. Hier besteht allerdings auch oft eine Beschränkung durch Zeit und andere Ressourcen, die die Beteiligten bereit sind aufzuwenden. Alternativen bieten Konzepte wie adaptive Gewässerbewirtschaftung, in denen ein pro-aktiver Umgang mit Unsicherheiten sich beispielsweise in einer Stärkung von reversiblen Maßnahmen widerspiegelt, die so eine Anpassung und Verbesserung von Maßnahmen auf der Basis neuer Erkenntnisse erlauben (Pahl-Wostl 2007).

## Integrierte Gewässerbewirtschaftung durch Modelle

Adaptives Management thematisiert auch Integration und Komplexität vor dem Hintergrund von unkontrollierbaren Ökosystementwicklungen. Auswirkungen auf Ökologie, Industrie und Landwirtschaft, Umsetzbarkeit von Maßnahmen, gesamtgesellschaftliche und lokale oder grenzübergreifende Wirkungen – der Anspruch an eine integrierte Gewässerbewirtschaftung ist hoch. Gefragt nach den Themen, die einzelne Modelle zusammenführen sollten, haben Forscher und Wasserwirtschaftler unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt. In der Forschung wurde davon ausgegangen, dass die Anforderungen der WRRL eine Berücksichtigung von Grundwasser und Oberflächenwasser, von Landwirtschaft, Ökologie und Industrie, von unterschiedlichen Gewässertypologien und auch von partizipativen und ökonomischen Elementen notwendig macht. Diese umfassenden Anforderungen wurden gleichzeitig von den Forschern kritisch gesehen, gerade im Hinblick auf die Schwierigkeiten in der Datenbeschaffung und den daraus resultierenden Unsicherheiten in den Ergebnissen, aber auch durch die notwendige interdisziplinäre Zusammenarbeit. Viele Modelle werden daher auf bestimmte, zuvor noch wenig thematisierte Zusammenhänge fokussiert. Integration umfasst dann nicht mehr alles, sondern im Hinblick auf die technische und zeitliche Machbarkeit im Rahmen von Projekten mit einer Laufzeit von drei bis fünf Jahren, sehr klar definierte und begrenzte Betrachtungen.

Aus der Wasserwirtschaft kamen zwar ebenfalls umfassende Forderungen, aber wenn es konkret um den Bedarf für die Anwendung ging, wurden die Anforderungen an die Integration eng aus dem Fachgebiet der jeweiligen Behördenvertreter(innen), dem Wissensbedarf und dem Fehlen von bestimmten Kompetenzen innerhalb der Behörden abgeleitet. Zum Beispiel war eine zentrale Forderung, die Wirkung von spezifischen Maßnahmen, wie sie im Kontext der WRRL erwogen werden, einschätzen zu können. Beispiele dafür waren die Einführung von Nutzungsentgelten oder die flächendeckende Einführung bestimmter landwirtschaftlicher Praktiken. Diese konkrete Frage nach bestimmten Maßnahmen wird häufig von Modellen, die in der Forschung entwickelt werden, nicht angesprochen. Die starke Orientierung der Praktiker an den rechtlichen und politischen Vorgaben wird selten von der Forschung aufgenommen, weil diese Orientierung oft als eingrenzend für wissenschaftliche Innovationen wahrgenommen wird.

## Schlussfolgerungen

So sehr immer wieder computergestützte Modelle angefragt werden, um die praktische Gewässerbewirtschaftung zu unterstützen, in der Regel ist deren Rolle in der tatsächlichen Entscheidungsfindung als eher gering einzustufen. Sie sind eine von vielen Informationsquellen, die in der Regel mit großer Skepsis betrachtet wird. Modelle weisen oft große Unsicherheiten auf und beantworten zudem Fragen, die von den Wasserwirtschaftlern nicht ganz so gestellt werden. Trotzdem besteht auch vonseiten der Praxis ein großes Interesse an wissenschaftlicher Unterstützung und an Modellen. Praxisorientierte Forschung wird gewünscht.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, müssen Anreize für die Forscherinnen und Forscher geschaffen werden, ihr Verständnis für die wasserwirtschaftliche Praxis zu verbessern. Das schließt auch ein, Möglichkeiten zu erkunden, wie projektbezogene Forschung besser in die wasserwirtschaftliche Praxis eingebunden werden kann. Eine Präzisierung der Forschungsfragen gemeinsam mit Wasserwirtschaftlern, beispielsweise über die Mitarbeit in projektbegleitenden Beiräten, könnte helfen, Forschung anwendungsorientierter zu gestalten und gleichzeitig auf beiden Seiten das Verständnis füreinander zu stärken.

