

Texte 11/2003

Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit

Forschungsbericht 200 24 227
UBA-FB 000366

Entwicklung eines leitbildorientierten Saprobienindex für die biologische Fließgewässerbewertung

von:

**Peter Rolauffs
Dr. Daniel Hering
Dr. Mario Sommerhäuser
Silke Rödiger
Sonja Jähnig**

Kurzfassung

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie fordert die Verwendung „biologischer Qualitätskomponenten“ (unter anderem das Makrozoobenthos) zur Bewertung der Gewässer und eine Gewässertyp-spezifische Bewertung basierend auf Referenzzuständen, die für jeden Gewässertyp zu definieren sind.

Eine wesentliche Komponente der bisherigen Fließgewässerbewertung in Deutschland ist das Saprobien-System nach DIN 38 410 Teil 2. Es soll auch in Zukunft in einer angepassten und verbesserten Form erhalten bleiben und seinen Platz als ein erprobtes Bewertungsinstrument neben neuen, ergänzenden Verfahren behalten. Ein wesentlicher Schritt dazu ist die Revision des Saprobien-Systems, die jüngst von dem nationalen Ausschuss DIN-NAW I 3 UA 5 AK 6 „Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchungen“ vorgenommen wurde. Die Revision umfasste vor allem eine erheblich erweiterte und veränderte Liste von Indikatorarten (612 Taxa anstelle von 148 Taxa in der Vorläuferversion).

Ziel des hier vorgestellten Projektes ist, das deutsche Saprobien-System in der revidierten Fassung auf die Erfordernisse der EG-Wasserrahmenrichtlinie hin zu adaptieren. Im Rahmen dieses Projektes wurde insbesondere eine Gewässertyp-spezifische Anpassung des Saprobien-Systems entwickelt. Für die Gewässertypen, die eine Basis für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland darstellen, wurden „saprobielle Leitbilder“ definiert. Damit soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass ein Saprobienindex von

2,0 im Tiefland einen sauberen Fluss, dagegen in den Alpen einen stark belasteten Fluss indizieren kann.

Die Entwicklungsschritte im Rahmen dieses Projektes basierten auf der neuen, bislang unveröffentlichten Fassung des Saprobienindex sowie auf der vorläufigen deutschen Gewässertypologie nach SCHMIDTJE et al. (2000), in der 20 Gewässertypen definiert werden. Für möglichst viele der 20 Typen sollten „saprobielle Leitbilder“ beschrieben werden, definiert als Wert des Saprobienindex, der im potenziell natürlichen Zustand einen Fließgewässertyp charakterisiert. Ausgehend von den „saprobiellen Leitbildern“ sollten fünf „saprobielle Qualitätsklassen“ definiert werden, als Abweichung vom „saprobiellen Leitbild“. Diese fünf „saprobiellen Qualitätsklassen“ sollen den von der Wasserrahmenrichtlinie geforderten ökologischen Zustandsklassen „sehr gut“, „gut“, „mäßig“, „unbefriedigend“ und „schlecht“ aus saprobiologischer Sicht entsprechen.

Zur Erreichung dieses Zieles wurde eine Datenbank zur Makrozoobenthosfauna von Gewässern, die möglichst viele deutsche Gewässertypen repräsentieren, aufgebaut. Die Datensätze wurden von Behörden, Universitäten und Firmen akquiriert und mussten bestimmte Qualitätskriterien erfüllen, um zu gewährleisten, dass Unterschiede im Saprobienindex tatsächlich in einer unterschiedlichen organischen Belastung begründet sind und/oder in Gewässertyp-spezifischen Charakteristika und nicht lediglich die Intensität der Besammlung widerspiegeln. Die Datenbank enthält insgesamt 1621 Datensätze.

