Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 22 (1965)

Heft: 4

Artikel: Hydrobiologische Prüfungsmethoden

Autor: Liebmann, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-782848

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Gewässerschutz und Lufthygiene

Redaktioneller Teil der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL)
Allgemeines Redaktions-Sekretariat: Dr. H. E. Vogel, Kürbergstrasse 19 8049 Zürich Tel. (051) 44 56 78

628.312.3

Hydrobiologische Prüfungsmethoden

Von Professor Dr. H. Liebmann, Vorstand der Bayrischen Biologischen Versuchsanstalt München, und Regierungschemierat Dr. K. Reimann

Die folgenden Ausführungen sollen sich speziell mit dem Thema befassen: «Das Wassergütesystem und die Saprobien».

Eine sachgemässe Probeentnahme ist entscheidend für den Wert einer biologischen Analyse. Es ist erforderlich, vor der Probeentnahme die vielen örtlichen Faktoren zu erkennen, welche die Entnahme beeinflussen können. Deshalb muss die zu untersuchende Strecke eines Vorfluters vor der Probeentnahme abgegangen werden. Die Zeit der Probeentnahme ist so zu wählen, dass möglichst lange Zeit vorher beständige Witterungsverhältnisse geherrscht haben, d.h. dass insbesondere keine Hochwässer unmittelbar vor der Probeentnahme vorhanden waren.

Verschiedene Jahreszeiten bedingen die Anwesenheit verschiedener Organismen im Vorfluter. Von besonderer Bedeutung ist die Erfassung der Biozönosen zu der für den Vorfluter ungünstigsten Zeit, d. i. in der Regel die Periode des spätsommerlichen bis frühherbstlichen Niederwassers. Für einen mitteleuropäischen See mit mehr als 20 m Wassertiefe und mit Ausbildung einer Sprungschicht (Metalimnion) ist die Probeentnahme im Hochsommer zweckmässig. Es sind mit den geeigneten Geräten getrennt zu entnehmen

1. das Seston (Plankton mit unbelebten Schwebestoffen),
2. der Uferbewuchs (Litoral),
3. Bodenorganismen (Profundal).

Der Wert der biologischen Wasseranalyse hängt davon ab, dass möglichst rasch nach der Probeentnahme untersucht wird. Deshalb sind mikroskopische Untersuchungen an Ort und Stelle und die Mitnahme eines geeigneten Reisemikroskopes unerlässliche Voraussetzungen. Das Milieu kann sich im Sommer schon innerhalb von wenigen Stunden verändern. Die Mikroorganismen reagieren auf solche Umweltveränderungen sehr rasch. Es ist deshalb wertlos, unfixierte Proben erst nach Tagen zu untersuchen. Gerade bei der in einem Gutachten oft entscheidenden Festlegung der Güteklassen IV, III bis II (poly- oder α- bis β-mesosaprob) können schwerwiegende Fehlschlüsse gezogen werden, wenn unfixierte Proben nicht bald nach der Entnahme untersucht werden. Innerhalb einer Zeit von zwölf Stunden nach der Probeentnahme muss ein Teil der Organismen (Mikroorganismen) sofort bestimmt werden, während bei anderen Pflanzen und Tieren eine orientierende Untersuchung im unfixierten Zustand an Ort und Stelle genügt, danach eine Fixierung und später ein genaueres Studium im Laboratorium erfolgen kann. Alle unfixierten Pflanzen und Tiere müssen in dem Wasser untersucht werden, in dem sie bei der Probeentnahme gefunden wurden. Es ist falsch, biologische Proben nach der Entnahme sofort zu fixieren; denn die allermeisten Mikroorganismen, die als Indikatoren der Güteklassen IV und III von Bedeutung sind, sind im fixierten Zustand nicht mehr bestimmbar. Durch die Fixierung mit Formalin erzielt man unbewusst eine Organismenauswahl, da nur bestimmte Organismengruppen die grobe Formolfixierung überstehen. «Aber nur Lebensgemeinschaften und nicht einzelne Pflanzen oder Tiere sind für die biologische Auswertung eines Wassers verwertbar» (Liebmann, 1947).