Eine weitere Möglichkeit wäre die Stärkung von externen Beratungsfirmen in ihrer Funktion als Vermittler von wissenschaftlichen Erkenntnissen in die Praxis. Berater könnten in Forschungsprojekten gezielt mit der Aufgabe betraut werden, für die Praxisnähe der entwickelten Ergebnisse, zum Beispiel der Software, und die Erhaltung und Weiterentwicklung über das Projektende hinaus zu sorgen.

Weiterhin ist es wichtig, die Schwierigkeiten bei der Datenbeschaffung und der Übertragung von Modellen anzuerkennen. Die analoge Übertragung von Modellen in neue Gebiete muss weiter verbessert werden. Dies gilt auch für die Seite der Wasserwirtschaft.

In der Praxis sind nicht nur die oben beschriebenen Herausforderungen zu meistern. Oft gibt es ganz praktische Begrenzungen. Vor dem Hintergrund von Fristen, zum Beispiel im Umsetzungsprozess der WRRL, gibt es zu wenig Zeit, um die Entwicklung von Modellen adäquat zu begleiten oder gar in partizipative Modellierungsprozesse einzusteigen. Schon um sich auf Konferenzen oder Seminaren zu informieren, fehlen außerdem oft Reisekostenmittel. Und schließlich bestehen einfach Sprachbarrieren, wenn auf solchen Veranstaltungen primär Englisch gesprochen wird.

Um Enttäuschungen im Hinblick auf die Anwendbarkeit von Forschungsergebnissen entgegenzuwirken, ist es wichtig, dass die Erwartungen zwischen den Wasserwirtschaftlern, den Forschern und den Geld gebenden Institutionen transparent gestaltet sind. Gerade in komplexen Systemen und bei der Behandlung von Auswirkungen des Klimawandels sind Unsicherheiten in Modellresultaten nicht ausschließlich eine Schwäche der Modelle, sondern eine Eigenschaft des zu bewirtschaftenden Systems. →

Es geht darum Unsicherheiten zu akzeptieren und die sich daraus ergebenden Risiken durch robuste Maßnahmen zu reduzieren. Diese Einsicht wird weder bei den Praktikern aus der Wasserwirtschaft noch bei der Politik auf große Gegenliebe stoßen.

## Diskurs zwischen Praxis und Forschung

Daher benötigen unsichere Modellierungsergebnisse einen wissenschaftlichen und praxisorientierten Diskurs und einen Abgleich mit anderen Ergebnissen. Nur so kann eingeschätzt werden, wie relevant die Ergebnisse sind und welche Strategien benötigt werden, um mit ihnen umzugehen. Zentral ist dabei eine politische Einbettung dieses Diskurses, wie beispielsweise an der Diskussion des Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) deutlich wird. Ein ähnlicher Diskurs innerhalb der Forschung zur integrierten Gewässerbewirtschaftung wäre notwendig, auch wenn die Vielseitigkeit der betroffenen Disziplinen wahrscheinlich eine größere Herausforderung darstellt als bei der Diskussion zu Klimamodellen.

