

## Seeufer: Neue Beitragsserie, Einführung

### Seeufer, das vergessene Ökoton \*

Norbert Walz<sup>1</sup>, Rainer Brüggemann<sup>1</sup> und Wolfgang Ostendorp<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Müggelseedamm 310, D-12587 Berlin, [walz@igb-berlin.de](mailto:walz@igb-berlin.de), [brg@igb-berlin.de](mailto:brg@igb-berlin.de)

<sup>2</sup>Institut für Limnologie, Universität Konstanz, Postfach 55 60, D-78434 Konstanz, [wolfgang.ostendorp@uni-konstanz.de](mailto:wolfgang.ostendorp@uni-konstanz.de)

**Beitrag 1:** Die ökologische Bewertung von Seeufern in Deutschland

**Beitrag 2:** Problemfeld Seeufer am Bodensee

**Beitrag 3:** Einige Gedanken zum Schutzziel 'Artengemeinschaften'

Diese Beitragsserie will auf die Problematik der Seeuferökologie aufmerksam machen. Konzeptionen und Bewertungskriterien fehlen hier völlig, obwohl den Seeufern eine besondere Funktion und Bedeutung zukommt. Sie sind ein vergessenes Ökoton.

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) stellt – neben anderem – einen wesentlichen Fortschritt insofern dar, als strukturelle Aspekte mit einbezogen werden. In den verschiedenen Kategorien der Habitate (Seen, Flüsse, Küstengewässer, Übergangsgewässer) sind die Biota zusammen mit den Strukturen zu erfassen. Die Wasserrahmenrichtlinie ging aber nicht soweit, die Strukturen explizit als eigenständiges Problem zu behandeln. Strukturen sind dabei nach biotischen und abiotischen Aspekten zu diskutieren. Zu abiotischen Strukturen werden Uferausprägungen und Bodenformen der Gewässer gezählt, unter biotischen Strukturen werden klassischerweise Nahrungsnetze und deren Eigenschaften verstanden. Demnach hätte die WRRL sofort folgern müssen, dass strukturelle Probleme sich hauptsächlich an den Ufern der Gewässer zeigen und auch nur dort gelöst werden können. Die Ufer der Gewässer werden in der WRRL nicht erwähnt und sind somit ein 'vergessenes Ökoton'. Man kann aber auch umgekehrt argumentieren: Weil Strukturprobleme in der WRRL eine Rolle spielen, sind folglich auch die Ufer mit einzubeziehen. Der Problemdruck an den Ufern der Gewässern, insbesondere an den Seeufern, ist so hoch, dass die Behörden und Verbände über kurz oder lang ihr Augenmerk auf dieses Biotop richten werden. Am Bodensee ist dies bereits der Fall (Beitrag Nr. 2 der Serie).

Ufer sind eine Übergangszone zum Land, ein Ökoton, und zeichnen sich daher durch ausgeprägte Gradienten in vielerlei Hinsicht aus. Sie sind Nährstofffilter für diffuse Stoffeinträge. Viele Organismen sind auf diesen Lebensraum angewiesen. Wir haben hier die höchste Biodiversität zu erwarten (Jungfische, Mollusken, Insekten, Wasserpflanzen usw.) (Beitrag Nr. 3 der Serie). Der Bewuchs der Seeufer kann über komplexe und z.T. indirekte Wirkungen auch die Wasserqualität des Freiwassers beeinflussen. Das gilt insbesondere für Flachseen und für eutrophierte Seen.

Ufergestaltung setzt Bewertung und Leitbild voraus. Hier aber wird ein gravierender Mangel deutlich. Bisher konnten bei der Seeuferbewertung nur Kriterien aus der Landschaftsökologie oder dem Wasserbau (z.B. Hochwasserschutz) herangezogen werden. Meistens jedoch erfolgte noch nicht einmal eine Integration dieser beiden Kriterien. Hinzu kommen sollten Naturschutzkriterien und vor allem Kriterien aus der Gewässerökologie. Hier muss jedoch erst ein einheitliches Konzept geschaffen werden; denn

\* Ökoton: Grenzbereich zwischen verschiedenen Ökosystemen oder Biotopen. Unterscheidung zum Ökotox: Verbindung von Biotop und Biozönose

bisher sind in Seen gewässerökologische Kriterien nur zur Trophie, nicht jedoch zur Struktur von Gewässern bekannt.

