

# **UBA-Texte 62/02**

Förderkennzeichen (UFOPLAN) 298 24 777

## **Leitbildbezogenes biozönotisches Bewertungsverfahren für Fließgewässer in der Bundesrepublik Deutschland**

von:

Regina Biss<sup>1</sup>

Peter Kübler<sup>1</sup>

Dr. Istvan Pinter<sup>1</sup>

Prof. Dr. Ulrich Braukmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg  
76157 Karlsruhe

<sup>2</sup>Universität Gesamthochschule Kassel  
Fachbereich Stadtplanung/Landschaftsplanung  
37213 Witzenhausen

# Zusammenfassung

## **Aufgabenstellung**

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) schreibt vor, dass europaweit ein guter ökologischer Zustand der Gewässer bis zum Jahre 2015 erreicht werden soll. Der Zustand soll anhand der ökologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos, Makrophyten, Fische und Phytoplankton gemessen und ermittelt werden. Entsprechende Bewertungsverfahren gibt es hierzu bislang noch nicht. Aufgabe dieses Forschungsvorhabens war es, einen ersten Beitrag zur integrierten Fließgewässerbewertung hinsichtlich des Makrozoobenthos zu erarbeiten. Die Projektbearbeitung fand in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber Umweltbundesamt und dem LAWA-Unterausschuss „Vorarbeiten zur Bewertung von Makrophyten und Makrozoobenthos für die EU-WRRL" statt. Die Zielsetzung und die Arbeitsschritte wurden mit Projektfortschritt aufgrund der Datenverfügbarkeit und abhängig von den Ergebnissen gegenüber der ursprünglichen Planung öfters neu angepasst.

## **Daten und Datenbank**

Die Entwicklung des Bewertungsverfahrens basiert auf den in den Bundesländern vorhandenen biologischen Untersuchungsdaten von Bächen und Flüssen, die im Projektverlauf zusammengetragen, in ein einheitliches EDV-kompatibles Format gebracht und anhand der physiographischen Stammdaten charakterisiert werden mussten. Das von den Bundesländern bereitgestellte Datenmaterial war hinsichtlich Vollständigkeit, Erhebungsmethode und Bestimmungsniveau der Taxalisten stark heterogen, da die Untersuchungsziele in der Regel unterschiedlich waren. Alle Daten, sowohl die Stammdaten als auch die Probelisten der biologischen Bestandsaufnahmen, wurden in eine zentrale Access-Datenbank übernommen und mit benutzerfreundlicher Oberfläche in Form der Module „Gewässerstammdaten/Probelisten“, „Taxaliste“ und „Indizes berechnen“ versehen. Eine Folge der Dateninhomogenität war, dass sich die Anwendung bewährter statistischer Verfahren zur Ermittlung von Ähnlichkeiten wie Clusteranalysen, Faktorenanalyse und Kanonische Korrespondenzanalyse verbot, da dafür einheitliches Datenmaterial vorausgesetzt wird. Ähnlichkeitsbetrachtungen mit den Daten von Referenzgewässern wurden anhand eigens konzipierter Verfahren durchgeführt.

## **Taxalisten**

Der Vorschlag für eine einheitliche und verbindliche Taxaliste, die für eine vergleichende Zustandsbewertung unerlässliche Voraussetzung ist, wurde als Gemeinschaftsarbeit verschiedener Experten erarbeitet.

Für die Entwicklung und Erprobung der Bewertungsverfahren wurde die Artenliste des BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1996) als Grundlage benutzt.

## **Bestimmungsniveaus**

Die Frage nach dem Aufwand biologischer Untersuchungen in Form des erforderlichen Bestimmungsniveaus für die zonale und saprobielle Bewertung wurde untersucht und konnte dahingehend beantwortet werden, dass in der Regel Arten bestimmt werden sollten. Bei der Auswertung der Daten von Referenzgewässern ergab sich, dass der auf Grundlage von Familien berechnete Rhithrontypieindex und Saprobienindex sehr große und nicht akzeptable Schwankungsbreiten aufwies. Auf Gattungsniveau ist die Streuung beim Rhithrontypieindex ähnlich groß, während sie beim Saprobienindex vertretbar gering wäre. Allerdings ist die Auflösbarkeit in Klassen geringer, d.h. es werden sich nicht, wie bisher, sieben Klassen unterscheiden lassen.

