

2004-01-04

Revision der DIN 38410 „Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern“ (M 1)

(Validierungsdokument)

Zusammenfassung:

Nach der Revision von 1990 war eine erneute Revision der DIN 38410 „Ermittlung des Saprobienindex“ erforderlich, um im Zuge der regelmäßigen Aktualisierung den Erfahrungen bei ihrer Anwendung und neuen Erkenntnissen Rechnung zu tragen. Nachstehend werden die Änderungen der Norm begründet, soweit sie nicht darin erläutert werden konnten. Außerdem erfolgt eine kritische Auseinandersetzung mit vorgebrachten Anregungen und Kritikpunkten. Besonders hingewiesen wird auf die Notwendigkeit der Qualitätssicherung bei der Ermittlung des Saprobienindex. Ein wesentlicher Bestandteil der erneuten Revision ist die Aktualisierung der Liste der Saprobie- Indikatoren. Außerdem wurden typspezifische saprobielle Referenzbereiche für die einzelnen Typen der Fließgewässer Deutschlands eingeführt.

Somit kann das Saprobiensystem als ein Metric für die biologische Bewertung anhand der benthischen Fauna im Rahmen des Vollzugs der Wasserrahmenrichtlinie herangezogen werden. Darüber hinaus wurden viele Details der Norm schärfer gefasst. Die Listen der Indikatoren (Mikro- und Makrosaprobien) wurden in der Neufassung der Norm erheblich erweitert. Nachstehend wird ebenfalls dargestellt, wie künftig beabsichtigte Erweiterungen zu handhaben sind, insbesondere auch bezüglich der Einbeziehung von Neozoen als Indikatoren im Saprobiensystem.

Zur Absicherung des Saprobienindex steht weiterhin die Abundanzsumme zur Verfügung. Entsprechend der wesentlich erweiterten Liste der Indikatoren wurde die erforderliche Abundanzsumme von 15 auf 20 angehoben. Bei weiterer Absicherung des Ergebnisses mit gängigen statistischen Verfahren, sollte der Aussagekraft für die Methodik der Bestimmung des Saprobienindex und der jeweiligen Probestelle sichergestellt werden. Insbesondere in naturnahen, habitatreichen Gewässern ist eine heterogene Besiedlung mit großer Standardabweichung bezüglich der Saprobie- Indikation möglich.

Gliederung

Zusammenfassung

- 1 Einleitung
- 2 Inhalt der neuen Revision (Was ist geblieben, was ist neu?)
 - 2.1 Zusammenfassung der Teile 1 und 2
 - 2.2 Anwendungsbereich
 - 2.3 Probennahme und Angabe der Abundanzen
 - 2.4 Jahreszeitliche Aspekte
 - 2.5 Listen der Indikatoren
 - 2.6 Vorgaben für die Neueinstufung von Taxa
 - 2.7 Pflege der Saprobienlisten
 - 2.8 Gewässertypspezifische saprobielle Referenzbereiche
 - 2.9 Bestimmungsliteratur
 - 2.10 Abundanzsumme und Streuungsmaß
 - 2.11 Verhältnis Makrosaprobien – Mikrosaprobien
- 3 Qualitätssicherung
 - 3.1 Vergleichssammlung
 - 3.2 Belegsammlung
 - 3.3 Vergleichsuntersuchungen
 - 3.4 Taxonomische Genauigkeit
 - 3.5 Standardisierte Untersuchungsprotokolle
- 4 Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen mit der DIN 38410 T. 2 von 1990
- 5 Saprobienystem und Wasserrahmenrichtlinie

Danksagung

Mitglieder des Arbeitskreises DIN NAW UA 5 AK 66 „Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M)

Literatur

1 Einleitung

Ausgehend von ersten Ideen zur Bewertung des Verunreinigungsgrades der Fließgewässer haben Kolkwitz und Marsson [2] ein System entwickelt, das als Saprobiensystem im 20. Jahrhundert in Europa weite Verbreitung gefunden hat und seit Mitte der 70er Jahre die Standardmethode zur Bewertung der Fließgewässer in Deutschland ist.

Flächendeckend wurden in Deutschland traditionell nur die heterotrophen benthischen Organismen (Saprobien) zur Ermittlung der Belastung des Wassers eingesetzt. Die Biologische Gewässergütekarte auf der Grundlage des Saprobiensystems hat für die Darstellung sanierungsbedürftiger Gewässer eine hervorragende Rolle gespielt, LAWA [3 - 4]. Der Saprobienindex wurde auch als verpflichtender Bestandteil der Grundlagen von Bewirtschaftungsplänen herangezogen, die gemäß § 36b Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [5] für sanierungsbedürftige Gewässer aufzustellen waren.

Inzwischen sind wesentliche Erfolge in der Abwasserreinigung zu verzeichnen und aus der biologischen Gütekarte verschwanden mehr und mehr die erhebliche Abwasserbelastung anzeigenden rot, orange oder gelb dargestellten Strecken, [4].

Erst in den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurden weitere Beeinträchtigungen der Fließgewässerökosysteme politisch wahrgenommen. Dabei handelt es sich nur zum Teil um neue Belastungen, wie Gewässerversauerung und Eutrophierung. Auch die strukturelle und biologische Verarmung der Fließgewässer durch Gewässerausbau, der nach technischen Kriterien erfolgte, war zwar den Fachleuten bekannt, der Handlungsbedarf wurde aber nicht in dem Maße in Aktivitäten umgesetzt, wie dies aus der Sicht des Ökologen notwendig gewesen wäre.

Inzwischen sind weitere Verfahren, insbesondere zur Kartierung der Struktur der Flüsse und Bäche, entwickelt und eingesetzt worden LUA [6], LAWA [7]. Die Ergebnisse wurden z.B. für die Bundesrepublik Deutschland in der Karte der Gewässerstruktur, [8], dargestellt.

Entsprechende Verfahren für die Trophie liegen ebenfalls vor LAWA [9], Coring et al. [10], Mauch [11]. Auch für die regional bedeutsame Beurteilung des Säurestatus existieren Verfahren zur Bewertung (Braukmann [12], Coring [13]). Regional gibt es auch Karten des Trophiegrades bzw. zur Gewässerversauerung (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft [14]).

Seit der Verabschiedung der DIN - Norm 38410 im Jahre 1990 ist deutschlandweit damit gearbeitet worden. Darüber hinaus sind speziell an Fließgewässern des norddeutschen Tieflandes, vor allem in Schleswig-Holstein, Mecklenburg- Vorpommern, Brandenburg und Nordrhein-Westfalen umfangreiche Untersuchungen erfolgt (Mehl & Thiele [15],

Sommerhäuser & Schuhmacher [16], Gründler & Michels [17], Schönfelder [- 18]). Diese Erfahrungen aus allen Regionen Deutschlands wurden für die Überarbeitung der Norm sorgfältig ausgewertet. Berücksichtigt wurden außerdem die in Publikationen sowie schriftlich oder mündlich geäußerten kritischen Bemerkungen, die im Laufe der Anwendung der Norm an den Arbeitskreis herangetragen wurden (Bernerth[19], Blatterer [20], Krieg[21], Marten [22], sowie Mauch in lit.).

Die erneute Überarbeitung des Saprobien-systems in der Fassung der DIN 38410 T. 2 vom Oktober 1990 , Friedrich [23], wurde aus den nachfolgenden Gründen notwendig:

1. Das Saprobien-system war so angelegt, dass Unterscheidungen einzelner Gewässertypen nicht vorgesehen waren. Restriktionen waren und sind nur für alpin geprägte und sehr langsam fließende Gewässer bzw. Kanäle genannt. Bei ersteren kann die physikalische Belüftung so intensiv sein, dass sich die Saprobie in der Zusammensetzung des Makrozoobenthos nicht signifikant widerspiegelt, in sehr langsam fließenden Bächen und Flüssen sowie in Kanälen tritt die Strömung als Faktor so stark zurück, dass Stillwasserformen gehäuft vorkommen bzw. die Trophie als Belastungsursache sich stärker ausprägt als die Saprobie.

2. Es gab bisher keine den Anforderungen genügende, durchgängige Typologie der Fließgewässer. Erst in jüngster Zeit wird, aufbauend auf geomorphologischen Grundlagen, Briem [24], eine biozönotische Typologie der Fließgewässer Deutschlands entwickelt, Schmedtje et al. [25].

3. Speziell für die Fließgewässer im norddeutschen Tiefland und in anderen gefällearmen, langsam fließenden Gewässern gab es Schwierigkeiten mit der Anwendung der DIN in der Fassung von 1990. Das lag vor allem daran, dass eine zu geringe Zahl von im Tiefland verbreiteten Taxa eingestuft war und zur Berechnung des Saprobienindex herangezogen werden konnte. So waren in der Liste der DIN für den Saprobienindex von 1990 z.B. kaum Phytalbewohner enthalten, um Überlagerungen mit einer Trophieindikation zu vermeiden.