Basierend auf diesem Datenbestand wurden für 19 der vorläufigen deutschen Gewässertypen „saprobielle Leitbilder“ und „saprobielle Qualitätsklassen“ beschrieben; lediglich für einen, vermutlich ausgestorbenen, Gewässertyp lagen keine Datensätze vor. Es wurden verschiedene Verfahren zur Bestimmung der Leitbilder und Qualitätsklassen getestet; als besonders geeignet erwies sich das Verfahren „best of mit EQR-Klassenbildung“. Hierbei wurde der saprobielle Grundzustand definiert als Mittelwert der 10% niedrigsten Saprobienindizes aller Gewässerabschnitte eines Typs, abzüglich der doppelten Standardabweichung. Als „saprobielle Qualitätsklassen“ wurden prozentuale Abweichungen vom „saprobiellen Grundzustand“ verwendet, wobei sich die folgenden Klassengrenzen als besonders sinnvoll erwiesen:

- sehr guter Zustand: $\leq 5\%$ Abweichung vom Leitbild
- guter Zustand: $> 5\% - \leq 25\%$ Abweichung vom Leitbild
- mäßiger Zustand: $> 25\% - \leq 50\%$ Abweichung vom Leitbild
- unbefriedigender Zustand: $> 50\% - \leq 75\%$ Abweichung vom Leitbild
- schlechter Zustand: $> 75\%$ Abweichung vom Leitbild

Die Festlegung von Klassengrenzen beeinflusst in starkem Maße den zukünftigen Sanierungsbedarf deutscher Fließgewässer. Aus diesem Grund werden zwei verschiedene Szenarien mit unterschiedlichen Klassengrenzen vorgeschlagen, von denen das oben dargestellte favorisiert wird. Letztlich ist das Setzen von Klassengrenzen kein wissenschaftlicher, sondern ein rein normativer Vorgang.

In einem abschließenden Schritt wurden Gewässertypen mit sehr ähnlichen saprobiellen Grundzuständen zu Gruppen zusammengefasst (Tabelle 1).

Die Ergebnisse werden durch ein PC-Programm anwendbar gemacht, das auf einer Software-Plattform basiert, die in dem EU-Projekt AQEM entwickelt wurde.

Tabelle 1 (nächste Seite): Zusammenfassung der 20 deutschen Fließgewässertypen zu saprobiellen Gewässertyp-Gruppen, basierend auf den Ergebnisse des Verfahrens „best of mit EQR-Klassenbildung“ (5 = sehr gut, 4 = gut, 3 = mäßig, 2 = unbefriedigend, 1 = schlecht; Erläuterungen

dazu in Kapitel 3.3, im Detail Tabellen 5 und 6). Dargestellt sind die Grenzen der „saprobiellen Qualitätsklassen“ für die Gewässertyp-Gruppen sowie die Klassengrenzen der jeweils zugehörigen Typen in vereinfachter Form.