Bisher gibt es unseres Wissens weder in der wissenschaftlichen Literatur noch in der Planungs- und Verwaltungspraxis der EU-Staaten vergleichbare Konzeptionen. Bisherige Ansätze betrachten höchstens einzelne Aspekte der Seeuferökologie (z.B. Verbauungs- und Nutzungsgrad, Sedimentstabilität, submerse Wasserpflanzen, ausgewählte Ziel-Arten ['Rote-Liste-Arten'] oder 'Indikatorarten' [Trophie-Indikation]), ohne dass es gelungen wäre, diese Aspekte in einem einheitlichen Bewertungsschema zusammenzuführen. Hier wird ein beträchtlicher Mangel sichtbar, der dadurch resultiert, dass die Ökologie der Seen einschließlich ihrer Uferzone bisher vornehmlich unter den Gesichtspunkten der stofflichen Belastung durch Abwässer, der Seen-Eutrophierung und ihrer Sekundärfolgen betrachtet wurden, während strukturelle Beeinträchtigungen wenig Aufmerksamkeit fanden. Die EU-Wasserrahmenrichtlinie nimmt nun – wie oben erwähnt – eine fortschrittlichere Position ein, ohne jedoch ein entsprechendes methodisches Vorgehen vorzuschlagen.

Für die Seeuferbewertung können Kriterien entwickelt werden, die entweder auf dem historischen oder dem rezenten Zustand beruhen. Wenn auch historische Zustände in vielen Fällen ermittelt werden können, bleibt doch immer die Frage, auf welchen historischen Zustand man sich beziehen soll. Für den rezenten Zustand können Biodiversität, Schlüsselarten (key-stone species), evtl. Rote-Liste-Arten herangezogen werden, wobei die Biodiversität in der gegenwärtigen Diskussion eine Schlüsselfunktion einnimmt. Die Bewertungsweise kann analog zur WRRL erfolgen, denn hier besteht (s.o.) ein besonderer Bezug. Die WRRL verlangt einen guten Gewässerzustand. Die Artenzusammensetzung und Dominanzstruktur der Biota soll nur geringfügig vom ungestörten Zustand abweichen.

Zweifelsohne wird ein Kriterium die Integrität des Ufer-Ökosystems sein. Zu einem Kriterium gehört allerdings auch ein Maß, das die Erfüllung dieses Kriteriums quantifiziert. Jedoch ist bisher kein überzeugender Indikator hierfür gefunden worden. Ein gängiges Kriterium ist – zumindest seit 1992, der Agenda von Rio – bekannt: die Biodiversität. Aber auch hier treten erhebliche Probleme auf, wie die Biodiversität quantifiziert werden kann. Ein Zeichen für diese Schwierigkeit ist, dass in der Literatur über 100 verschiedene quantitative Maße diskutiert werden. Selbst wenn für die Biodiversität ein geeignetes Maß ausgewählt wurde (s.u.), stellt sich dann die Frage, ob die Maßnahmen hierdurch ausreichend beurteilt werden können. Schließlich sind Praktikabilität und selbstverständlich auch die Kosten mit einzubeziehen. Außerdem sind 'key-stone species' sowie Strukturparameter zu berücksichtigen. Demnach entsteht ein komplexes logisches Gefüge: Einerseits werden Biozönosen u.a. durch Diversitätsmaße bewertet, andererseits dient dieses spezielle Bewertungsergebnis als Beitrag für die Bewertung der Maßnahmen. Von diesen wiederum hängt es ab, ob ein Uferabschnitt auch seine ökologische Funktion wahrnimmt und nicht nur als ein ästhetisch schön gestaltetes Landschaftselement fungiert.