4. Durch die aufgrund neuerer Erkenntnisse möglich gewordene Erweiterung und Revision der Taxaliste wurde es nachweislich möglich, den bei jeder Indexbildung auftretenden

zentripetalen Effekt, d.h. die Konzentration der berechneten Indices auf den Mittelpunkt der Indexspanne, zu mildern.

5. Schließlich gibt es noch einen formalen Grund für eine erneute Überarbeitung. Nach den Regeln der deutschen Normung müssen in Anpassung an die wissenschaftlich- technische Entwicklung alle Normen regelmäßig aktualisiert werden.

Die erneute Revision wurde im Arbeitskreis DIN NAW UA 5 AK 6 „Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung“ als turnusmäßige Revision der DIN-Norm 38410 Biologisch- ökologische Gewässeruntersuchung, Teil 1: Allgemeine Hinweise, Planung und Durchführung von Fließgewässeruntersuchungen (M1) vom Dezember 1987 und Teil 2: Bestimmung des Saprobienindex (M2) vom Oktober 1990 in der Zeit von 1995 bis 2002 durchgeführt.

Vermutlich werden auch bei der Arbeit mit dieser erneuten Revision der DIN- Norm Unschärfen oder Unklarheiten auftreten. Die Anwender sind deshalb aufgefordert, solche Beobachtungen dem DIN NAW, dem Obmann oder einem der Mitglieder des DIN- Arbeitskreises zu melden, damit notwendige Änderungen bei der nächsten regelmäßigen Novellierung berücksichtigt werden können.

Mitglieder des Arbeitskreises DIN NAW UA 5 AK 66 „Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M)

Dem Arbeitskreis gehörten an:

Obmann: Dr. Volkhard Herbst, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim,

Stellvertreter: Dr. Mario Sommerhäuser, Universität Essen;

Mitglieder: Prof. Dr. Ulrich Braukmann, Universität Kassel;

Dr. Ulrich Buitkamp, Staatliches Umweltamt Lippstadt (ab 2000);

Prof. Dr. Norbert Caspers, Bayer Industry Services Leverkusen;

Dipl. Biol. Folker Fischer; Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft München (ab 2002);

Prof. Dr. Günther Friedrich (Obmann bis 2000), ehemals Landesumweltamt NRW Essen; Dr.

Helmut Klose, ehemals Landesumweltamt Brandenburg Potsdam;

Prof. Dr. Elisabeth Irmgard Meyer, Westfälische Wilhelms - Universität Münster;

Dr. Ernst Nusch, Ruhrverband Essen;

Dr. Ursula Schmedtje, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Stellvertr. Obfrau bis 2001);

Dr. Franz Schöll, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz (ab 2002),
Dr. Volker Thiele, Biota- Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, Bützow;
Prof. Dr. Thomas Tittizer, ehemals Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz Stellvertr.
Obmann (bis 2001);
Dr. Klaus Wendling, Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland- Pfalz, Mainz.

2 Inhalt der neuen Revision (Was ist geblieben, was ist neu?)

2.1 Zusammenfassung der Teile 1 und 2

Im Zuge der Revision wurden die beiden Teile (Teil 1 von 1987, Teil 2 von 1990) zusammengefasst. Dies konnte u.a. deshalb erfolgen, weil zwischenzeitlich internationale Normen in nationale überführt worden sind. Diese regeln insbesondere die Methodik der Probenahme und die Präsentation der Ergebnisse. Es handelt sich im Einzelnen um folgende Normen:

- DIN EN ISO 9391: 1995(ISO 9391)[26]: Wasserbeschaffenheit – Probenahme von Makroinvertebraten aus tiefen Gewässern – Richtlinie für die Nutzung von Auswuchsträgern sowie qualitativen und quantitativen Probenahmegeräten
- DIN EN 28265: 1994 (ISO 8265:1988)[27]: Wasserbeschaffenheit - Aufbau und Verwendung quantitativer Probenahmegeräte für benthische Makroinvertebraten auf steinigem Grund in flachen Gewässern
- DIN EN ISO 5667 – 3: 2003 [28]: Wasserbeschaffenheit – Probenahme Teil 3 – Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Proben
- ISO 7828: 1994 (auch DIN EN 27828) [29]: Wasserbeschaffenheit - Verfahren der biologischen Probenahme - Richtlinie zur Handnetz-Probenahme von benthischen Makroinvertebraten
- DIN EN ISO 8689-1: 2000 (ISO 8689-1: 2000) [30]: Wasserbeschaffenheit - Biologische Klassifikation von Flüssen - Teil 1: Richtlinie zur Interpretation von biologischen Beschaffenheitsdaten aus Untersuchungen von benthischen Makroinvertebraten von Fließgewässern
- DIN EN ISO 8689-2: 2000 (ISO 8689-2: 2000 [31]: Wasserbeschaffenheit – Biologische Klassifikation von Flüssen - Teil 2: Richtlinie zur Darstellung von biologischen Beschaffenheitsdaten aus Untersuchungen von benthischen Makroinvertebraten von Fließgewässern

2.2 Anwendungsbereich

Der Geltungsbereich der Norm in der Fassung von 1987 (Teil 1) und 1990 (Teil 2) bezog sich vornehmlich auf das Gebiet der alten Bundesländer. Die vorliegende Neufassung ist auf ständig oder zeitweise fließende Gewässer in allen geographischen Regionen der Bundesrepublik Deutschlands zur Bestimmung des Saprobienindex anwendbar. Für Küsten- und Übergangsgewässer bzw. ständig oder zeitweise Brackwasser führende Gewässer und stehende Gewässer bleibt das Verfahren ungeeignet.

Im Hinblick auf die ISO 9391: 1993 [26] wurde bezüglich der Verwendung künstlicher Aufwuchsträger zur Ermittlung des Saprobienindex folgende Konkretisierung vorgenommen: „Künstliche Aufwuchsträger werden in der Regel zur Erfassung plötzlicher toxischer Beeinträchtigung erfolgreich eingesetzt. Die künstlichen Aufwuchsträger bestehen in der Regel nur aus einem oder wenigen Substrattypen und sind meist zu klein, um das Minimalareal einer kompletten Lebensgemeinschaft zu erreichen. Die Ergebnisse der Untersuchung solcher künstlicher Aufwuchsträger sind daher allein nicht ausreichend zur Bestimmung des Saprobienindex.“ Die Verwendung künstlicher Aufwuchsträger, wie sie in DIN EN ISO 9391 [26] beschrieben sind, kann sinnvoll sein, wenn besiedlungsfeindliche, (z.B. Treibsande), unzugängliche (z.B. Flusssohle) oder schwer beprobbare Substrate (z.B. Uferbefestigungen) vorliegen und der Einfluss der Wasserqualität unabhängig von der Eignung des Substrats beurteilt werden soll.

2.3 Probenahme und Angabe der Abundanzen

Neben den Verweisen auf die o.g. internationalen Normen wurde die adäquate Untersuchung der verschiedenen Choriotope (Teilbiotope) konkreter gefasst. Danach sind alle Choriotope entsprechend ihrem Flächenanteil abzusammeln, die mehr als 5 % der Fläche bedecken.

Die Probennahme muss so erfolgen, dass alle rechtlichen Regelungen beachtet werden, insbesondere die des Arbeits- und des Naturschutzes.

Für die Bestimmung der Abundanz bleibt es bei den bewährten Schätzzahlen (Abundanzziffern) zur Berechnung des Saprobienindex. Angesichts der Vielfalt an Choriotopen wären quantitative Angaben mit vielen Fehlerquellen behaftet und deshalb nur sehr aufwändig zu erhalten. Vergleichuntersuchungen haben gezeigt, dass dieser Aufwand

allein für die Ermittlung des Saprobienindex in keinem günstigen Verhältnis zum Ergebnis steht. In diesem Zusammenhang sei auf die pflanzensoziologische Arbeitsweise hingewiesen, die ähnlich vorgeht, vgl. hierzu auch die grundsätzlichen Ausführungen von Mauch und Wittling [32]. Zur Erleichterung der Umrechnung der Ergebnisse von Zählungen, wie sie bei quantitativen Methoden gewonnen wurden, sind im Text der Neufassung der Norm für das Makrobenthos Umrechnungsmöglichkeiten von Individuen/m² in Abundanzziffern angegeben. Für das Mikrobenthos, unterschieden in vagiles und sessiles, sind Umrechnungsfaktoren für Individuen/cm² aufgeführt. Zur Erkennung ökotoxischer Belastungen oder der Auswirkungen struktureller Defizite des Gewässerbettes wie harter Verbau, ständige Sandbewegung in der Sohle durch anthropogen induzierte Erosion, Verockerung, Verschlammung oder thermische Belastung, kann es erforderlich sein, genauere, quantitative Daten zu erheben.

