



Naturnahes Fließgewässer. Der Wert von Gewässern wird meist über Ökosystem-Dienstleistungen auf einer anthroporationalen und anthropozentrischen Ebene bewertet. Auch ästhetische Aspekte spielen dabei eine wichtige Rolle.

Einführung

Wie gehen wir im 21. Jahrhundert mit Wasser um?

Wasser ist Quell des Lebens, Bedrohung und Konfliktstoff. Es hat eine herausragende Bedeutung für menschliche Kulturen, die Artenvielfalt und funktionierende Ökosysteme. Ein nachhaltiges Management von Wasserressourcen und Gewässern, das ganz unterschiedliche Disziplinen einbezieht, wird in Zukunft unverzichtbar sein.

VON JÜRGEN GEIST

Zur Bedeutung von Wasser

DIE VERFÜGBARKEIT UND QUALITÄT von Wasserressourcen – insbesondere von Süßwasser – ist für die Existenz und Evolution der menschlichen Zivilisation von zentraler Bedeutung. Schon Aristoteles maß dem Wasser in seiner „Vier-Elemente-Lehre“ eine besondere Funktion bei, die sich auch in vielen religiösen Kontexten (Taufe im Christentum, Mikwe-Ritualbad im Judentum, rituelle Gebetswaschung im Islam, rituelles Bad und Bestattungen im Ganges für Hindus) widerspiegelt. Historisch entstanden menschliche Siedlungen meist in der Nähe von Gewässern, um die Versorgung mit Trinkwasser und Nahrung sicherzustellen, später aber auch, um die Hygiene über eine funktionierende Abwasserentsorgung zu gewährleisten.

Eine Vielzahl mit dem Wasser übertragene Krankheiten wie die Amöbenruhr, die Cholera oder die Bilharziose werden direkt (z. B. durch die Einleitung von Fäkalien) oder indirekt (z. B. über die Begünstigung der Zwischenwirte von Parasiten) durch das Wasser- und Gewässermanagement beeinflusst. Weltweit ist die Verfügbarkeit von Wasser für die Landwirtschaft eng mit der Nahrungsmittelproduktion verknüpft. Das umstrittene Konzept des „virtuellen Wassers“ versucht, den Wasserverbrauch bei der Produktion von Nahrungsmitteln und anderen Gütern zu kalkulieren. Die Inanspruchnahme von Gewässern als Transportweg und Energiequelle sowie die zunehmende Bedeutung im Zusammenhang mit Freizeit- und Erholungsfunktionen sind weitere Beispiele für menschliche Nutzungen. Die vielfältigen Funktionen aquatischer Systeme für den Menschen werden als sog. Ökosystem-Dienstleistungen zusammengefasst, unterteilt in bereitstellende Leistungen (z. B. von sauberem Trinkwasser und Fisch als Nahrung), unterstützende Leistungen (z. B. Lebensraumfunktion, Erhalt der genetischen Vielfalt), regulierende Leistungen (z. B. Pufferung von Fluten, Regional Klima) und kulturelle Leistungen (z. B. Erholungsfunktion und Naturtourismus).



Kumbh Mela gilt als das größte religiöse Fest des Hinduismus und der Welt. Millionen von Pilgern kommen nach Haridwar zu rituellen Waschungen im Ganges.

Wasser kann allerdings auch Konfliktstoff und Bedrohung sein. Besonders bei Trockenheiten und Überschwemmungen wird augenscheinlich, dass die zeitlich-räumliche Variabilität der Wasserverfügbarkeit von entscheidender Bedeutung ist und daher im Gewässermanagement neben der Qualität auch die Mengenwirtschaft berücksichtigt werden muss. Bei einer stärker biozentrischen Betrachtung fällt auf, dass wasserreiche Regionen und Gewässer „Hot Spots“ der Biodiversität sind. Schätzungen zufolge sind etwa sechs Prozent aller Arten und etwa ein Drittel aller Wirbeltiere unmittelbar an Süßwasser-