Die in den folgenden Ausgaben erscheinende Beitragsserie stellt keine vollendete Problemlösung dar, sondern will Aspekte und Strategien vorstellen, wie man in einer dynamischen Entwicklung von Management und Nutzungsanforderungen mit Kriterien und deren Maßzahlen reagieren kann. Dazu werden die oben aufgeworfenen Probleme vertieft (1. Beitrag), konkrete Nutzungskonflikte am Beispiel des Bodensees dargestellt (2. Beitrag) und mögliche mathematische Behandlungsmethoden erarbeitet (3. Beitrag).

Im ersten Beitrag soll die Situation der Seeuferbewertung aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet werden. Dazu wird ein Überblick über die Seeufer in Deutschland gegeben und die Situation in Brandenburg und am Bodensee verglichen. Es wird festgestellt, dass der Problemdruck am Bodensee weiter fortgeschritten ist als in den ostdeutschen Bundesländern, die derzeit noch mit dem Problem der Eutrophierung beschäftigt sind. Es wird untersucht werden, welche Biodiversitätsmaße als Kriterien für eine Seeufergestaltung dienen können. Weiterführende Gedanken zur Verwendung des von Pavluk et al. 2000 vorgeschlagenen Index zur Trophischen Vollständigkeit (index of trophic completeness, ITC) [1] werden dargelegt.

Die zweite Publikation geht auf die Verhältnisse am Bodensee näher ein. Dort findet sich die Ökologie in einem Zielkonflikt

mit den Wünschen der Tourismusbranche nach einem Uferausbau und nach weitgehender Nutzung der Ufer für nichtökologische Zwecke. Es werden hier allerdings schon integrierende Modelle sichtbar, die verhindern sollen, dass 'Naturschutz' und 'Ökologie' auf der Strecke bleiben.

Der dritte Beitrag beschäftigt sich mit Maßen zur Integrität von Ökosystemen, die gemeinhin im Zusammenhang mit strukturellen Fragestellungen diskutiert werden. Es wird herausgestellt, dass die hohe Aggregation von Information in sogenannten Biodiversitätsindices oft unnötig ist. Darüber hinaus werden Verfahren erläutert, wie Biodiversitätsindices für die Beurteilung von Maßnahmen ausgewählt werden könnten. Dazu werden Anwendungen aus der Hassediagrammtechnik gezeigt und die Methode der sogenannten Young-Diagramme, die bisher nur in der theoretischen Chemie Einsatz gefunden haben, erläutert.

**Danksagung.** Die Autoren danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) für die Förderung der Arbeiten im Rahmen eines Pilot-Projekts.

- [1] Pavluk TJ, Bij de Vaate A, Leslie HA (2000): Development of an index of trophic completeness for benthic macroinvertebrate communities in flowing water. *Hydrobiologia* 427, 135–141

### Aufgaben des Leibniz-Institutes für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin (IGB)

#### Grundlagen- und Vorsorgeforschung

Das IGB ist eines der deutschen Zentren für ökosystemare Forschung an limnischen Systemen. Es ist das einzige Forschungsinstitut in Europa, das Hydrologen, Chemiker, Mikrobiologen, Limnologen, Fischökologen und Fischereibiologen unter einem Dach zum Zwecke von Ökosystemanalysen vereinigt. Diese Analysen orientieren sich prioritär an den Prozessen (Funktionen) und zugehörigen Strukturen in den Ökosystemen und sekundär an regionalen Objekten, bei denen bestimmte Strukturen und Funktionen besonders deutlich hervortreten, wie etwa die Turbulenz als eine extrem stark prägende Umweltvariable in den flachen Berliner Fluß-See-Systemen. Die Arbeit des IGB ist eine Kombination von Grundlagen- und Vorsorgeforschung als Basis für die nachhaltige Bewirtschaftung aquatischer Ökosysteme. Das IGB erforscht Struktur und Funktion aquatischer Ökosysteme unter Berücksichtigung

- ihrer Wechselwirkungen mit der terrestrischen Umgebung,
- der Stoffumsetzungsprozesse im Gewässer und
- des Nahrungsnetzes von den Bakterien bis zu Fischen

sowohl unter naturnahen Bedingungen als auch unter der Wirkung von zusätzlichen (überwiegend chemischen) Stressoren. Ferner analysiert und dokumentiert das IGB die Langzeitentwicklung und -stabilität von di- und polymiktischen Seen bei sich ändernden globalen, regionalen und lokalen Wirkgrößen, um