## Entwickelte Verfahren

Es wurden vier den Anforderungen der EG-WRRL konforme Verfahren konzipiert, von denen zwei (**Verfahrensansatz I und II**) weitgehend fertig entwickelt und in Testgebieten erprobt worden sind. Für die beiden übrigen Verfahren (Verfahrensansatz III „Kombinierte Methode mit leitbildbezogener typologischer Bewertung“ und Verfahrensansatz IV „Ökologischer Qualitätsindex“) sind die Lösungswege aufgezeigt und beschrieben worden. Die ursprüngliche Vorstellung, den ökologischen Zustand leitbildbezogen und typenspezifisch zu bewerten, musste modifiziert werden, da mit dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial keine eindeutige biozönotische Typentrennung möglich war. Nur die Alpen und das Tiefland unterschieden sich deutlich im Artenspektrum. Die Lebensgemeinschaften des breiten Mittelfeldes der Mittelgebirgslandschaften waren sich sehr ähnlich. Anhand der vorliegenden Datenlage ließen sich nur die drei Ökoregionen **Alpen, Mittelgebirge** und **Norddeutsches Tiefland** unterscheiden.

Das **Verfahren I** ist ein **zonenspezifischer Ansatz**, der zunächst für die Fließgewässerzone Rhithral entwickelt wurde. Es basiert auf den autökologischen Angaben des Rhithrals und gibt die längszonale Spezifität der Besiedlung wider. Entsprechend der Vorgaben der EG-WRRL wurden die Taxa nach ihrer „Rhithrontypie“ in 5 Klassen mit den Werten 5 (sehr typisch) bis 1 (untypisch) eingestuft. Nach diesem Schema wurden ca. 1000 in Deutschland vorkommende Taxa klassifiziert. „Leitbild“ für dieses Verfahren ist damit die Lebensgemeinschaft der Fließgewässerslängszone Rhithral. Die so klassifizierten Werte der Taxa wurden nach festgelegten ökologischen Kriterien um den Betrag 1 auf- oder abgewertet:

Daraus resultierten die sogenannten Ökologie-Werte, kurz ECO-Werte genannt.

Dieser zonenspezifische Ansatz wurde für die Anwendung im Potamal erweitert. Die ECO-Werte des Potamals entstammen der Artenliste des Potamontypieindex und sollten bei einer Weiterentwicklung des Verfahrens insbesondere für mittelgroße Potamalgewässer angepasst werden (vgl. BFG 2001).

Zur Bewertung der ökologischen Qualität kamen zwei Algorithmen zum Einsatz:

- Quadrierung der ECO-Werte und Mittelwertbildung mit theoretischem Maximalwert von 25 (**Rhithrontypieindex = RTI**)
- Berücksichtigung der Häufigkeiten und Berechnung eines gewichteten Mittelwertes analog der Berechnung des Saprobienindex mit theoretischem Maximalwert von 5 (**Benthosindex = BI**)

Die Skalierung der ökologischen Qualität erfolgte nach dem ursprünglichen Vorschlag eines Entwurfs der EG-WRRL mit festgelegten Klassengrenzen (EQR-Werte) als Grad der Übereinstimmung mit dem Referenzzustand (= sehr gute ökologische Qualität).

Vergleichende Untersuchungen zeigten, dass der Rhithrontypieindex (RTI) weniger robuste und plausible Ergebnisse als der Benthosindex (BI) liefert.