saprobielle Gruppe (Fettdruck) {Typ-Nr.} Typbezeichnung	„Saprobienle Qualitätsklasse“				
	5	4	3	2	1
Gruppe A: Typen 1, 2	$\leq 1,10$ $- 1,25$	$> 1,25$ $- 1,85$	$> 1,85$ $- 2,55$	$> 2,55$ $- 3,30$	$> 3,30$ $- 4,00$
{1} Kiesgeprägte, geschiebereiche Bäche und Flüsse der Kalkalpen	1,11-1,25	1,25-1,83	1,83-2,55	2,55-3,28	3,28-4,00
{2} Stein- und kiesgeprägte Bäche des tertiären Hügellandes, der Flussterrassen und Altmoränen	1,12-1,26	1,26-1,84	1,84-2,56	2,56-3,28	3,28-4,00
Gruppe B: Typen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 16	$\leq 1,25$ $- 1,40$	$> 1,40$ $- 1,95$	$> 1,95$ $- 2,65$	$> 2,65$ $- 3,35$	$> 3,35$ $- 4,00$
{3} Kiesgeprägte Bäche der Jungmoränen	1,42-1,55	1,55-2,06	2,06-2,71	2,71-3,35	3,35-4,00
{4} Kies- und sandgeprägte Flüsse mit breiten Auen (z. B. Iller, Lech, Isar)	1,25-1,38	1,38-1,93	1,93-2,62	2,62-3,31	3,31-4,00
{5} Sand-, kies-, stein-, oder blockgeprägte Bäche des Buntsandsteins, des Grundgebirges und der Vulkangebiete	1,21-1,35	1,35-1,91	1,91-2,61	2,61-3,30	3,30-4,00
{6} Ton-, sand- oder kiesgeprägte Bäche der Löss- und Keupergebiete	1,31-1,44	1,44-1,98	1,98-2,65	2,65-3,33	3,33-4,00
{7} Kies- und steingepägte Bäche der nicht verkarsteten Kalkgebiete	1,26-1,40	1,40-1,94	1,94-2,63	2,63-3,31	3,31-4,00
{8} Kies- und steingepägte Bäche der Karstgebiete	1,40-1,53	1,53-2,05	2,05-2,70	2,70-3,35	3,35-4,00
{16} Kiesgeprägte Bäche der Moränen, Flussterrassen und Verwitterungsgebiete	1,33-1,46	1,46-2,00	2,00-2,67	2,67-3,33	3,33-4,00
Gruppe C: Typ 9	$\leq 1,40$ $- 1,55$	$> 1,55$ $- 2,05$	$> 2,05$ $- 2,70$	$> 2,70$ $- 3,35$	$> 3,35$ $- 4,00$
{9} Ton-, sand-, stein-, kies- oder blockgeprägte Flüsse der Mittelgebirge	1,38-1,51	1,51-2,03	2,03-2,69	2,69-3,34	3,34-4,00
Gruppe D: Typ 11	$\leq 1,45$ $- 1,60$	$> 1,60$ $- 2,10$	$> 2,10$ $- 2,75$	$> 2,75$ $- 3,35$	$> 3,35$ $- 4,00$
{11} Organisch geprägte Bäche der Sander und sandigen Aufschüttungen	1,48-1,60	1,60-2,11	2,11-2,74	2,74-3,37	3,37-4,00
Gruppe E: Typen 13, 14, 17	$\leq 1,55$ $- 1,70$	$> 1,70$ $- 2,20$	$> 2,20$ $- 2,80$	$> 2,80$ $- 3,40$	$> 3,40$ $- 4,00$
{13} Sandgeprägte, altglaziale Bäche der Sander und sandigen Aufschüttungen	1,52-1,65	1,65-2,14	2,14-2,76	2,76-3,38	3,38-4,00
{14} Sandgeprägte, jung- und altglaziale Bäche der Sander und sandigen Aufschüttungen	1,60-1,72	1,72-2,20	2,20-2,80	2,80-3,40	3,40-4,00
{17} Kiesgeprägte Flüsse der Moränen, Flussterrassen und Verwitterungsgebiete	1,64-1,76	1,76-2,23	2,23-2,82	2,82-3,41	3,41-4,00
Gruppe F: Typen 10, 15, 18, 19	$\leq 1,75$ $- 1,90$	$> 1,90$ $- 2,30$	$> 2,30$ $- 2,90$	$> 2,90$ $- 3,45$	$> 3,45$ $- 4,00$
{10} Kiesgeprägte Flüsse und Ströme mit breiten Auen (u. a. Hoch- und Oberrhein, bayr. Donau, Untermain)	1,91-2,01	2,01-2,43	2,43-2,95	2,95-3,48	3,48-4,00
{15} Sandgeprägte, alt- und jungglaziale Flüsse der Sander und sandigen Aufschüttungen	1,74-1,85	1,85-2,30	2,30-2,87	2,87-3,43	3,43-4,00
{18} Löss-lehmgeprägte Bäche der Börden	1,77-1,89	1,89-2,33	2,33-2,89	2,89-3,44	3,44-4,00
{19} Kies-, sand und z. T. organisch geprägte Niederungsbäche	1,77-1,89	1,89-2,33	2,33-2,89	2,89-3,44	3,44-4,00
Gruppe G: Typ 20	$\leq 1,85$ $- 2,00$	$> 2,00$ $- 2,40$	$> 2,40$ $- 2,95$	$> 2,95$ $- 3,45$	$> 3,45$ $- 4,00$
{20} Sand- und kiesgeprägte Ströme mit breiten Auen (u. a. Unterläufe der Elbe, Weser, Oder, Rhein)	2,08-2,18	2,18-2,56	2,56-3,04	3,04-3,52	3,52-4,00

Summary

The EU Water Framework Directive demands for new methods of river assessment in all of Europe; the future river assessment should be based on biological elements (amongst others, benthic macroinvertebrates) and must be river type specific and based on reference conditions, which need to be defined for each stream type separately.