In der Regel genügen für die Praxis qualitative biologische Auswertungen. Quantitative Untersuchungen sind besonders beim Auftreten sogenannter Wasserblüten erforderlich. Bewährt hat sich die Sedimentierung bzw. Filtration geschöpfter und mit einem Fixierungsmittel versetzter Proben. Die mit Jod-Jodkalium als Fixierungsmittel bis zur weingelben Färbung versetzten Wasserproben werden in Planktonkammern gefällt und nach dem innerhalb einiger Stunden erfolgten Absetzen mit dem Umkehrmikroskop nach Utermöhl ausgezählt.

Die Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren stellen sich im Vorfluter auf einen chemischen und physikalischen Durchschnittswert ein. Sie haben damit einen echten Aussagewert über die Beschaffenheit des über sie während längerer Zeit hinweggeflossenen Wassers. Aus diesem Grunde ist für die biologische Untersuchung im Gegensatz zur chemischen die direkte Erfassung und Abwasserwelle nicht erforderlich. Aus diesem Grunde kommt der Biologe auch schon durch wenige Untersuchungen zu einem Durchschnittswert, während der Chemiker wiederholte Probeentnahmen vornehmen muss. Deshalb ist auch die biologische Wasseranalyse billiger als die chemische.

Mit Hilfe der biologischen Analyse kann wohl nachgewiesen werden, dass ein Abwasser für Organismen schädliche Stoffe enthält, nicht aber welcher Art diese Stoffe sind. Nur für wenige Substanzen existieren biologische Indikatoren, so dass im allgemeinen an der chemischen Analyse die Zusammensetzung der schädigenden Stoffe nachgewiesen werden kann. Die biologische Analyse kann nicht genaue Zahlenwerte für die Menge der einzelnen Substanzen liefern; denn ein Organismus reagiert nie unter bestimmten Bedingungen stets in der gleichen Weise. Auf Grund langjähriger Beobachtungen, wie sie erst von Kolkwitz und Marsson (1908/1909) und später von Liebmann (1947, 1951, 1962) gemacht worden sind, treten bei Verunreinigungen des Wassers mit organischen fäulnisfähigen Substanzen bestimmte Lebensgemeinschaften (Biozönosen) auf. Je nach dem Grad der Verschmutzung eines Gewässers mit biologisch angreifbaren Substanzen treten besondere

Leitorganismen auf. Diese unterscheiden sich durch ökologische Bedingungen gegenüber anderen Formen, die nicht für eine bestimmte Phase des Abbaues der organischen Substanz typisch sind. Es werden zwar durch die Verschmutzung die Lebensbedingungen der Organismen nach ganz verschiedenen Richtungen hin verändert, es sind aber doch nur wenige Faktoren, die ausschlaggebend für die zonale Verteilung gewisser Pflanzen und Tiere sind. Die wichtigsten dieser Faktoren sind

1. Änderung der Sauerstoffverhältnisse durch die Abbauvorgänge der organischen Substanz,
2. Änderung der chemischen Beschaffenheit des Wassers durch Bildung von sogenannten Fäulnisstoffen, und schliesslich
3. Änderungen in der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften, bedingt durch die veränderten Lebensbedingungen und einer dadurch gegebenen Verschiebung des biologischen Gleichgewichtes.

Es sind deshalb die Biozönosen bezüglich ihrer Verteilung auf die einzelnen Wassergüteklassen nicht nur von einem einzelnen Faktor, z.B. dem Sauerstoff, abhängig, sondern vielmehr wirken eine ganze Reihe verschiedener Faktoren massgebend auf die Biozönose ein.