2.4. Jahreszeitliche Aspekte

Das Makrozoobenthos unterliegt z.B. als Folge der Emergenz von Wasserinsekten sowie des Trockenfallens von Gewässerstrecken einer jahreszeitlichen Periodik. Daraus können sich Änderungen des Saprobienindex ergeben, die an ein und derselben Probenstelle zu Abweichungen bei der Zuordnung zu einem Saprobiebereich führen. Die jahreszeitlichen Schwankungen sind vor allem dann von Belang, wenn der Saprobienindex zu Bewertungen, wie der Ermittlung einer Gewässergüteklasse nach LAWA [3], herangezogen werden soll oder wenn er nahe einer Klassengrenze bei abgeleiteten Bewertungen liegt, vgl. dazu auch Marten [33].

Normgemäß sind jedoch nur solche Untersuchungen, bei denen aufgrund des Wasserstandes eine ordnungsgemäße Probennahme möglich ist, d.h. bei niedrigen bis mittleren Abflüssen. In der Regel werden die Untersuchungen zur Bestimmung des Saprobienindex und der (bisher üblichen) Ermittlung der biologischen Gewässergüteklasse während der Vegetationszeit von März bis zum Spätherbst durchgeführt. Die tatsächliche Untersuchungszeit richtet sich dabei auch nach der natürlichen Abflussdynamik und ist gewässertypbezogen festzulegen. Alpin geprägte Fließgewässer führen im Frühjahr Niedrigwasser, während z.B. der Rhein vor allem im August/ September Niedrigwasser aufweist.

Zur Überprüfung möglicher jahreszeitlich bedingter Unterschiede der errechneten Saprobienindices wurde der Datenbestand genutzt, der im Rahmen des gewässerkundlichen

Landesdienstes in Niedersachsen von 15 Biologinnen und Biologen in den Jahren 1986 bis 2001 erhoben worden ist. Die Untersuchungen wurden nach DIN 38410 Teil 1, die Berechnungen des Saprobienindex nach der alten DIN 38410, Teil 2 durchgeführt. Dazu konnten für das Makrozoobenthos 17447 Untersuchungsbefunde von ca. 6000 Messstellen aus unterschiedlichen Fließgewässertypen der Höhenlagen zwischen 0 und 800 m ü. M. ausgewertet werden. Es sind 13626 oder 78% der Berechnungen „valide“ im Sinne der alten DIN 38410, Teil 2, d. h. die Abundanzsumme ist $\sum A_i \geq 15$ und das Streuungsmaß $SM \leq 0,2$.

Eine Auswertung nach Untersuchungsmonaten ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 1: Anzahl (n S_i ges.) und mittlere Saprobienindices ($\bar{\sigma}$ S_i ges), Gesamtzahl (n S_i val.) und mittlere Saprobienindices „valider“ Befunde. ($\bar{\sigma}$ S_i val.) der niedersächsischen Daten nach Untersuchungsmonaten

Monat	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
n S _i ges.	45	30	258	921	2325	2860	2615	2742	3241	1851	420	139
n S _i val	33	23	133	614	1803	2252	2128	2192	2627	1423	306	92
$\bar{\sigma}$ S _i ges	2,29	2,45	2,33	2,27	2,27	2,32	2,32	2,33	2,31	2,29	2,30	2,34
$\bar{\sigma}$ S _i val.	2,14	2,41	2,23	2,21	2,22	2,26	2,28	2,29	2,28	2,25	2,28	2,25

Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt natürlicherweise in den Sommermonaten. Schließt man die wegen ihrer geringen Anzahl weniger aussagekräftigen Winteruntersuchungen aus, so ist im Laufe der Vegetationsperiode im Mittel kaum eine Schwankung der Saprobienindices festzustellen. Daneben liegen die Mittelwerte der „validen“ Berechnungen immer unter den Mittelwerten der Berechnungen aller Untersuchungsergebnisse, d.h. einschließlich der nicht validen Daten, die vor allem von Probenstellen mit sehr starker Belastung und den wenigen Winteruntersuchungen vorliegen. Das bedeutet, dass insbesondere bei höherer Saprobie ein geringerer Anteil „valider“ Berechnungen anfällt, was den theoretischen Überlegungen der Norm entspricht. Weitere Aufschlüsse ergeben sich aus der folgenden Tabelle:

Tabelle 2 : Prozentuale Anteile von Berechnungen mit Streuungsmaß ($SM \leq 0,2$) ($\% S_i$, $SM \leq 0,2$) und der „validen“ Berechnungen ($\% S_i$ val) nach Untersuchungsmonaten

Monat	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
$\% S_i$ $SM \leq 0,2$	78	90	77	87	90	90	91	91	92	90	88	83
$\% S_i$ val $SM \leq 0,2$ $\Sigma A_i \geq 15$	73	76	51	66	77	78	74	80	81	77	73	66

Der Tabelle 2 ist zu entnehmen, dass das Kriterium „Streuungsmaß $\leq 0,2$ “ in 87,25% aller Untersuchungen erfüllt ist, während der Vegetationszeit (April – Oktober) sogar in 90,1 %. Die Ergebnisse der Wintermonate schneiden etwas schlechter ab, was aber durchaus auch durch den geringeren Stichprobenumfang bedingt sein kann.

Der geringere Anteil an „validen“ Berechnungen ist dagegen eher auf die zu geringen Abundanzsummen (ΣA_i) der Saprobien zurückzuführen, die offensichtlich wiederum in den Wintermonaten bzw. zu Zeiten der Frühjahrshochwässer auftreten.

Insgesamt ist eine Erhöhung des Anteils der „validen“ Berechnungen auf Grund der wesentlich erweiterten Liste der Saprobien zu erwarten. Erste Berechnungen mit einer Teilmenge der hier benutzten Daten zeigen, dass in der Tat die Abundanzsummen steigen und als Folge der Anteil der „validen“ Berechnungen.

Die in Abbildung 1 dargestellte Auswertung der Untersuchungsergebnisse als „box - plots“ zeigt für alle Monate eine sehr enge Verteilung der Werte der beiden mittleren Quartile im Bereich von Saprobienindices zwischen 2,1 und 2,4, alle Medianwerte liegen in diesem Bereich. Die Minimalwerte unterschreiten nur in wenigen Fällen einen Index von 1,5, was der Variationsbreite der Referenzindices der vorliegenden Gewässertypologie entspricht. Die Maximalwerte erreichen den Bereich der Güteklasse IV. Die Werteverteilung entspricht insgesamt der Verteilung der Messstellen nach Güteklassen der im Untersuchungszeitraum erstellten Gewässergütekarten des Landes Niedersachsen.

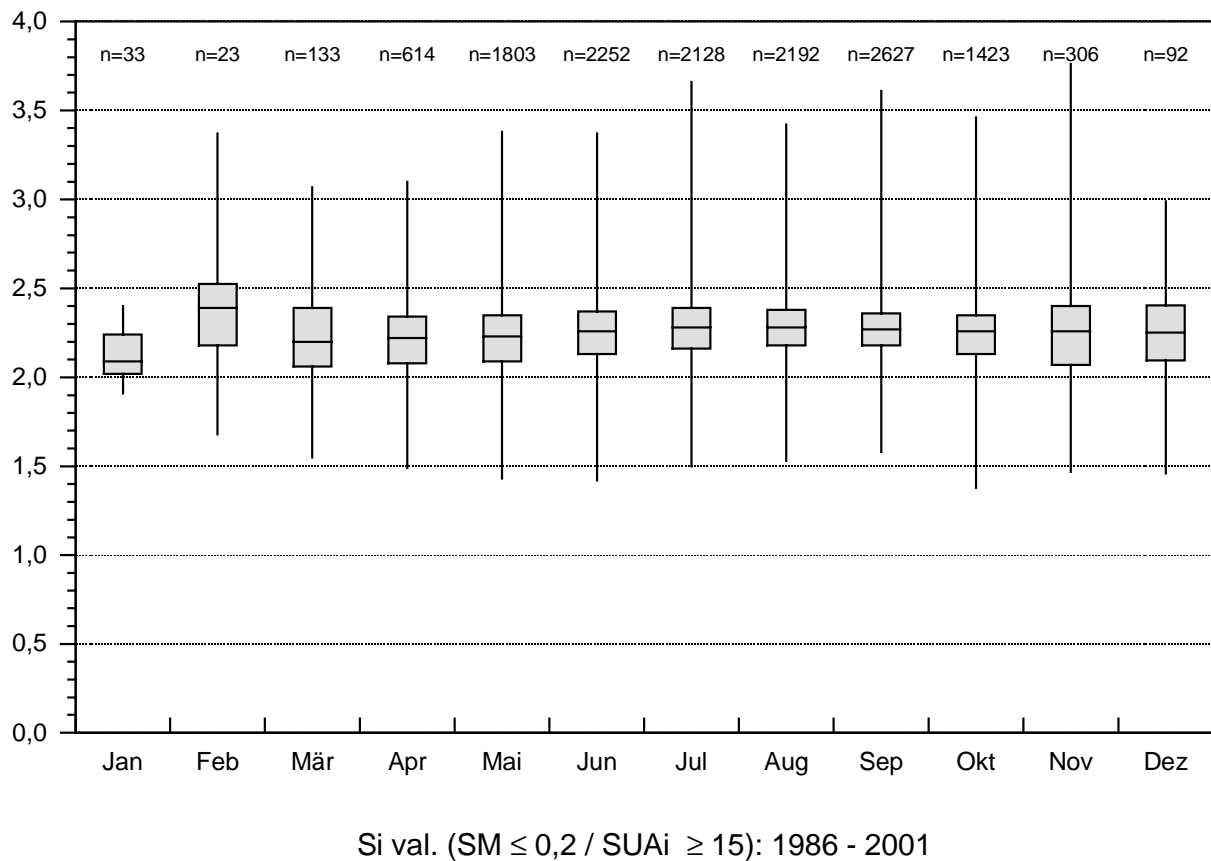


Abb. 1: Verteilung von Saprobienindices auf Untersuchungsmonate als „box – Plots“

Nach Auswertung der hier benutzten statistischen Verfahren und bei anzunehmender Zufallsverteilung der Beprobungen im betrachteten Zeitraum wird der Schluss gezogen, dass Beprobungen zur Ermittlung des Saprobienindex zumindest in den Monaten April bis Oktober zu richtigen Ergebnissen in Sinne der Norm führen.