Zur Abgrenzung der Fließgewässerslängszonen Rhithral und Potamal wird der

physiographische Faktor **Mittleres Talgefälle** und das **Verhältnis von Rhithral- zu Potamalarten („Längszonierungsindex“)** zum Maßstab gemacht. Umfangreiche

Untersuchungen zeigten, dass bei einem Talgefälle von >0,5% die Probestellen dem Rhithral zuzuordnen sind, ansonsten ist der genannte Längszonierungsindex ausschlaggebend.

Beim **Verfahrensansatz II** wird der im Verfahren I entwickelte zonenspezifische Benthosindex mit dem Saprobienindex kombiniert. Der so entstehende Multimetriche Index bezieht die organische Belastung über den Saprobienindex auf zwei unterschiedliche Weisen in die ökologische Fließgewässerbewertung mit ein:

- **Multimetriche Index auf Artniveau:** Dabei werden die Längszonierungswerte und der Saprobienindex eines Taxons über eine Matrix miteinander kombiniert, so dass die Verknüpfung von ökologischer und saprobieller Bewertung bereits auf Artniveau stattfindet.

- **Multimetrischer Index auf Probenniveau:** Hierbei werden die Daten einer Untersuchungsstelle mit Benthosindex und Saprobienindex getrennt bewertet. Das jeweils erzielte Ergebnis wird in Form der ökologischen Klassen in einer Matrix miteinander kombiniert, aus der dann die abschließende Bewertung einer Zustandsklasse hervorgeht.

Die Auswertungen mit dem Multimetrischen Index auf Artniveau (Variante I) wurde von der begleitenden LAWA-Arbeitsgruppe als nicht zielführend angesehen und nicht weiterverfolgt. Die Ergebnisse der beiden gemäß **Verfahrensansatz I und II** ermittelten Bewertungsindizes werden entsprechend der Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie in fünf ökologische Klassen von sehr gut (Klasse 1) bis schlecht (Klasse 5) eingestuft. Gewässer mit einem schlechteren Zustand als Klasse 2 müssen lt. EG-WRRL über geeignete Maßnahmen einem guten Zustand zugeführt werden (**Handlungsbedarf**).

### **Erprobung der entwickelten Bewertungsverfahren**

Für die verschiedenen Indizes (Rhithrontypieindex und Benthosindex) wurde überprüft, welche Zusammenhänge zum Saprobienindex (SI) sowie den physiographischen Daten Quellentfernung, Höhenlage, Strukturgüte und Substrat der Gewässersohle bestehen. Es zeigte sich, dass Quellentfernung, Höhenlage und Mittleres Talgefälle mit den Bewertungsergebnissen korrelieren, Substrat und Strukturgüte dagegen nicht. Der Einfluss der Gewässerstrukturgüte ist nicht eindeutig. Die Auswertungen legen nahe, dass die Einflüsse im Bereich der langsamfließenden Gewässer (Potamalbereiche) deutlich größer sind als in schnellfließenden Abschnitten des Rhithrals.

Der Rhithrontypieindex und der Multimetrische Index auf Artniveau wurden im Mittelgebirge (Flussgebiet Elz-Dreisam in Baden-Württemberg) und im Norddeutschen Tiefland (Schleswig-Holstein und Niedersachsen) getestet. Die Oberläufe der Mittelgebirge weisen hierbei einen sehr guten bis guten Zustand auf (Klasse 1 und 2), wobei mit zunehmendem Verbauungsgrad in den Mittel- und Unterläufen eine Verschlechterung (Klasse 3) stattfindet. Im Norddeutschen Tiefland schneiden die Gewässer bei der Bewertung mit den beiden Indizes im Vergleich zu den Mittelgebirgsbächen durchschnittlich um eine Klasse schlechter ab.

Die Erprobung des Benthosindex und des Multimetrischen Index auf Probenniveau erfolgte, um die wichtigsten in Deutschland vorkommenden Fließgewässertypen abzudecken, anhand von Daten Baden-Württembergs und der Bundesländer Bayern, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein.