Es erscheint müssig darüber zu streiten, ob die von Kolkwitz und Marsson ursprünglich als Saprobien bezeichneten Organismen im strengen Sinne Bewohner der Fäulnis sind. Wenn man unter Fäulnis von Potonié (1910) die Zersetzung von organischem Material in Gegenwart von Wasser bei vollständigem Sauerstoffmangel versteht, stimmt die Bezeichnung Saprobien selbstverständlich nicht. Es ist aber dem in der Praxis tätigen Abwasserbiologen längst als Tatsache bekannt, dass entsprechend dem stufenweisen Abbau der organischen Substanz bestimmte Biozönosen auftreten. Wenn man an der Bezeichnung Saprobien (sapros = Zersetzung, bios = Leben) Anstoss nimmt, kann man zukünftig statt von Saprobien auch von Pelobien sprechen, wobei pelos = Schmutz und bios = Leben bedeuten. Auf jeden Fall ist bei der biologischen Analyse nicht der Wert auf die einzelne Leitform, sondern auf die Biozönose zu legen. Das Vorkommen oder Fehlen einer Leitform kann auf die Wirkung eines Teilfaktors der Verunreinigung zurückzuführen sein, während die Veränderung der Biozönose ein klares Bild von der räumlichen Ausbreitung der Verunreinigung gibt. Die für die einzelnen Abbaustufen der von Organismen angreifbaren organischen Substanz charakteristischen Biozönosen setzten sich aus Mikro- und Makroorganismen zusammen. Eine biologische Auswertung lediglich auf Grund der makroskopisch sichtbaren Organismen stellt deshalb einen Kunstfehler dar. Die für die einzelnen Güteklassen charakteristischen Lebensgemeinschaften sind bei den Pflanzen zu $^4/_5$ und bei den Tieren zu $^3/_5$ Mikroorganismen. In den Zonen starker Verschmutzung überwiegen die Mikroorganismen. In der Praxis ist aber die Feststellung dieser Zonen starker Verunreinigung von besonderer Bedeutung. Wie Liebmann (1947) ausführt, reagiert ein Organismus auf die chemische Beschaffenheit eines Wassers um so schärfer, je einfacher er organisiert und je kleiner er ist, d.h. je weniger Volumen und je mehr Oberfläche er besitzt und je ungeschützter seine Oberfläche gegenüber Einflüssen des ihn umgebenden Mediums ist. Es sind in der biologischen Wasseranalyse, um mit Kolkwitz und Marsson (1908/1909) zu reden, von den Bakterien und Protozoen bis stufenweise hinauf zu den Vertretern der höheren Flora und Fauna alle möglichen Grade der Reaktionsgeschwindigkeit auf Veränderungen in der Beschaffenheit des Wassers vorhanden. Die verschiedenen Organismengruppen verhalten sich wie verschieden empfindlich eingestellte Registrierapparate. Je nachdem, ob man eine erst kürzlich oder schon vor längerer Zeit erfolgte Verunreinigung feststellen will, wird man einmal niedere, das andere Mal höhere Organismen bei der biologischen Gesamtbeurteilung stärker heranziehen. Nach der Revision des Saprobiensystems durch Liebmann (1951, 1962) ist es zukünftig erforderlich, die laufend bekanntwerdenden ökologischen Untersuchungen zu weiteren Revisionen des Systems zu benutzen, mit dem Ziel, die für die einzelnen Lebensgemeinschaften typischen Organismen an Zahl zu reduzieren. Arbeiten zur physiologischen Begründung des Wassergütesystems sind vordringlich. Bei diesen Arbeiten wird u.a. besonders auf den Faktor der Strömung zu achten sein. So notwendig diese physiologischen Untersuchungen einerseits sind, so darf andererseits dabei nicht vergessen werden, dass sich diese sehr aufwendigen Untersuchungen über Jahrzehnte erstrecken werden. Solange kann der in der praktischen Wasserwirtschaft tätige Abwasserbiologe aber nicht warten. Unsere in Jahrzehnten gesammelten Erfahrungen auf Grund unserer momentanen Erkenntnisse über die biologische Wasseranalyse zeigen, dass diese schon heute bei allen Mängeln, die einer solchen biologischen Methode anhaften müssen, in der Praxis der Wasserwirtschaft unentbehrlich sind.