Diese Ergebnisse sind möglicherweise nicht auf den gesamten geographischen Geltungsbereich der Norm übertragbar. So sind in alpinen Fließgewässern Beprobungen nur während der winterlichen Niedrigwasserabflüsse durchführbar, doch ist auch hier bei Einhaltung der in der Norm genannten Bedingungen die Anwendbarkeit des Verfahrens gewährleistet.

2.5 Listen der Indikatoren

Die Listen der Saprobien basieren auf dem Artniveau. Nur in Ausnahmefällen wurde davon abgewichen, und es wurden Indices für Gattungen vergeben. In solchen Fällen handelt es sich um Gattungen mit sehr schwer unterscheidbare Arten. Entsprechend der relativ höheren Unschärfe bei der saprobiellen Bewertung von Gattungen erfolgte ihre Einstufung mit dem

höchsten (schlechtesten) Saprobiewert, den die Arten dieser Gattung besitzen. Gleiches gilt für das Indikationsgewicht, das keinesfalls höher sein kann, als das der Arten der Gattung. Die Trennung in eine Liste der Makrosaprobien und der Mikrosaprobien wurde beibehalten. Bei den Mikrosaprobien erfolgte neben der Aktualisierung der Taxonomie eine Erhöhung auf mehr als 200 Taxa gegenüber 90 in der Fassung von 1990. Die Erweiterung der Taxaliste betrifft vor allem die Ciliaten. Wesentliche Grundlage dazu sind die neueren Untersuchungen von Berger et al. [34], Foissner et al. [35], Buitkamp [36], Foissner et al. [37], Foissner et al. [38].

Auch die Liste der Makrosaprobien wurde erheblich erweitert. Gegenüber der Fassung von 1990 mit 160 Taxa können jetzt über 600 Taxa für die Errechnung des Saprobienindex herangezogen werden. Diese wesentlichen Erweiterungen wurden möglich durch die oben genannten neuen Untersuchungsergebnisse, die von den Anwendern mitgeteilten Informationen und neuen taxonomischen Bearbeitungen, z.B. Bauernfeind & Humpesch [39], Heidemann und Seidenbusch [40], Drost et al. [41], Waringer, und Graf [42], Pitsch [43], Moller Pillot [44-45], Van Vondel und Dettner [46].

2.6 Vorgaben für die Neueinstufung von Taxa

Die Einstufung erfolgt nach dem bereits für die vorangegangene Fassung beschriebenen Verfahren der Norm (vgl. dazu Friedrich [23] und [47]). Danach müssen zur Aufnahme eines Taxons in die Liste der Indikatoren folgende Kriterien erfüllt sein :

1. benthische Lebensweise
2. heterotrophe Ernährung, um Überschneidungen mit der Tophieindikation so weit wie möglich zu vermeiden.
3. Verbreitung über einen großen Teil Mitteleuropas
4. zweifelsfreie Bestimmbarkeit
5. Vorkommen mit deutlichem saprobiellen Schwerpunkt
6. Beachtung geschützter Arten bei der Untersuchung

Bei der Neufassung der DIN werden die bereits bei Friedrich [23] genannten Vorgaben für die Einstufung von Organismen als Saprobien beibehalten, d.h. es handelt sich um eine offene Liste, die entsprechend der wissenschaftlich - technischen Entwicklung fortzuschreiben ist. Das Festhalten an der Beschränkung auf heterotrophe Organismen bedeutet in keiner Weise eine negative Aussage zur Möglichkeit, autotrophe Organismen,

insbesondere auch Aufwuchsalgen zur ökologischen Bewertung der Gewässer heranzuziehen. Grundlage für die Vergabe des Saprobiewertes für ein Taxon bleibt die Ermittlung der saprobiellen Valenz. Die saprobielle Valenz eines Taxons ist ein Maß für dessen Aussagekraft zur Beurteilung einer Untersuchungsstelle. Deshalb gehen die einzelnen Taxa aufgrund des Saprobiebereiches, in dem sie vorkommen können, gewichtet in die Berechnung des Saprobienindex (S) einer Untersuchungsstelle ein. Um das Vorkommen eines Taxons ausreichend scharf zu beschreiben, ist, wie schon in der Fassung der DIN 38410 Teil 2 von 1990, eine 20-Punkte-Verteilung entsprechend dem Vorkommen des jeweiligen Taxons in den einzelnen Güteklassen vorzunehmen. Die saprobielle Valenz wird aus dieser 20-Punkte-Verteilung abgeleitet. Für die Berechnung der Standardabweichung geht jeder der 20 Punkte mit der Wertzahl der jeweiligen Güteklasse (1,0; 1,5; ... 3,5; 4,0), der er zugeordnet wird, in die Berechnung ein. Die Indikationsgewichte (G) werden nach der folgenden Tabelle den Bereichen der Standardabweichung der 20-Punkte –Verteilung vom Indikationssschwerpunkt des jeweiligen Taxons zugeordnet.

Tabelle 3: Zuordnung der Standardabweichungen zu den Indikationsgewichten G

Bereich der Standardabweichung	Indikationsgewicht G
0,0 bis 0,2	16
> 0,2 bis 0,4	8
> 0,4 bis 0,6	4
> 0,6 bis 0,8	2 als Indikator nicht geeignet
> 0,8 bis 1,0	1 als Indikator nicht geeignet
> 1,0	als Indikator nicht geeignet

Neozoen spielen in neuerer Zeit eine immer größere Rolle in den Gewässern, nicht nur in den großen Wasserstraßen, über die meist ihre Ausbreitung beginnt. Manche Arten, wie z.B. *Dreissena polymorpha* bilden inzwischen so stabile Bestände, dass sie als Agriozoen, d.h. als inzwischen fester Bestandteil der heimischen Fauna, anzusehen sind (vgl. dazu auch BnatSchGNeuregG [48]). In der Invasionsphase lassen die Neozoen ihre saprobielle Valenz noch nicht erkennen. Deshalb ist nach unserem Verständnis ihr ständiges Auftreten in einem

größeren Gebiet mindestens einer geographischen Region der Bundesrepublik Deutschland über zehn bis 12 Jahre erforderlich, um sie in die Liste der Saprobien aufnehmen zu können. Eine exakt definierte Zeitspanne kann hierzu nicht angegeben werden, weil der Abschluss der Invasionsphase von Neozoen nicht prognostiziert werden kann. Sie ist von vielen abiotischen und biotischen (populationsdynamischen) Prozessen abhängig, die nicht zuletzt abhängig sind von der neu zugewanderten Art. Die Listen der Saprobien sind Bestandteil der Norm. Vorschläge zu ihrer Erweiterung oder Änderung müssen daher mit einer ausführlichen Dokumentation der zugrunde liegenden Daten beim Normenausschuss Wasserwesen (NAW) angemeldet werden. Die Dokumentation muss alle relevanten Informationen zum Vorkommen der Art enthalten(vor allem Fundorte, -zeitpunkte und Abundanzen der Art sowie abiotische und biozönotische Charakteristika der Fundorte), damit die saprobielle Einstufung vollzogen werden kann (s. o.). Unabdingbar ist auch die eindeutige Darstellung der Makrozoobenthos- Besiedlung der Fundorte sowie deren sich nach der DIN 38410 (2003) ergebende saprobielle Einstufung. Nach Prüfung durch den zuständigen Ausschuss kann dann die Indikatorenliste im Zuge der alle fünf Jahre fälligen Überprüfung durch eine Revision der Norm geändert werden.

Bezüglich der generellen Ansprüche an die Bestimmbarkeit der Wasserorganismen siehe auch Böhmer,J. et al. [49].