A main component of recent stream assessment in Germany is the Saprobic System according to DIN 38 410 part 2. It is planned to continue its use as an important part of future stream assessment in Germany, supplemented by new, additional components. Therefore, the Saprobic System has recently been revised by the responsible national standard body (DIN). The revision comprised mainly alterations and additions to the list of indicator taxa, which now comprises 612 taxa compared to 148 taxa in the earlier version.

Aim of the project presented here is to further adapt the German Saprobic System to the requirements of the Water Framework Directive. For the river types, which are the base for the implementation of the Water Framework Directive in Germany, "saprobic reference conditions" (values of the Saprobic Index under reference conditions) are defined. This approach considers that a Saprobic Index of 2.0 may indicate clean water in a lowland river but severe pollution in an alpine stream.

The project is based on the new, so far unpublished, version of the German Saprobic System and on the preliminary list of German river types by SCHMEDITJE et al. (2000), which distinguishes 20 river types. For as many of those river types as possible "saprobic reference conditions" should be described. Based on the "saprobic reference conditions" five "saprobic quality classes" should be defined as a deviation from the reference conditions. These "saprobic quality classes" should be coherent to the ecological quality classes "high", "good", "moderate", "poor" and "bad" the Water Framework Directive demands for.

A database on macrobenthic communities of river sections representing as many German river types as possible was generated. The data were acquired from public authorities, universities and consultancies; the data were selected based on quality criteria, which should ensure that differences in the Saprobic Index are in fact based on different organic pollution and/or different river types and not simply indicating differences in sampling intensity. Altogether, the database comprises 1621 data sets.

Based on these data it was possible to describe "saprobic reference conditions" and "saprobic quality classes" for 19 out of 20 German river types; only for one river type, which is likely to be extinct, no data have been acquired. Different methods to describe reference conditions and quality classes were tested; most suited was the method "best of with EQR classes", which defines the "saprobic reference condition" as the mean of the 10% lowest Saprobic Indices out of all values of a river type, minus double standard deviation. To define "saprobic quality classes" we used the following deviations from the "saprobic reference condition":

- high status: $\leq 5\%$ deviation from the reference condition
- good status: $> 5\% - \leq 25\%$ deviation from the reference condition
- moderate status: $> 25\% - \leq 50\%$ deviation from the reference condition
- poor status: $> 50\% - \leq 75\%$ deviation from the reference condition
- bad status: $> 75\%$ deviation from the reference condition

The definition of class boundaries influences the future need of ecological rehabilitation of running waters. Therefore, two different scenarios with different sets of class boundaries are proposed, one of which is shown above. The definition of class boundaries is not a scientific, but merely a normative procedure.

In a final step river types with more or less similar "saprobic reference conditions" were summarised, resulting in Table 2.

The results were transformed into a calculation software, which is based on a software developed in the EU funded project AQEM.

Table 2 (over leaf): Summary of the 20 German river types to stream type groups with similar saprobic reference conditions, based on the method “best of with EQR classes” (5 = high status, 4 = good status, 3 = moderate status, 2 = poor status, 1 = bad status; explanations in chapter 3.3, tables 5 and 6). The borders of the saprobic quality classes are given for the stream type groups and for each individual stream types.