In diesem Zusammenhang darf nicht vergessen werden, dass bei der biologischen Beurteilung mit Hilfe der Biozönosen nicht nur der Vorfluter, sondern auch die biologische Kläranlage mit denselben Biozönosen beurteilt werden muss. Es ist erforderlich, die in biologischen Kläranlagen auftretenden Organismen als biologische Indikatoren für die Abbauleistung einer biologischen Kläranlage genauso zu verwenden wie für die Beurteilung der Selbstreinigung in einem Vorfluter.

Bei der Auswertung von biologischen Wasseruntersuchungen kann nicht eindringlich genug darauf hingewiesen werden, dass biologische Prozesse nie mathematisch exakt erfasst werden können. Eine exakte Erfassung in Zahlen ist wohl bei physikalischen und chemischen, nicht aber bei biologischen Wasseruntersuchungen möglich. Man leistet weder der Biologie noch der Wasserwirtschaft einen Dienst, wenn man versucht, die nicht vorauszuberechnende Mannigfaltigkeit einer Lebensgemeinschaft in Zahlen bzw. in Formeln auszudrücken. Da die Wasseranalyse im allgemeinen, also auch die biologische Analyse, in der wasserwirtschaftlichen Praxis vom Standpunkt der Wassernutzung durchgeführt wird, empfehlen wir zukünftig, besser

nicht von einem Saprobiensystem, sondern von einem Wassergütesystem zu sprechen. Dieses System umfasst vier Wassergüteklassen.

Die Biozönose der Wassergüteklasse I ist die Reinwasserzone und biologisch gekennzeichnet durch das Absinken der Keimzahl unter 100 Keime je ml. Bakterienfresser treten in dieser Zone deshalb zurück. Nur wenige Protozoen sind für diese Güteklasse charakteristisch. Typisch ist das Vorkommen einer grösseren Zahl von Insektenlarven. Chemisch definiert ist diese Güteklasse die Stufe der vollendeten Oxidation bzw. Mineralisation. Die organische Substanz wird abgebaut, alle mehr oder weniger stürmisch verlaufenden Zersetzungsprozesse sind abgeklungen, der Schlamm ist praktisch vollkommen oxidiert.

Die Biozönosen der Wassergüteklasse II sind biologisch gekennzeichnet durch ein Absinken der Keimzahl unter 10 000 je ml Wasser. Typisch für diese Güteklasse ist die Mannigfaltigkeit an Kiesel-, Grün- und Jochalgen. Letztere haben in dieser Zone ihre Hauptverbreitung. Höhere Wasserpflanzen können in dieser Zone weit verbreitet sein. Unter den Protozoen haben in dieser Zone die Dinoflagellaten ihre Hauptverbreitung. Schalentiere und Insektenlarven sind weit verbreitet. Chemisch definiert ist diese Güteklasse durch den Prozess der fortschreitenden Oxidation bzw. Mineralisation. Die Sauerstoffzehrung ist weit unter 50 %.