2.7 Pflege der Saprobienlisten

Die Liste der Saprobien erfordert eine ständige Pflege und Fortschreibung, das gilt für die Codierung neu aufzunehmender Taxa, taxonomische Anpassungen und alle anderen Arbeiten, die mit der Pflege einer solchen Datei verbunden sind.. Diese Aufgabe hat für die Bundesrepublik Deutschland das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft übernommen, Mauch et al. [50]. Die Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands kann unter folgender Adresse bezogen werden:

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf, Postfach 2061, 94460 Deggendorf

2. 8. Gewässertypspezifische saprobielle Referenzbereiche

Im Laufe der Anwendung des Saprobien-systems hat sich gezeigt, dass die z.B. von der LAWA [3, 4] angegebenen Saprobiebereiche für die Ableitung von biologischen Güteklassen bei rein formaler Anwendung vor allem in sandig - kiesigen und langsam fließenden Flüssen und Bächen im norddeutschen Tiefland zu nicht schlüssigen Bewertungen

führen können. Das heißt, es werden wegen der hier infolge natürlich hohen Vorkommens pflanzlicher Biomasse signifikanten Autosaprobie des Gewässers sehr gute Saprobiewerte auch dann nicht erreicht, wenn keine saprobielle Belastung durch Abwasser vorliegt (Allosaprobie) und viele Indikatoren mit niedrigen Saprobiewerten nicht vorhanden sein können, z.B. Lithalbewohner. Bereits frühere wissenschaftliche Untersuchungen (z.B. Braukmann [51]) haben gezeigt, dass in Fließgewässern mit geringer Strömung und rein feinkörnigen Sedimenten auch ohne Belastung mit Abwasser keine sehr niedrigen Saprobiewerte erreicht werden können.

Das gleiche gilt für Gewässer, die einer natürlichen Autosaprobie unterliegen, die von Plankton oder Makrophyten ausgeht.

Soll das Saprobien-system typbezogen eingesetzt werden, wie das entsprechend den neuen Anforderungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie [1] notwendig ist, müssen diese typspezifischen Unterschiede beachtet werden. In den letzten Jahren ist eine Typisierung für die Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland erfolgt. Sie umfasst auf der Grundlage der Geologie, Gewässermorphologie und Hydrologie eine Liste potenziell biozönotischer Gewässertypen (Schmedtje et al. [25], Pauls et al. [52]). Für die in Deutschland verbreiteten Fließgewässertypen wurden auf der Grundlage empirischer Auswertungen Saprobiebereiche für den typspezifischen Leitbildzustand ermittelt (Rolauffs et al. [53]). Diese sind die Grundlage für Vorschläge zu einer weiter gehenden typspezifischen saprobiellen Bewertung. Danach sind für den saprobiell unbelasteten Zustand folgende Saprobiewerte (Si) anzusetzen:

Tabelle 4 : Typspezifische saprobielle Referenzbereiche der wichtigsten Fließgewässertypen Deutschlands, nach Schmedtje et al [23], verändert.

Typ-Nr.	Typ-Bezeichnung (potenzieller biozönotischer Typ)	Saprobielle Referenzbereiche
1	Kiesgeprägte, geschiebereiche Bäche und Flüsse der Kalkalpen	≤ 1,10 bis 1,25
2	Stein- und kiesgeprägte Bäche des tertiären Hügellandes, der Flussterrassen und Altmoränen	≤ 1,10 bis 1,25
3	Kiesgeprägte Bäche der Jungmoränen	≤ 1,25 bis 1,40
4	Kies- und sandgeprägte Flüsse mit breiten Auen (z. B. Iller, Lech, Isar)	≤ 1,25 bis 1,40

5	Sand-, kies-, stein-, oder blockgeprägte Bäche des Buntsandsteins, des Grundgebirges und der Vulkangebiete	≤ 1,25 bis 1,40
6	Ton, sand- oder kiesgeprägte Bäche der Löss- und Keupergebiete	≤ 1,25 bis 1,40
7	Kies- und steingeprägte Bäche der nicht verkarsteten Kalkgebiete	≤ 1,25 bis 1,40
9	Ton-, sand-, stein-, kies- oder blockgeprägte Flüsse der Mittelgebirge	≤ 1,40 bis 1,55
10	Kiesgeprägte Flüsse und Ströme mit breiten Auen (u. a. Hoch- und Oberrhein, bayr. Donau, Untermain)	≤ 1,75 bis 1,90
11	Organisch geprägte Bäche der Sander und sandigen Aufschüttungen	≤ 1,45 bis 1,60
12	Organisch geprägte Flüsse der Sander und sandigen Aufschüttungen	≤ 1,75 bis 1,90*
13	Sandgeprägte, altglaziale Bäche der Sander und sandigen Aufschüttungen	≤ 1,55 bis 1,70
15	Sandgeprägte, alt- und jungglaziale Flüsse der Sander und sandigen Aufschüttungen	≤ 1,75 bis 1,90
16	Kiesgeprägte Bäche der Moränen, Flussterrassen und Verwitterungsgebiete	≤ 1,25 bis 1,40
17	Kiesgeprägte Flüsse der Moränen, Flussterrassen und Verwitterungsgebiete	≤ 1,55 bis 1,70
18	Löss-lehmgeprägte Bäche der Börden	≤ 1,75 bis 1,90
19	Kies-, Sand und z. T. organisch geprägte Niederungsbäche	≤ 1,75 bis 1,90
20	Sand- und kiesgeprägte Ströme mit breiten Auen (u. a. Unterläufe der Elbe, Weser, Oder, Rhein)	≤ 1,85 bis 2,00
21	Fließgewässerabschnitte der Seeausflüsse	≤ 1,85 bis 2,00*
22	Schlickgeprägte Fließgewässer der Marschen	≤ 1,85 bis 2,20*

* Einstufung nach Expertenwissen, da Datenlage bisher unzureichend

In der Norm wurden nur die saprobiellen Referenzbereiche dargestellt. Eine typbezogene Klassifikation in Saprobienstufen ist nicht enthalten, da die dazu erforderlichen Festlegungen nicht Gegenstand dieser Methoden-Norm sein können.

Auch bei der Datenauswertung zur Bestimmung des typspezifischen saprobiellen Optimalzustandes (Referenzbereich) wurde davon ausgegangen, dass innerhalb des Geltungsbereichs des Saprobiensystems die Taxa in allen Fließgewässertypen dieselbe saprobielle Valenz besitzen. Die immer wieder in Gesprächen vorgetragene Vermutung, ein und dasselbe Taxon zeige regional unterschiedliche Empfindlichkeit gegen Abwasserbelastung wurde bisher nicht schlüssig bewiesen, ebenso wenig wie die Behauptung, die Organismen hätten sich während der Periode extremer Verunreinigung soweit adaptiert, dass sie inzwischen weniger sensibel reagierten.

Die Liste der Makrosaprobien hat nach wie vor ihren Schwerpunkt im mittleren Saprobiebereich. Dies erklärt sich aus der Tatsache, dass die aquatischen Biozönosen dort die größte Artenvielfalt aufweisen, während zu den Extremen hin die Artenvielfalt generell abnimmt (biozönotische Grundprinzipien, Thienemann [54]).

2.9 Bestimmungsliteratur

Die Erweiterung der Indikatorenlisten wurde nicht zuletzt möglich durch neue taxonomische Bearbeitungen schwieriger Gruppen, die die Trennung der Arten innerhalb einer Gattung erleichtern. Dies trifft vor allem auf die Insekten zu, (siehe unter 2.5). Leider ist es nach wie vor nicht möglich, zumindest für größere Gruppen nur ein einziges Bestimmungswerk anzugeben. Die für die DIN-Arten erschienenen Bestimmungswerke für Makrozoen (Nagel [55], Schmedtje und Kohmann [56] sowie Berger et al. [34] für die Mikrosaprobien sind nicht mehr zureichend, weil die Indikatorenliste wesentlich mehr Taxa umfasst als zu damaliger Zeit. In Anhang C der Norm ist eine Liste der Bestimmungsliteratur aller Indikatororganismen zusammengestellt. Eine umfangreiche, kritische Durchsicht der vorhandenen Bestimmungsliteratur für die Taxa der neuen Liste der Saprobien ist in Vorbereitung. Wertvolle Hilfen für die Bestimmung des Benthos enthält auch die vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft herausgegebene Taxaliste (Mauch et al. [50]).

2.10 Abundanzsumme und Streuungsmaß

Beibehalten wurde die Abundanzsumme als Ausschlusskriterium für die valide Berechnung des Saprobienindex bei zu geringer Artenzahl und Individuendichte. Entsprechend der erheblich vergrößerten Liste der Saprobien wurde sie von 15 auf 20 angehoben.