- deterministische und stochastische Prozesse und Ereignisse differenzieren zu können
- und ökologische Optimierungsstrategien in unterschiedlichen Aggregationsniveaus herauszufinden

#### Forschungsarbeiten

Die Gesamtheit der Erkenntnisse dient der Erarbeitung von ökologisch fundierten Restaurierungs-, Sanierungs-, Bewirtschaftungs- und Schutzkonzepten. Im Detail leiten sich folgende Forschungsarbeiten ab, die in den Abteilungen und insbesondere in übergreifenden Vernetzungsprojekten bearbeitet werden:

- Untersuchung von Transportmechanismen und Modellierung von Strömungs- und Stofftransportprozessen im Sicker- und oberflächennahen Grundwasser im unmittelbaren Einzugsgebiet der Oberflächengewässer sowie deren Bewertung
- Einträge von Nähr- und Schadstoffen aus dem Einzugsgebiet von Gewässern:
  - Belastungsanalyse von Einzelgebieten
  - Erfassung der Haupteintragspfade und -mechanismen von Nähr- und Schadstoffen in die Gewässer
  - Aufklärung der Transportprozesse von Nähr- und Schadstoffen aus dem Einzugsgebiet in die Oberflächengewässer – Modellierung dieser Prozesse auf verschiedenen Skalenebenen

- Umsetzung, Retention und Wirkung von Nähr- und Schadstoffen in Gewässerökosystemen unter Einbeziehung von Bakterien, Algen, Makrophyten, Wirbellosen und Fischen einschließlich ihrer Interaktionen
- Erfassung und Modellierung von Strömungs- und Stofftransportprozessen in Fließgewässern und Seen
- Untersuchungen zu Turbulenz und zur Schwebstoffdynamik in Flachlandflüssen
- Trophische Interaktion insbesondere in Seen: bottom-up- sowie besonders top-down- Regulationen von
  - Bakteriozöosen, Phytoplankton, Zooplankton- und Zoobenthonzöosen bis hin zu Ichthyozöosen und Auswirkungen von Biomaniplikationsmaßnahmen auf die Parasitenfauna einheimischer Süßwasserfische
  - Systematik von wichtigen funktionalen Gruppen in limnischen Systemen: Bakterien (überwiegend des Methan- und Schwefelmetabolismus), Phytoplankton (einschließlich Picophytoplankton), Zooplankton sowie Fische
  - Individuelle Plastizität der Fische bei Reproduktion, Ontogenese, Verhalten und Physiologie
  - Populationsgenetik und Reproduktionsbiologie von Fischen (inkl. Artenhilfsprogramm von Rote-Liste-Arten sowie Wiedereinbürgerung ehemals heimischer Arten, wie z.B. *Acipenser sturio*)
  - Wirkungen direkter (Chemikalien) und indirekter (Eutrophierungsfolgen) anthropogener Belastung auf ausgewählte Gewässerkompartimente, einschließlich Fischpopulationen

#### Anwendungsfelder

Aus den vorstehend genannten, empirisch orientierten Forschungsarbeiten ergeben sich folgende Anwendungsfelder:

- Grundlagen und Konzepte für
  - Ökotechnologien, z.B. Biomaniplikation, Calcit-Fällung
  - ressourcenschonende Gewässergüterwirtschaft (critical loads – vorwiegend bezogen auf Nährstoffe – für Fließgewässer und Flußseen)
  - Methoden eines ökohydrologischen Einzugsgebietsmanagements
  - Entwicklung eines wissenschaftlich fundierten Systems von Bioindikatoren für die Integrität bzw. Belastung/Belastbarkeit von Ökosystemen und Ausschnitten daraus
  - Sanierungsvorschläge für Oberflächengewässer im norddeutschen Tiefland
  - den Schutz des Grund- und Trinkwassers
  - nachhaltige und ressourcenschonende Fischproduktion und Fischzucht, inklusive tropischer Aquakultur zur Eiweißversorgung der Bevölkerung.