Die Biozönosen der Wassergüteklasse III sind biologisch gekennzeichnet durch die Zahl der auf Nährgelatine sich entwickelnden Wasserkeime, die normalerweise weniger als 100 000 je ml beträgt. In dieser Zone kommen von den Pflanzen bereits Blau-, Grün-, Joch- und Kieselalgen sowie einige höhere Pflanzen vor. Bei den Tieren nimmt neben den überwiegenden Bakterienfressern die Zahl der räuberisch lebenden Formen zu. Viele Mikroorganismen neigen zur Massenentwicklung (Wasserblüten). In dieser Zone fehlen von den Tieren die meisten Dinoflagellaten, die Schwämme. Es treten nur wenige Arten von Schalentieren, Krebsen und Insektenlarven auf. Chemisch definiert wird diese Region durch stürmisch einsetzende Oxidationsprozesse. Der Sauerstoffgehalt des Wassers kann durch Massenentwicklung chlorophyllhaltiger Organismen möglich sein. Die Sauerstoffzehrung beträgt in der Regel aber noch über 50 %.

Die Biozönosen der Wassergüteklasse IV sind gekennzeichnet durch Massenentwicklung von Bakterien. Es können in Nährgelatine mehr als 1 Million Keime je Kubikzentimeter Wasser vorhanden sein. Den extremen Lebensbedingungen dieser Zone hat sich nur eine geringe Zahl von Organismen angepasst. Es treten deshalb nur wenige Arten, diese aber meist in sehr hoher Zahl, auf. Fast sämtliche Vertreter der Flora und Fauna sind Mikroorganismen. Die Protozoenvertreter sind fast ausnahmslos Bakterienfresser. In dieser Zone fehlen die Kiesel-, Grün- und Jochalgen und alle höheren Pflanzen. Ebenfalls fehlen Schalentiere und Krebse. Chemisch definiert ist diese Zone durch das starke Auftreten von Fäulnisprozessen. Sauerstoff ist entweder gar nicht oder nur in Spuren vorhanden. Die Sauerstoffzehrung ist ausserordentlich hoch. Schwefelwasserstoffbildung kann vorhanden sein.

Um zu vermeiden, dass sich der Nichtbiologe mit seitenlangen Organismenlisten abplagen muss, in denen die Auswertung der biologischen Untersuchungsbefunde zusammengestellt ist, liegt der Gedanke einer bildlichen Darstellung der Wassergütekartierung nahe. Liebmann hat 1953 in vierfarbigen Karten zum erstenmal ein solches biologisches Gütebild veröffentlicht mit einer Kartierung des gesamten Mains. Angeregt durch diese Untersuchungen sind in der Zwischenzeit von verschiedenen in- und ausländischen Untersuchern weitere Vorschläge zur Auswertung der biologischen Wassergütekartierung gemacht worden.

Ehe diese Kartierungsmethode beschrieben wird, sei im folgenden eine Übersicht der biologisch-ökologischen Verfahren und der damit öfter gekoppelten chemischen Verfahren zur Darstellung der Wassergüte gegeben. Diese Übersicht hat mein Mitarbeiter, Herr Dr. Reimann, dankenswerterweise zusammengestellt.

Es bedeuten:

I Verwendetes Saprobiensystem
II Anzahl der Saprobienstufen bzw. Güteklassen
III Verwendete Organismen
IV Häufigkeitsbewertung
V Art der Auswertung
VI Art der Darstellung

Kolkwitz-Marsson

I Eigenes System
II 4
III Makro- und Mikroformen
IV —
V Subjektiv nach eigener Erfahrung
VI —

Liebmann

I Revidiertes Saprobiensystem nach Kolkwitz-Marsson
II 4
III Makro- und Mikroformen
IV Makro: vereinzelt (ver)
mässig zahlreich (mz)
zahlreich (z)
Mikro: pro 100 Sichtfelder bei Obj. 3, Okular 6 ×:
$\leqslant$ 1 Individuum in jedem Feld = vereinzelt = v
1–4 Individuen in jedem Feld = 1–2–3–4
$\geqslant$ 4 Individuen in jedem Feld = 4 m
V Subjektiv
VI Gütekarten in 4-Farben-System (blau = Güteklasse I, grün = II, gelb = III, rot = IV) mit 3 Zwischenstufen (senkrechte Schraffierung mit abwechselnder Farbgebung der jeweils darüber- und daruntergelegenen Gütefarbe)