wäldern. Besonders hoch spezialisierte Arten mit komplexen Entwicklungszyklen sind in ihren Beständen stark bedroht. Ein Beispiel bildet die bis zu 200 Jahre alt werdende Flussperlmuschel, die für ihre Entwicklung auf einen geeigneten Wirtsfisch und ein intaktes Gewässersubstrat angewiesen ist. Die Bestände dieser ehemals häufigen Art sind in Mitteleuropa stark rückläufig, da nur noch wenige Gewässer existieren, in denen sich die Flussperlmuschel in den letzten 50 Jahren vermehren konnte.

Anforderungen und Ziele im Gewässermanagement

Weil die Gewässertypen sehr unterschiedlich sind (u. a. Grundwasser, Fließgewässer, stehende Gewässer, Meere) und es zahlreiche Nutzungszwänge an Gewässern im Zusammenhang mit Trinkwassergewinnung, Hochwasserschutz, Bewässerung, Energiegewinnung, Fischerei, Transport, Vorfluterfunktionen, Freizeit- und Erholungsfunktionen gibt, sind Anforderungen und Ziele im Gewässermanagement meist nicht einfach zu definieren. Neben dem Schutz des Grundwassers für die Trinkwasserversorgung (z. B. Vermeidung von Kontaminationen durch Fracking oder Nähr- und Schadstoffeinträge) sind aus ökologischer Sicht vor allem mit dem Schutz und der Restaurierung von Oberflächengewässern und ihrer Biodiversität im 21. Jahrhundert große Herausforderungen verbunden. Zu den Hauptgefährdungsfaktoren der biologischen Vielfalt in aquatischen Ökosystemen zählen Übernutzung, Verschmutzung, Habitatdegradation und -fragmentierung sowie Invasionen durch gebietsfremde Arten, die teils durch den Klimawandel begünstigt werden. Vor allem in Fließgewässern haben Veränderungen des natürlichen Abflussregimes durch wasserbauliche

Invasive Arten wie der Signalkrebs (A), der Höckerflohkrebs (B) oder die Kesslergrundel (C) breiten sich zunehmend aus und resultieren in neuartigen Lebensgemeinschaften.

Ökosysteme gebunden, obwohl diese nur einen Anteil von 0,01 Prozent am weltweiten Wasservolumen aufweisen und weniger als ein Drittel der Erdoberfläche bedecken. Süßwasser-Ressourcen und insbesondere Oberflächengewässer unterliegen vielfältigen Nutzungszwängen, aufgrund derer in Europa heute praktisch keine Gewässer mehr existieren, die in ihrer Struktur und/oder ihrem Chemismus über größere Bereiche dem ursprünglichen bzw. natürlichen Zustand entsprechen. In der Folge zählen viele Süßwasserarten – darunter u. a. Vertreter der Fische, Muscheln und Krebse – zu den weltweit am stärksten gefährdeten Taxa. Vor allem in Fließgewässern übersteigt der Rückgang der Biodiversität sogar Werte aus tropischen Regen-



Herausforderungen im Management von Wasserressourcen und Gewässern. Aufgrund verschiedener Nutzungsansprüche entstehen Zielkonflikte.