Wenn die Summe der Abundanzziffern aller Indikatoren einer Untersuchungsstelle kleiner als 20 ist, sind für die Beurteilung des Gewässers für eine valide Beurteilung bezüglich der Saprobie erneute Untersuchungen an einer repräsentativen Probestelle notwendig. Die erforderliche Abundanzsumme wird auch bei sorgfältiger Arbeit mit Makrosaprobien gelegentlich nicht erreicht. Dies trifft insbesondere für Gewässerabschnitte mit extrem besiedlungsfeindlichen Substraten zu, z.B. treibender Sand oder Verockerungen, sehr starke organische Belastung, toxische Einflüsse, kurze Zeit nach Ausbaumaßnahmen oder bei dominantem Auftreten von (nicht eingestuften) Neozoen. Um in diesen Ausnahmefällen dennoch den Saprobienindex verwenden zu können, ist es erforderlich, dass wenigstens ein Makrosaprobier mit mindestens mittlerer Häufigkeit vorhanden ist. Für die Bewertung sind dann unbedingt weitere Kriterien hinzuzuziehen, z. B. Reduktionserscheinungen im Sediment.“ (DIN 38410: 2003)[57].

Ergeben sich bei der Auswertung einer biologischen Gewässeruntersuchung unerwartete oder zunächst nicht erklärbare Ergebnisse, muss eine möglichst zeitnahe Wiederholungsuntersuchung erfolgen.

2.11 Verhältnis Makrosaprobien / Mikrosaprobien

Im Zuge der Novellierung der Norm ist auch das Verhältnis der Ergebnisse der Untersuchung von Makrosaprobien und Mikrosaprobien neu gefasst worden: „Für die weitergehende Auswertung, z.B. zur Bestimmung der Biologischen Gewässergüteklasse, gilt, dass zunächst der Saprobienindex (S) anhand der Makrosaprobien für die Bewertung herangezogen wird und der Mikrosaprobienindex (S_{mi}) nur dann, wenn er für die Gesamtsituation von ausschlaggebender Bedeutung ist, meist bei zu geringer Zahl von Makroorganismen.“ Die einfache Mittelwertbildung entspricht nicht der Norm“ (DIN 38410: 2003) [57].

Zur Begründung wird in der DIN ausgeführt:

„Das Saprobien-system umfasst Indikatoren, die makroskopisch sichtbar (Makrosaprobien) und solche, die nur mikroskopisch erkennbar sind (Mikrosaprobien). Unabhängig von der Größe unterscheiden sich diese in ihrer Lebensdauer. Die Mikrosaprobien besitzen eine kurze Lebensdauer von Tagen bis Wochen. Demgegenüber benötigen die Makrosaprobien eine Entwicklungszeit von Wochen bis hin zu mehreren Jahren, um ihren Lebenszyklus zu vollenden. Außerdem kennzeichnen Makrosaprobien die Wasserbeschaffenheit über eine größere Fläche innerhalb des Gewässers. Die Mikrosaprobien dagegen benötigen nur wenige Quadratdezimeter zu ihrer Entfaltung. Daraus ergeben sich prinzipielle Unterschiede

bezüglich ihres Indikationsschwerpunktes.

Makro- und Mikroaprobien integrieren die Lebensbedingungen an ihrem Standort über die gesamte Zeit ihres Lebenszyklus, deshalb ermöglichen Makrosaprobien eine Aussage über längere Zeit und darin enthaltene ungünstige Phasen der Gewässerbelastung. Mikroaprobien können dagegen innerhalb von Tagen bis wenigen Wochen auf veränderte Wasserbeschaffenheit reagieren. Zusätzlich ist in Betracht zu ziehen, dass in den meisten Fällen kleine bis kleinste Lebensräume (< 5% der Fläche, s. o.) auch bei geringer Belastung mit biologisch leicht abbaubarer Substanz durch Mikroaprobien besiedelt sind, die alleine nicht geeignet sind, die Saprobie des betrachteten Gewässerabschnittes zu charakterisieren. Mit zunehmender Belastung dehnen sich die von Mikroaprobien besiedelten Räume immer mehr aus, bis sie den gesamten betrachteten Gewässerabschnitt umfassen und praktisch keine Makrosaprobien mehr auftreten.

Mikroaprobien sind daher vorzugsweise dann zur Beurteilung der Saprobie heranzuziehen, wenn kritische oder stärkere Belastungen vorliegen. In diesem Fall kann auf Grundlage der Liste der Mikroaprobien ein zusätzlicher Mikroaprobienindex (S_{Mi}) berechnet werden. Für die weitergehende Auswertung des Saprobienindex zur Bewertung der Gewässerbelastung sind Saprobienindex (S) und Mikroaprobienindex (S_{Mi}) entsprechend ihrer Bedeutung für die Gesamtsituation zu berücksichtigen. Die einfache Mittelwertbildung von Saprobienindex und Mikroaprobienindex entspricht nicht dieser Norm.“

Auch die Beachtung von makroskopisch sichtbaren Mikroorganismen wurde deutlicher formuliert und lautet: „Neben den Organismen, die zu den Makrosaprobien gehören, gibt es einige Mikroaprobien, die bei Massenentwicklung mit bloßem Auge sichtbar sind und manchmal sogar flächendeckend auftreten. In diesen Fällen sind sie als Makrosaprobien zu behandeln und werden nicht zur Berechnung des Mikroaprobienindex S_{Mi} herangezogen. Dies sind insbesondere *Sphaerotilus natans* und andere fadenbildende Bakterien, *Beggiatoa* spp., *Leptomitus lacteus*, *Fusarium aquaeductum*, *Carchesium polypinum* und andere peritriche Ciliaten sowie *Stentor* spp.“

3 Qualitätssicherung

Zur formalen Qualitätssicherung werden in der Norm keine Aussagen gemacht. Eine in der Erarbeitung befindliche CEN-Norm wird hierzu nähere Vorgaben machen. Diese europäische Norm ist nach ihrer Verabschiedung in eine nationale Norm zu überführen. Für die Kontrolle der Ergebnisse von biologischen Untersuchungen sind grundsätzlich Plausibilitätsprüfungen vorzunehmen. Elemente der Qualitätssicherung sind:

- Vergleichssammlung
- Belegsammlung
- Vergleichsuntersuchungen
- Taxonomische Genauigkeit
- Standardisierte Untersuchungsprotokolle.

3.1 Vergleichssammlung

Hierbei handelt es sich um eine systematisch geordnete Sammlung von Individuen, insbesondere schwierig zu bestimmender Taxa, zum Vergleich mit Material aus späteren Aufsammlungen, ggf. handelt es sich dabei um Einzelindividuen oder Präparate. Auch Fotos, die entscheidende Bestimmungsmerkmale erkennen lassen, können sehr hilfreich sein. Gegebenenfalls soll die richtige Bestimmung durch Spezialisten bestätigt sein. Die Sammlung dient als Hilfe für weitere Bestimmungen bzw. Nachbestimmungen schwieriger Formen oder als Beleg für einen Neunachweis. Sie ist dringend zu empfehlen. Solche Sammlungen benötigen eine regelmäßige Wartung. Flüssig fixierte Proben sollten doppelt angelegt und einmal pro Jahr auf ihren Flüssigkeitsstand kontrolliert werden. Das Mikrozoobenthos wird nur ausnahmsweise fixiert.

3.2 Belegsammlung

Hierbei handelt es sich um Sammlungen von Organismen, Präparaten oder Fotos, die im Rahmen eines Untersuchungsprogramms als Beweisstücke für die richtige Bestimmung aufbewahrt werden. Die Belegsammlung dient in erster Linie als Nachweis einer Besiedlungssituation zu einer bestimmten Zeit. Sie ist nicht für Routineerhebungen, sondern für Untersuchungen mit spezieller Fragestellung erforderlich (z.B. bei Beweissicherungen oder Untersuchungen zu Ermittlungszwecken, gemäß EG - WRRL, Anhang V Kapitel 1.3.3) und ersetzt nicht die Vergleichssammlung. Die Aufbewahrung der Belegproben dauert bis zum Abschluss des Verfahrens bzw. Klärung der Fragestellung, wenn keine Nachfragen mehr zu erwarten sind. Belege von schwer bestimmbareren oder kritischen Taxa sind generell in einer Sammlung aufzubewahren, auf Dauer ggf. in die Vergleichssammlung zu überführen.

3.3 Vergleichsuntersuchungen

Zur Qualitätssicherung sollen auch Vergleichsuntersuchungen mehrerer Bearbeiter am gleichen Gewässer mit anschließender taxonomischer Bearbeitung vorgesehen werden. Dabei sind sowohl die Überprüfung der Abundanzschätzung als auch die taxonomische Bestimmung des Probenmaterials zu berücksichtigen. Bezüglich des ermittelten Saprobienindex soll die Abweichung vom Mittelwert der Untersuchungen **nicht mehr als 0,2 betragen**.

3.4 Taxonomische Genauigkeit

Für die Überprüfung der taxonomischen Determination ist die aktuelle wissenschaftliche Bestimmungsliteratur heranzuziehen. Der derzeitige Stand ist der DIN-Norm informativ als Anhang D beigefügt. Diese Liste kann als informativer Anhang ohne Änderung der Norm aktualisiert werden.

Die Bestimmung und die Bestimmbarkeit von Taxa ist eine wesentliche Voraussetzung für biologisch - ökologische Arbeiten. Bei manchen Organismengruppen ist zur Bestimmung im Labor die Anfertigung von Präparaten, ggf. auch die Unterstützung durch einen Spezialisten nötig.