Knöpp

a) «Relative Güte bzw. Belastung»
I Kolkwitz-Marsson

II 4
III Makroorganismen
IV 3 Hauptstufen: 2 = wenig, 4 = mittel, 6 = viel + 4 Zwischenstufen: 1 = Einzelfunde, 3 = wenig bis mittel, 5 = mittel bis viel, 7 = massenhaft
V Addition der Werte aus (Organismenart × Häufigkeit) für jede Güteklasse einzeln (Indikatoreinheiten)
VI Koordinatensystem,
$o - + \beta$ – Formen über der Abszisse
$\alpha - + p$ – Formen unter der Abszisse
jeweils geradlinige Verbindung der Messpunkte (Abszisse Fluss-km)

b) «Biologisch wirksame Belastung»
I–IV wie oben
V $\dfrac{\Sigma (p + a)}{\Sigma (p + a + \beta + o)}$ in %
VI Kurve im Koordinatensystem (Abszisse km, Ordinate 0–100 %)

Kothé («Artenfehlbetrag»)
I Kolkwitz-Marsson
II 4
III Makroorganismen
IV —
V Voraussetzung ist die Auffindung eines «Artenstandards» = Grundzustand des unbelasteten oder von früheren Belastungen gereinigten Gewässers = Bezugswert. Dieser ist gegeben durch die Höhe der Artendichte an einer beliebigen, jedoch für den gesamten zu untersuchenden Gewässerabschnitt allgemein vergleichbaren Probenahmestelle ausserhalb der Belastungsstrecke

$$x\% = \frac{(A_1 - A) \cdot 100}{A_1}$$

A_1 = Anzahl der Arten an der als Bezugsbasis dienenden Probestelle
A = Anzahl der Arten an unterhalb liegenden Probestellen
VI Kurven in einfachem Koordinatensystem (Abszisse Fluss-km)

Pantle und Buck
I Z.T. eigene Einstufungen und nach Kolkwitz-Marsson
II 4; Abgrenzungen: Index 1,0–1,5 = 0
Index 1,5–2,5 = β
Index 2,5–3,5 = α
Index 3,5–4,0 = p
III Makro- und Mikroformen
IV 3; vereinzelt = Bewertungszahl 1
häufig = Bewertungszahl 3
zahlreich = Bewertungszahl 5
V Für jede Form wird die Häufigkeitszahl notiert; diese werden am Ende je Saprobitätsstufe addiert. Mikro- wie Makroformen sollen getrennt berechnet werden.

$$\frac{0\text{–}\% \cdot 1 + \beta\text{–}\% \cdot 2 + \alpha\text{–}\% - 3 + p\text{–}\% \cdot 4}{100} = \text{Saprobienindex (quantitativer Index)}$$

$$\left[\text{entwickelt aus: Saprobienindex} = \frac{\Sigma (h \cdot s)}{\Sigma h} \text{ (qualitativer Index)} \quad (h = \text{Häufigkeitswert};\ s = \text{Saprobienstufe})\right]$$

Beispiel:

Güteklasse IV	Sphaerotilus Häufigkeit	3	Summe 4 = 12 %
	Beggiatoa Häufigkeit	1	
Güteklasse III	Nitzschia palea Häufigk.	5	Summe 14 = 42 %
	Anthophysa Häufigkeit	3	
	Stentor roeseli Häufigk.	1	
	Paramecium caudatum Häufigkeit	5	
Güteklasse II	Melosira Häufigkeit	5	Summe 13 = 39 %
	Diatoma Häufigkeit	3	
	Coleps hirtus Häufigkeit	3	
	Scenedesmus Häufigkeit	1	
	Synura Häufigkeit	1	
Güteklasse I	Tabellaria Häufigkeit	1	Summe 2 = 7 %
	Dileptus anser Häufigk.	1	
	Addition	33	= 100 %

$$\frac{12 \cdot 4 + 42 \cdot 3 + 39 \cdot 2 + 7 \cdot 1}{100} = 2{,}59$$

VI Kurven im Koordinatensystem (Abszisse Fluss-km, Ordinate)
Saprobienindices nach II
Geographische Karten, auf denen die Vorfluter mit 6 Farben entsprechend der Wassergüte überdeckt werden.