Maßnahmen, durch den Landnutzungswandel und durch Wasserausleitungen oftmals gravierende Auswirkungen auf Lebensgemeinschaften. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden massive Anstrengungen unternommen, die Wasserqualität in Seen und Fließgewässern zu verbessern, indem man den Eintrag von Nährstoffen verringerte (durch den Ersatz von Phosphat in Waschmitteln, die Anlage von Ringkanalisationen und verbesserte Kläranlagentechnik). Dadurch ging z. B. im Bodensee die Gesamtposphatkonzentration um 90 Prozent im Vergleich zu den 1970er Jahren zurück. Trotz Milliardeninvestitionen in eine verbesserte Abwasserreinigung und die in westlichen Staaten inzwischen flächendeckend gute Wasserqualität hat sich der Status aquatischer Arten jedoch meist nicht verbessert. Wesentliche Gründe hierfür werden vor allem in den massiven strukturellen Veränderungen und Defiziten von Gewässern gesehen, aber auch Wirkungen von Pharmazeutika, hormonell wirksamen Substanzen, Nanopartikeln, Mikroplastik und anderen Xenobiotika sowie Spurenstoffen werden kontrovers diskutiert. Vor allem in Fließgewässern sind ökologische Defizite aufgrund des Gewässerbaus, der starken Fragmentierung durch Querbauwerke und des Eintrags von Feinsedimenten offensichtlich.

DER AUTOR

Prof. Dr. Jürgen Geist hat an der Technischen Universität München den Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie inne. In seiner Forschung untersucht er in einem integrativen Ansatz „vom Molekül zum Ökosystem“ die Funktionalität von Gewässerökosystemen und den Einfluss natürlicher und anthropogener Störungen auf Biodiversität, Produktivität und Ökosystem-Dienstleistungen. Er war Mitglied des Jungen Kollegs der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und ist heute Mitglied ihrer Kommission für Ökologie. Den Akademientag 2014 „Wasser – Lebensgrundlage und Konfliktstoff“, der als Gemeinschaftsveranstaltung der acht deutschen Länderakademien am 24. November 2014 in München stattfindet, wird, hat er zusammen mit einer Arbeitsgruppe der Akademiunion inhaltlich und konzeptionell federführend vorbereitet.

Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) aus dem Jahr 2000 hat sich in Europa der Ansatz des Gewässermanagements mit der grenzübergreifenden Betrachtung ganzer Einzugsgebiete grundlegend verändert. Generell soll nach den Zielen der WRRL bis zum Jahr 2015 – spätestens jedoch bis 2027 – ein guter ökologischer Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potential in allen Flüssen, Seen, Küstengewässern und im Grundwasser erreicht werden. Dieses Ziel ist gleichzeitig mit einem Verschlechterungsverbot gekoppelt. Die Bewertung in fünf Zustandsklassen (sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend und schlecht) wird anhand biologischer Qualitätskomponenten (Fische, Fischnährtiere, Wasserpflanzen und Algen) ermittelt. Dabei werden die Artenzusammensetzung, die Häufigkeit ihres Vorkommens und bei Fischen auch die Altersstruktur erfasst. Unterstützend werden die Gewässerstruktur sowie allgemeine chemische und physikalisch-chemische Parameter zur Beurteilung herangezogen. Ein guter ökologischer Zustand ist dann erreicht, wenn sich die Zusammensetzung der vier Qualitätskomponenten nur geringfügig von der Referenzsituation, also der

natürlichen Situation ohne menschliche Eingriffe, unterscheidet und keine erhöhte Konzentration an Schadstoffen vorliegt. Derzeit verfehlt der Großteil der mitteleuropäischen Gewässer die angestrebte Zielmarke.

Wie sinnvoll ein statisches Schutzkonzept ist und ob es überhaupt möglich ist, flächendeckend zu naturnahen Gewässern in Kulturlandschaften zurückzukehren, darf besonders im Falle von Fließgewässern, die natürlicherweise dynamische Systeme darstellen, bezweifelt werden. Vor dem Hintergrund der zahlreichen Invasionen von gebietsfremden Arten aus nahezu allen taxonomischen Gruppen entstehen derzeit vielerorts neue Lebensgemeinschaften mit bislang unbekanntem Artenkombinationen. Im Fall der Donau und des Rheins werden die Artengemeinschaften heute teils bereits von Neobiota wie mehreren aus der Pontokaspis stammenden invasiven Grundelarten oder dem Höckerflohkrebs (in der Presse oft als „Killer-Shrimp“ bezeichnet) dominiert, die eine Rückkehr zu einem ursprünglichen Referenzzustand unwahrscheinlich machen. Einige Neuankommlinge wie der nordamerikanische Signalkrebs wurden für die Aquakultur bewusst eingeführt. Er fungiert als Überträger der Krebspest, die maßgeblich für den Rückgang heimischer Krebsbestände verantwortlich ist. Das Ziel, die Durchgängigkeit von Gewässern für Wanderfische wie den Aal oder