Angesichts der großen Bedeutung der Aussagen zur Saprobie sowie generell zum ökologischen Zustand der Gewässer und der daraus abgeleiteten Sanierungsanforderungen sind hohe Anforderungen an die Qualifikation der untersuchenden Biologinnen und Biologen zu stellen. Das wird, wie in vielen anderen Berufsfeldern auch, nur mit ständiger Fortbildung und Qualifizierung auf taxonomischem Gebiet möglich sein.

3.5 Standardisierte Untersuchungsprotokolle

Standardisierte Untersuchungsprotokolle, die für die elektronische Datenverarbeitung eingerichtet sind, werden bereits allgemein verwendet und sind dringend zu empfehlen. Sie sollten neben den biologischen Daten auch allgemeine Daten zur Untersuchung und Probennahme enthalten, vor allem über den Zustand des Gewässers, die Abfluss- und Witterungsbedingungen, die Struktur der Gewässersohle und die Ergebnisse vor Ort gemessener physikalisch-chemischer Kenngrößen.

4 Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der DIN 38410, Teil 2 von 1990

Eine Auswertung von 1900 Untersuchungsergebnissen der Jahre 1986 bis 2001 im niedersächsischen Tiefland erbrachte mit der neuen Taxaliste eine Reduzierung des Ausfalls

der Ergebnisse wegen zu geringer Abundanzsumme von 8 % gegenüber 14 % mit der alten Taxaliste. Hier ist also eine deutliche Verbesserung für die Anwendbarkeit des Saprobienindex eingetreten. Bei den verbliebenen 8% nicht auswertbaren Ergebnissen muss davon ausgegangen werden, dass es sich um biologisch verarmte Fließgewässer handelt, z. B. durch Treibsand oder andere besiedlungsfeindliche Faktoren verursacht. Die validen Berechnungen nach beiden Indikatorenlisten zeigten eine sehr gute Übereinstimmung der Indices. Insoweit ist die Vergleichbarkeit der alten mit neuen Ergebnissen gegeben.

5 Saprobien-System und Wasserrahmenrichtlinie

Seit Dezember 2000 ist die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG - WRRL) [1] in Kraft. Sie setzt für die Untersuchung und Bewertung der Gewässer völlig neue Maßstäbe. Ziel der EG - WRRL ist das Erreichen des guten ökologischen Zustands für natürliche Gewässer und des guten ökologischen Potenzials für künstliche oder erheblich veränderte Gewässer. Bewertet werden die Gewässer vorwiegend aufgrund der Untersuchung und Auswertung biologischer Befunde. Dazu müssen Oberflächengewässer auf ihre Besiedlung durch

- Phytoplankton
- Makrophyten und Phytobenthos
- Benthische wirbellose Fauna
- Fische

untersucht werden.

Physikalisch-chemische und morphologische sowie hydrologische Merkmale gehen in die Bewertung ein, soweit sie Auswirkungen auf die biologischen Komponenten der Gewässerbewertung haben. Das Auftreten einer Reihe von Schadstoffen (Anhang VIII, 1 – 9, IX,X der WRRL), die als toxikologisch bedeutsam eingestuft werden, geht in eine eigene Bewertung des “Chemischen Zustands“ ein.

Die Bewertung muss differenziert nach den Gewässerarten Seen, Flüsse, Übergangs- und Küstengewässer erfolgen. Im Detail sind die Bewertungen für die einzelnen Arten der Gewässer typbezogen vorzunehmen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen der benthischen wirbellosen Fauna (gemeint ist in der WRRL das Makrozoobenthos), sind wie die der anderen biologischen Qualitätskomponenten

heranzuziehen, um eine Ursache für das Nichterreichen des geforderten guten ökologischen Zustands zu erkennen. Dabei ist der durch das Makrozoobenthos indizierte saprobielle Belastungsgrad einer von mehreren bisher entwickelten belastungsspezifischen Indices, wie z.B. der Säurestatus über Phytobenthos bzw. Makrozoobenthos oder die Trophie über Phytoplankton und Makrophytenbesiedlung. Es wird auch nicht ausbleiben können, dass weitere, spezielle Auswerteverfahren notwendig werden. Erste Vorschläge werden z.Zt. in europaweiten Forschungsprojekten entwickelt (Aqem Consortium, in [53]).

Als Folgerung ergibt sich, dass auch das revidierte Saprobiensystem den neuen Anforderungen, insbesondere der gewässertypbezogenen Referenzierung, genügen muss. Daher ist die jetzt vorgelegte Novellierung ein wichtiger Schritt im Zuge der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie.

Es wird aber auch künftig aus anderen Gründen nach der saprobiellen Belastung gefragt werden, zum Beispiel, um nach Sanierungsmaßnahmen den erzielten Erfolg zu belegen. Hinzuweisen ist noch darauf, dass der Befund einer einzelnen Untersuchung des Makrozoobenthos für die Auswertung nach verschiedenen Metriks herangezogen werden kann.

Das Saprobiensystem beinhaltet auch weiterhin Mikrosaprobien, die bei Vorliegen bestimmter Umweltbedingungen und Fragestellungen gesondert zu untersuchen sind (s.o.), um Aussagen zur Saprobie eines Fließgewässers zu ermöglichen.

Danksagung

Unser besonderer Dankt gilt den Biologinnen und Biologen beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (NLWK) für die Bereitstellung ihrer Untersuchungsbefunde, den Kolleginnen und Kollegen des DIN- AK und den Gutachtern für ihre förderliche Kritik am Manuskript.

Darüber hinaus wurden viele Fachleute und Spezialisten für einzelne Tiergruppen um Rat gefragt, die nicht alle namentlich aufgeführt werden können. Ihnen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Literaturverzeichnis

[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 (Wasserrahmenrichtlinie - WRRL). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000

- [2] Kolkwitz, R., Marsson, M. (1902): Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. kgl. Prüfanstalt Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung. Berlin Dahlem **1**, 33-72 (1902)
- [3] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - LAWA (Ed.) : Die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland. 16 S. 1 Karte, Mainz (1976)
- [4] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (Ed) Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland – Biologische Gewässergütekarte 2000. 60 S. 1 Karte, 3 Farbfolien, Kulturbuchverlag Berlin (2002a)
- [5] Wasserhaushaltsgesetz (WHG): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes. () 4. Novelle vom 16.10.1976, BGBl S. 3017 (1976)
- [6] Landesumweltamt NRW - LUA (Ed.): Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen, Kartieranleitung – Merkblätter **14**, Essen (1998)
- [7] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - LAWA (Ed.): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland, Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer, Empfehlungen, Kulturbuchverlag Berlin (2000)
- [8] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - LAWA (Ed.) Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland – Gewässerstruktur in der Bundesrepublik Deutschland, 28 S., 1 Karte, Kulturbuchverlag Berlin (2002b)
- [9] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - LAWA (Ed.): Methode zur Klassifikation der Trophie planktonführender Fließgewässer - Ergebnisse der Erprobungsphase, Abschlußbericht. Unveröff. Bericht, Saarbrücken (2001)
- [10] Coring, E., Hamm, A., Schneider, S.: Durchgehendes Trophiesystem auf der Grundlage der Trophieindikation mit Kieselalgen. - DVWK Mitteilungen **6/1999** (1999). Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Bonn, (1999)
- [11] Mauch, E.: Kartierung der Trophie von Fließgewässern in Bayern - Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie, **51**, 412-434 (1998)
- [12] Braukmann, U.: Säuregrad – Indikation mit Hilfe des Makrozoobenthos. In: von Tümpling, W., Friedrich, G. (Hrsg.): Methoden der Biologischen Gewässeruntersuchung. 286–298, Gustav Fischer Verlag, Jena (1999)
- [13] Coring, E.: Säuregrad – Indikation mit Hilfe von Diatomeen. In: von Tümpling, W., Friedrich, G. (Hrsg.): Methoden der Biologischen Gewässeruntersuchung.. 298–304, Gustav Fischer Verlag, Jena (1999)
- [14] Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Flüsse und Seen in Bayern – Gewässer-Qualität 2001. 49 S., 8 Karten, München (2002)