Stream type group (bold) {Type-No.} type name	„Saprobic Quality Class“				
	5	4	3	2	1
Group A: Types 1, 2	≤ 1.10 – 1.25	> 1.25 – 1.85	> 1.85 – 2.55	> 2.55 – 3.30	> 3.30 – 4.00
{1} Pebble/gravel bottom streams of the calcareous Alps, with significant substrate transport	1.11-1.25	1.25-1.83	1.83-2.55	2.55-3.28	3.28-4.00
{2} Cobble and pebble/gravel bottom streams of the tertiary hills, river terraces and old moraine landscapes	1.12-1.26	1.26-1.84	1.84-2.56	2.56-3.28	3.28-4.00
Group B: Types 3, 4, 5, 6, 7, 8, 16	≤ 1.25 – 1.40	> 1.40 – 1.95	> 1.95 – 2.65	> 2.65 – 3.35	> 3.35 – 4.00
{3} Pebble/gravel bottom streams of the young moraine landscapes	1.42-1.55	1.55-2.06	2.06-2.71	2.71-3.35	3.35-4.00
{4} Mid-sized pebble/gravel and sand bottom streams with wide floodplains (e.g. Iller, Lech, Isar)	1.25-1.38	1.38-1.93	1.93-2.62	2.62-3.31	3.31-4.00
{5} Streams with sand, pebble/gravel, cobbles or boulders in Triassic sandstone, mountain and volcanic areas	1.21-1.35	1.35-1.91	1.91-2.61	2.61-3.30	3.30-4.00
{6} Clay, sand or cobble bottom streams in Loess or Triassic mudstone (Keuper) areas	1.31-1.44	1.44-1.98	1.98-2.65	2.65-3.33	3.33-4.00
{7} Pebble and cobble bottom streams of calcareous areas (without karstlands)	1.26-1.40	1.40-1.94	1.94-2.63	2.63-3.31	3.31-4.00
{8} Pebble and cobble bottom streams of calcareous areas (without karstlands)	1.40-1.53	1.53-2.05	2.05-2.70	2.70-3.35	3.35-4.00
{16} Small pebble/gravel bottom streams of moraine landscapes, river terraces and lowland hills	1.33-1.46	1.46-2.00	2.00-2.67	2.67-3.33	3.33-4.00
Group C: Type 9	≤ 1.40 – 1.55	> 1.55 – 2.05	> 2.05 – 2.70	> 2.70 – 3.35	> 3.35 – 4.00
{9} Clay, sand, cobble or boulder bottom streams of the highlands	1.38-1.51	1.51-2.03	2.03-2.69	2.69-3.34	3.34-4.00
Group D: Type 11	≤ 1.45 – 1.60	> 1.60 – 2.10	> 2.10 – 2.75	> 2.75 – 3.35	> 3.35 – 4.00
{11} Organic brook	1.48-1.60	1.60-2.11	2.11-2.74	2.74-3.37	3.37-4.00
Group E: Types 13, 14, 17	≤ 1.55 – 1.70	> 1.70 – 2.20	> 2.20 – 2.80	> 2.80 – 3.40	> 3.40 – 4.00
{13} Small sand bottom streams of the old glacial landscapes	1.52-1.65	1.65-2.14	2.14-2.76	2.76-3.38	3.38-4.00
{14} Small sand bottom streams	1.60-1.72	1.72-2.20	2.20-2.80	2.80-3.40	3.40-4.00
{17} Mid-sized pebble/gravel bottom streams of moraine landscapes, river terraces and lowland hills	1.64-1.76	1.76-2.23	2.23-2.82	2.82-3.41	3.41-4.00
Group F: Types 10, 15, 18, 19	≤ 1.75 – 1.90	> 1.90 – 2.30	> 2.30 – 2.90	> 2.90 – 3.45	> 3.45 – 4.00
{10} Mid-sized to large Pebble/gravel dominated streams with wide floodplains (e.g. Upper Rhine, Bavarian Danube, Lower River Main)	1.91-2.01	2.01-2.43	2.43-2.95	2.95-3.48	3.48-4.00
{15} Mid-sized sand bottom streams	1.74-1.85	1.85-2.30	2.30-2.87	2.87-3.43	3.43-4.00
{18} Small loess-loam bottom streams	1.77-1.89	1.89-2.33	2.33-2.89	2.89-3.44	3.44-4.00
{19} Mid-sized pebble/gravel, sand and organic floodplain streams	1.77-1.89	1.89-2.33	2.33-2.89	2.89-3.44	3.44-4.00
Group G: Type 20	≤ 1.85 – 2.00	> 2.00 – 2.40	> 2.40 – 2.95	> 2.95 – 3.45	> 3.45 – 4.00
{20} Large sand and pebble/gravel bottom streams with wide floodplains (e.g. Lower Elbe, Weser, Oder, Rhine)	2.08-2.18	2.18-2.56	2.56-3.04	3.04-3.52	3.52-4.00