Eine Kartierung der in der LAWA-Gütekarte aufgeführten Fließgewässer in Baden-Württemberg für das Jahr 2000, für die die Rhithral- und Potamalabschnitte ermittelt und die nach dem Benthosindex\_Rhithral (BI\_R) und Benthosindex\_Potamal (BI\_P) bewertet wurden, ergab sehr plausible Ergebnisse, die von ortskundigen Experten überprüft wurden. Der Benthosindex in Schleswig-Holstein als Beispiel für das Norddeutsche Tiefland bewertet die Gewässer ebenso wie im Mittelgebirge um eine Klasse schlechter als der Saprobienindex. Die mit dem Multimetrischen Index auf Probenniveau durchgeführten Auswertungen insbesondere im Mittelgebirge (Daten der Modellgebiete und der Gütekarte in Baden-Württemberg) ergaben in der Summe und bezüglich des Handlungsbedarfs (Ökologischer Zustand schlechter als Klasse 2) vergleichbare Ergebnisse wie mit dem Benthosindex. Dagegen wurden die Gewässer des Norddeutschen Tieflandes mit dem Multimetrischen Index z.T. deutlich besser bewertet als mit dem Benthosindex. Dies ist auf den Einfluss des Saprobienindex, der bei vielen Gewässern eine mäßige Belastung indiziert (Klasse 2), zurückzuführen.

Als Quintessenz der Verfahrensprüfung ergibt sich, dass der bisherige Bewertungsmaßstab „Saprobienindex“ und die daraus entwickelten Multimetrischen Indizes in die gleiche Richtung zeigen und eine gewisse Korrelation und Redundanz aufweisen. Allerdings wird

nach den hier vorgestellten Verfahren der „Gewässerzustand“ strenger bewertet als nach dem Saprobienindex und bei der Zusammenschau aller bestimmenden Faktoren dem ökologischen Zustand gerechter.

### **Empfehlung**

Für die künftige Fließgewässerbewertung in Deutschland in Anlehnung an die EG-WRRL wird ein ökologisch orientiertes indikatives Bewertungsverfahrens empfohlen, bei dem die saprobielle Belastung in Form eines Multimetrischen Index in die Bewertung einfließt. Der hier vorgeschlagene **Multimetrische Index auf Probenniveau** stellt eine mögliche und angemessene Form der komplexen aber verständlichen und transparenten Bewertungsmethode dar.

### **Abstract**

The project involved a preliminary study into integrated assessment of running waters involving the benthic macroinvertebrates, in accordance with the European Framework Directive on Water. Assessment methods were developed in the study on the basis of biological data supplied by the German Federal States. Performance of a model-based assessment of the ecological status for specific biocoenosis types proved exceptionally difficult, as the data material available did not permit explicit distinction according to biocoenosis type. In the face of these difficulties, four methods complying with the European Framework Directive on Water were drawn up; two of these were developed largely to completion and applied in test areas. Method I is based upon zone-specific indices for the running water zones of the rhithral and potamal which exploit autecological data on the species in the form of ecological values (ECO values) for assessment of the ecological quality. Two algorithms were employed for assessment of the ecological quality:- squaring of the ECO values, averaging, theoretical maximum value 25 (rhithron type index);- consideration of the densities, calculation of a weighted mean by the method employed for calculation of the saprobic index, theoretical maximum value 5 (benthic index). Method II combines the benthic index developed in Method I with the saprobic index (= multimetric index), thereby also taking the organic pollution into account in the ecological status assessment. Both methods were tested in different geographical natural areas, and yielded plausible results, reviewed by experts familiar with the area concerned, which accurately reflect the ecological status in consideration of all relevant factors. Attention was paid to the scale of biological studies to be performed with regard to the level of assessment. The essential conclusion was that species should generally be determined. For future assessment of running waters in Germany, an ecology-based indicator assessment method is recommended in which the saprobic pollution is considered in the assessment in the form of a multimetric index. The multimetric index proposed here represents one possible and suitable form of the complex, but comprehensible and transparent assessment method.