- [15] Mehl, D., Thiele, V.: Fließgewässer- und Talraumtypen des Norddeutschen Tieflandes. 261 S., 305 Abb., 48 Tab., 9 Karten, Parey Berlin (1998)
- [16] Sommerhäuser, M., Schuhmacher, M.: Handbuch der Fließgewässer Norddeutschlands. Typologie, Bewertung, Management. Atlas für die limnologische Praxis. - Landsberg (Ecomed): 322 S. (2003)
- [17] Gründler, B., Michels, U. : Möglichkeiten und Grenzen einer saprobiologischen Bewertung von Fließgewässern im Flachland am Beispiel ausgewählter Gewässer in Brandenburg. Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Tagungsbericht 1996 (Schwedt), 655-659 (1997)
- [18] Schönfelder, J.: Vorschläge für eine Revision der DIN 38410 – Ermittlung des Saprobienindex auf der Basis praktischer Erfahrungen bei der Bewertung der Güte von Fließgewässern im Land Brandenburg - Untersuchungsbericht für das Landesumweltamt Brandenburg, 28 S., Seddin (1998)
- [19] Bernerth, H.: Kritische Anmerkungen zur Auswahl der in DIN 38410 als Indikatoren zusammengefassten Mikroorganismen. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) Tagungsbericht 1997 (Frankfurt), 671–675, Krefeld (1998)
- [20] Blatterer, H.: Verbessertes Verfahren zur Berechnung des Saprobienindex mittels Ciliaten (Ciliophora, Protozoa). *Lauterbornia* **20**, 23-36, Dinkelscherben (1995)
- [21] Krieg, H.- J.: Kritische Bemerkungen zur DIN 38410 – Teil 2 (M2) im allgemeinen sowie zur Liste der Makroorganismen im besonderen .– *GWF Wasser-Abwasser* **138**, 22–27 (1997)
- [22] Marten, M.: Das Makrozoobenthos der oberen Donau - Arteninventar, Erfassungsstand, Längszonierung und saprobiologische Auswertungen. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) Tagungsbericht 1995 (Berlin), 582 – 586, Krefeld (1996)
- [23] Friedrich, G.: Eine Revision des Saprobien-systems - *Z. Wasser- Abwasser- forsch.* **23**, 141–152 (1990)
- [24] Briem, E.: Gewässerlandschaften der Bundesrepublik Deutschland. ATV – DVWK Arbeitsbericht (2003)
- [25] Schmedtje, U, Sommerhäuser, M., Braukmann, U., Briem, E., Haase, P., Hering, D. : Top down - bottom up- Konzept einer biozönotisch begründeten Fließgewässertypologie Deutschlands. - Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2000 (Magdeburg). 147-151, Tutzing (2001)

- [26] DIN EN ISO 9391: Wasserbeschaffenheit – Probenahme von Makroinvertebraten aus tiefen Gewässern – Richtlinie für die Nutzung von Aufwuchsträgern sowie qualitativen und quantitativen Probenahmegeräten (ISO 9391: 1993) (1995)
- [27] DIN EN 28265: Wasserbeschaffenheit - Probenahmegeräte für die quantitative Erfassung benthischer Makro-Invertebraten auf steinigem Substraten in flachem Süßwasser (ISO 8265:1988) (1994)
- [28] DIN EN ISO 5667 – 3 : Wasserbeschaffenheit – Probenahme Teil 3 – Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Proben (EN ISO 5667 – 3: 1994) (1995)
- [29] DIN EN 27828: Wasserbeschaffenheit - Probenahme für biologische Untersuchungen – Anleitung zur Probenahme aquatischer, benthischer Makro-Invertebraten mit dem Handnetz (ISO 7828: 1985) (1994)
- [30] DIN EN ISO 8689-1: Wasserbeschaffenheit - Biologische Klassifikation von Flüssen - Teil 1: Richtlinie zur Interpretation von biologischen Beschaffenheitsdaten aus Untersuchungen von benthischen Makroinvertebraten von Fließgewässern (ISO 8689-1: 2000) (2000)
- [31] DIN EN ISO 8689-2 : Wasserbeschaffenheit – Biologische Klassifikation von Flüssen - Teil 2: Richtlinie zur Darstellung von biologischen Beschaffenheitsdaten aus Untersuchungen von benthischen Makroinvertebraten in Fließgewässern (ISO 8689-2: 2000) (2000)
- [32] Mauch, E., Wittling, Th.: Abundanzschätzung bei der biologischen Gewässeranalyse – Möglichkeiten und Grenzen. *Limnologica* **24,2**,147/151 (1994)
- [33] Marten, M.: Möglichkeiten und Grenzen der Beschreibung und Bewertung der Abweichung des aktuellen Zustandes vom gewässerökologischen Leitbild am Beispiel des Makrozoobenthos- Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 1997 (Frankfurt/M) S. 695 – 699, Krefeld (1998)
- [34] Berger, H., Foissner, W. Kohmann, F.: Bestimmung und Ökologie der Mikrosaprobien nach DIN 387410. Gustav Fischer, 291 S. Jena (1997)
- [35] Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H., Kohmann, F. : Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. Bd. I: Cytrophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea.- Inform. – Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft **1/91**, 478 S., München (1991)
- [36] Buitkamp, U.: Ökologische Untersuchungen an vagilen Ciliaten des Aufwuchses überwiegend mäßig belasteter Fließgewässer Nordrhein-Westfalens (Deutschland). *Limnologica* **27/3-4**, 349-363, Jena (1997)
- [37] Foissner, W., Berger, H. Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. Bd. II: Peritrichia, Odontostomatida. Inform. – Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft **1/91**, 478 S., München (1992)

- [38] Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F.: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Bd. III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. Inform. – Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft **1/94**, 548 S. München (1994)
- [39] Bauernfeind, E., Humpesch, U. H.: Die Eintagsfliegen Mitteleuropas (Insecta: Ephemeroptera), Bestimmung und Ökologie. Verlag des Naturhistorischen Museums, 239 S., Wien (2001)
- [40] Heidemann, H., Seidenbusch R.: Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs. – Verl. Bauer, 391 S., Keltern (1993)
- [41] Drost, M. B. P., Cuppen, H. P. J. J, van Nieuwerkerken, E. J., Schweijer, M.: De Waterkevers van Nederland. – Uitgeverij K. N. N. V., 280 S., Utrecht (1992)
- [42] Waringer, J., Graf, W.: Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven. Facultas - Univ.-Verl., 286 S., Wien (1997)
- [43] Pitsch, T.: Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließgewässer-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera). Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung, TU Berlin, Sonderheft S 8, 316 S., Berlin (1993)
- [44] Moller Pillot, H. K. M.: De Larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera), 1 A (Inleiding, Tanypodinae, Chironomini). Nederlandse Faunistische Mededelingen, Centraal Bureau Nederland van de European Invertebrate Survey, 277 S., Leiden (1984a)
- [45] Moller Pillot, H. K. M.: De Larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera), 1 B (Orthoclaadiinae). Nederlandse Faunistische Mededelingen, Centraal Bureau Nederland van de European Invertebrate Survey, 175 S., Leiden (1984b)
- [46] Van Vondel, B., Dettner, K.: Insecta: Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Hygrobiidae. In: Brauer, A, Zwick, P. Schwoerbel, J. (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Bd. 20, Fischer, 147 S., Stuttgart (1997)
- [47] Friedrich, G. : Saprobiensystem – In: v. Tümpling, W., Friedrich, G. (Hrsg.): Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung Bd. 2 , Biologische Gewässeruntersuchung S. 270 – 286, Gustav Fischer, Jena (1999)
- [48] Bundesnaturschutzgesetz: Gesetz zur Neuregelung des Naturschutzes und der Landschaftspflege und zur Anpassung anderer Rechtsvorschriften (BnatSchGNeuregG) vom 25.3.2002, BGBl. I S. 1193 (2002)
- [49] Böhmer, J., Rawer-Jost, C., Kappus, B.: Ökologische Fließgewässerbewertung. Biologische Grundlagen und Verfahren-Schwerpunkt Makrozoobenthos. – In: Steinberg, C., Bernhardt, H., Klapper, H. (Hrsg.): Handbuch Angewandte Limnologie **8**. Erg. Lfg. 12/99 VIII-7. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg am Lech (1999)

- [50] Mauch, E., Schmedtje, U., Maetze, A., Fischer, F.: Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. – Inform. – Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft **1/03**, 388 S., München (2003)
- [51] Braukmann, U.: Zoozöologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie.- Erg. Limnol. **26**: 355 S. E.Schweizerbart, Stuttgart
- [52] Pauls, St., Feld, C. K., Sommerhäuser, M. , Hering, D. (2002): Neue Konzepte zur Bewertung von Tieflandbächen und – flüssen nach Vorgaben der EU – Wasserrahmenrichtlinie. Wasser und Boden **54(7+8)**, S. 70-77 (1987)
- [53] Rolauffs, P., Hering, D. Sommerhäuser, M., Rödiger, S., Jähmig, S.: Entwicklung eines leitbildorientierten Saprobienindex für die biologische Fließgewässerbewertung. UBA – Texte **11/03** (2003)
- [54] Thienemann, A.: Grundzüge einer allgemeinen Ökologie, Arch. Hydrobiol. **35**, 267 – 285 (1939)
- [55] Nagel, P.: Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien.- 183 S., Gustav Fischer, Stuttgart – New York (1989)
- [56] Schmedtje, U., Kohmann, F.: Bestimmungsschlüssel für die Saprobien- DIN-Arten (Makroorganismen). – Informationsberichte Heft 2/88, 1-274, (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft) München (1992)
- [57] DIN 38410:: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M) – Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern (M 1), Beuth- Verlag Berlin (2004)