Abschließend lässt sich sagen, dass es im Wesen der Forschung liegt, Wissen zu vermehren. Dies setzt nicht immer eine unbedingte Anwendbarkeit dieses Wissens voraus. Wenn erfolgreiche Gewässermodellierung ausschließlich darüber definiert wird, wie sie in der Gewässerbewirtschaftung operationalisiert wird, grenzen wir das Potenzial von Forschung erheblich ein. Dies gilt gerade dann, wenn die Erwartung besteht, dass der Zeithorizont für die Übertragung in die Praxis sich nur unwesentlich über die Projektdauer hinauszieht. Diesem Anspruch sollte eigentlich nur Auftragsforschung gerecht werden.

### Anmerkungen

- (1) Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Brüssel 2000.
- (2) Der volle Projektname lautet "Harmonised Modelling Tools for Integrated

Basin Management". Das Projekt wurde von 2002 bis 2007 durchgeführt. Weitere Informationen auf der Projekthomepage: <http://www.harmonica.info>

### Literatur

- Borowski, I. / Hare, M.: Exploring the gap between water managers and researchers: Difficulties of model-based tools to support practical water management. In: Water Resources Management 21, 7/2007, S. 1049-1074.
- Pahl-Wostl, C.: Requirements for Adaptive Water Management. Adaptive and Integrated Water Management. In: Pahl-Wostl, C. / Kabat, P. / Moltgen, J.: Coping with Complexity and Uncertainty. Berlin et al. 2007, S. 1-22.

### AUTORINNEN + KONTAKT

**Ilke Borowski** ist seit 2002 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Umweltsystemforschung an der Universität Osnabrück mit dem Schwerpunkt Soziales Lernen in der Gewässerbewirtschaftung.



Universität Osnabrück, Institut für Umweltsystemforschung, Barbarastraße 12, 49076 Osnabrück.  
Tel.: +49 541 969-3328, Fax: +49 541 969-2368,  
E-Mail: [borowski@usf.uni-osnabrueck.de](mailto:borowski@usf.uni-osnabrueck.de)

**Dr. Claudia Pahl-Wostl** ist Professorin für Angewandte Systemwissenschaft

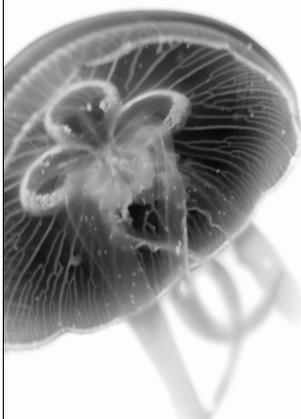


am Institut für Umweltsystemforschung an der Universität Osnabrück.

Universität Osnabrück, Institut für Umweltsystemforschung, Barbarastraße 12, 49076 Osnabrück.  
Tel.: +49 541 969-3328, Fax: +49 541 969-2368,  
E-Mail: [pahl@usf.uni-osnabrueck.de](mailto:pahl@usf.uni-osnabrueck.de)

# politische ökologie

Die Zeitschrift für Querdenker und Vordenkerinnen



## Meere

### Vom sorglosen Umgang mit einem endlichen Schatz

Intensiv genutzt, kaum geschützt: Die Meere sind in Gefahr, denn der Mensch überfischt sie, überzieht sie mit Müll und zerstört ihre sensiblen Ökosysteme. Die *politische ökologie*<sup>111</sup> beschreibt, wie bedeutsam die Meere sind, und was den einzigartigen Lebensraum bedroht. Aber sie zeigt auch, wie der Mensch die Meere wirksam schützen kann.

- \_ Worin besteht die kulturelle Bedeutung der Meere?
- \_ Warum schadet Bergbau in der Tiefsee?
- \_ Wie sieht nachhaltiger Fischfang aus?

Mit Beiträgen von A. Klug, O. Groß, B. Pötter, H. Rumohr, K. Schacht u.v.m.

\_Stillen Sie Ihre Neugier!\_Fordern Sie die politische ökologie 111 an\_14,90 EUR (inkl. Versand)/23,80 CHF!  
\_ISBN 978-3-86581-120-2\_oekom verlag\_Fax 089/54 41 84-49\_neugier@oekom.de\_www.oekom.de



(c) 2010 Authors; licensee IÖW and oekom verlag. This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial No Derivates License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.