Herausforderungen im



Transportweg



Abwasserentsorgung

Fischerei und Aquakultur
(menschliche Ernährung)

Freizeit und Erholung

Gefährdung
Hochwasserschutz

Lachs wiederherzustellen, findet vor dem Hintergrund der möglichen Begünstigung der Ausbreitung invasiver Arten nicht nur Befürworter.

Integrative Ansätze im Gewässermanagement

Ein Verständnis der funktionellen Interaktionen und Prozesse in aquatischen Ökosystemen stellt eine große Herausforderung an die Wissenschaft dar und ist für die Effektivität und Nachhaltigkeit von Schutz- und Restaurierungsmaßnahmen entscheidend. Allerdings folgen Gewässerrestaurierungen derzeit meist dem Prinzip von Versuch und Irrtum. In vielen Fällen werden Konzepte verfolgt, deren Nutzen bislang noch unzureichend dokumentiert ist oder die sogar negative Folgen haben können. An einigen Forschungsbeispielen des Lehrstuhls für Aquatische Systembiologie der TU München wurde gezeigt, dass die Wirkung von praxisüblichen Substrat-Restaurierungsmaßnahmen oftmals nur weniger als ein Jahr andauert und bei vielen Restaurierungsmaßnahmen der Vergangenheit auf eine Effektbewertung ganz verzichtet wurde. Folglich sollten zukünftige Maßnahmen zur Gewässerrestaurierung zwingend Erfolgskontrollen nach wissenschaftlichen Standards beinhalten, bevor diese in der Fläche propagiert werden. Darüber hinaus sind

im Vorfeld eine klare Definition von Leitbildern, Priorisierungen der Gewässer und Maßnahmen sowie die Einplanung eines anpassungsfähigen Managements unverzichtbar. Spektakuläre Beispiele der Gewässerrestaurierung wie die Isar-Restaurierung in München zeigen, dass entsprechende Maßnahmen selbst in dicht besiedelten Kulturräumen möglich sind.

Ein Kernproblem im Management von Wasserressourcen und Gewässern liegt heute in den immer noch stark disziplinär geprägten Lösungsansätzen, die erschweren, politische Ziele (z. B. ein guter ökologischer Zustand der Gewässer, wie in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie gefordert) zu erreichen. Für viele wasserbezogene Probleme existieren technische Lösungen, die allerdings unzureichend im gesellschaftspolitischen und ökologischen Kontext diskutiert werden. Ein aktuelles und kontrovers diskutiertes Beispiel stellt der geplante Ausbau der Wasserkraft dar, bei dem die ökologischen Effekte der CO₂-Einsparung mit den Auswirkungen auf wandernde Gewässerarten und den Lebensraumveränderungen abgewogen werden müssen.

Entscheidungen zu zentralen Fragen des Managements von Wasserressourcen im 21. Jahrhundert erfordern daher grundsätzlich die Einbeziehung historischer, naturwissenschaftlicher, technischer, ingenieurwissenschaftlicher, ethisch-religiöser, philosophischer, gesellschaftswissenschaftlich-humanistischer und politischer Blickwinkel, um akzeptable Lösungen für verschiedene Disziplinen und Gesellschaftsgruppen zu erreichen. Ein Konsens wird dabei nicht immer möglich sein, aber transparente Entscheidungsfindungen sind ein wichtiger Schritt zu einer verbesserten Akzeptanz.

Besonders spezialisierte Arten mit komplexen Entwicklungszyklen wie die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) sind heute vom Aussterben bedroht.