Breitig
(Vorschlag einer Einheitsmethodik zur biologischen Untersuchung von Fliessgewässern; Mitt. Inst. für Wasserwirtschaft 12. Mitt.)
I «bis zur Vorlage eines überarbeiteten und ergänzten Systems nach Liebmann»
II katharob k–; Wert: (nicht mit einem Zahlenwert belegt)
o–; Wert: 1
β–; Wert: 2
α–; Wert: 3
p–; Wert: 4
hypersaprob hy Wert: (nicht mit einem Zahlenwert belegt)
III Makro- und Mikroformen

		Symbol		
IV allgemein-	Einzelfund	+	Häufigkeit	2–1
	selten	○		2
	mehrfach	◔		3
	häufig	◑		5
	sehr häufig	◕		7
	massenhaft	⊙		9

oder besser exakte Zählungen:

a) Makrofauna: Individuen-pro 0,1 m²

1–3	Häufigkeitswert	1
4–10	Häufigkeitswert	2
10–50	Häufigkeitswert	3
50–150	Häufigkeitswert	5
150–500	Häufigkeitswert	7
≫500	Häufigkeitswert	9

b) Makroflora: Deckungsgrad

1 %	Häufigkeitswert	1
1–3 %	Häufigkeitswert	2
3–10 %	Häufigkeitswert	3
10–20 %	Häufigkeitswert	5
20–40 %	Häufigkeitswert	7
≫ 40 %	Häufigkeitswert	9

c) Mikroorganismen:

Korrekturfaktoren:
Grössenklasse 1 bis 50 μ Faktor 10
Grössenklasse 2 50–200 μ 1
Grössenklasse 3 200–1500 μ Faktor 0,1

Ermittlung: x Individuen pro 100 Sehfelder an 2 mm² Fläche
Obj. 10 × Ok. 17 ×

Grössenkl. 1	Grössenkl. 2	Grössenkl. 3	
1–50	1–5	1	= Häuf. W. 1
50–250	6–25	2	= Häuf. W. 2
250–1000	25–100	3–10	= Häuf. W. 3
1000–3000	100–300	10–30	= Häuf. W. 5
3000–6000	300–600	30–60	= Häuf. W. 7
≫ 6000	≫ 600	≫ 60	

V Saprobienindex $= \frac{\Sigma (h \cdot s)}{\Sigma h}$
(= Formel von Pantle und Buck)
wobei allerdings andere Häufigkeitsfaktoren (s. IV) angenommen werden. Beispiel s. b. Beer.

VI Koordinatensystem nach Pantle-Buck, aber keine Kurven, sondern nur Eintragung von Punkten.

Beer

I Kolkwitz-Marsson
II 4
III Makro + Mikro, jedoch besonders Mikroformen
IV Symbol + Häufigkeitswert 1
Symbol ○ Häufigkeitswert 4
Symbol ◔ Häufigkeitswert 7
Symbol ◑ Häufigkeitswert 10
Symbol ◕ Häufigkeitswert 13
Symbol ● Häufigkeitswert 16
V Berechnung nach Pantle und Buck: Saprobienindex $= \frac{\Sigma \cdot (h \cdot s)}{\Sigma \ h}$
jedoch mit eigenem Häufigkeitsfaktor

Beispiel:

Güteklasse IV:	Sphaerotilus	◕	= 13	Σ = 28
	Beggiatoa	○	= 4	
	Colpidium	+	= 1	
Güteklasse III:	Amoeba limax	◑	= 10	Σ = 18
	Mucor	+	= 1	
	Paramaecium	●	= 10	
	Chilodonella	◔	= 7	

$$\text{Saprobienindex} = \frac{28 \cdot 4 + 18 \cdot 3}{46} = \frac{166}{46} = 3.6$$

VI Einfaches Koordinatensystem mit Kurven (Abszisse = Fluss-km, Ordinate = Saprobienindices).

von Tümpling

I nicht eigens erwähnt, jedoch i. a. wie *Breitig* und *Beer*
II —
III —
(offensichtlich vorwiegend Makroformen)
IV 1 = einzeln = 1–10 I/m²
3 = vereinzelt = 10–30
5 = zahlreich = 30–80
7 = häufig = 80–200
9 = sehr häufig = ≫ 200

V nach Pantle-Buck, Saprobienindex $= \frac{\Sigma \cdot (h \cdot s)}{\Sigma h}$

VI nach Pantle-Buck, jedoch mit «reduzierter Gütekennlinie»; das ist eine neue Grundlinie für die Gütekennlinie; Fusspunkt ist nicht mehr der Saprobienindex, sondern «eine im Gewässer selbst gegebene Grösse» = dem Zustand einer gewissen, nicht abbaubaren Restbelastung vor der erneuten Zufuhr belasteter Abwässer, was ein modifiziertes Koordinatensystem bedingt.

Sterba

V wie Breitig, Beer, von Tümpling

Zelinka und Marvan

I Eigenes System.
Aufstellung und Berücksichtigung eines sogenannten Indikationsgewichts (Faktoren 1–5), wonach Organismen mit breitem biologisch-ökologischem Spektrum mit 1, solche, die nur in einer Güteklasse auftreten, mit 5 belegt werden. Diese Zahl wird später bei der Berechnung der Wassergüte als wichtiger Faktor in die Berechnung aufgenommen. Summe des biologischen Spektrums wird zu 10 angenommen.
Zum Beispiel: Planaria gonocephala kommt nur bei Oligosaprobie vor; dann: in β-Oligosaprobie = 7, α-Oligosaprobie = 3;
oder: Ancylus fluviatilis, wird in vielen Güteklassen angetroffen und daher belegt mit : in β-Oligosaprobie = 1, α-Oligosaprobie = 4, β-Mesosaprobie = 3, α-Mesosaprobie = 2 (Summe = 10).
II 5, nämlich Unterteilung der Oligosaprobie in β- und α-Oligosaprobie, die übrigen Saprobiestufen bleiben.
III Makro- und Mikroformen; die angegebenen Beispiele in der Veröffentlichung verwenden aber nur Makroformen.

IV Makroformen möglichst auszählen; Verfahren bei Mikroformen nicht erwähnt.
V Zahl der Organismen × Indikationsgewicht × Spektrumzahl.
Summierung.

Beispiel:

	β os	*α os*	*β*	*α*	polys.
gefunden					
28 Planaria gonocephala	28 × 5 × 7 = 980	420	—	—	—
4 Ancylus fluviatilis	4	16	12	18	
6 Gammarus pulex	24	18	18		
1 Habrophlebia lauta	1	4	4	1	
usw.	usw.	usw.	usw.	usw.	usw.
Addition	4636	1949	310	95	—
	Summe 6990 = 100 %				

dann sind

oder auf Basis 10	= 66,3 % 6,6	27,9 % 2,8	4,4 % 0,4	1,4 % 0,14

Einstufung der Probestelle dann *β*-oligosaprob

Obr

Ähnliches Verfahren wie Zelinka.

Dittmar

I Eigenes System – Indikationswert wie Zelinka, Berücksichtigung des biologischen Spektrums wie Zelinka, jedoch Indikationssumme nur 6.
II 6, nämlich *k* = katharob, oligosaprob, *β*–, *α*–, *β*-polysaprob, *α*-polysaprob.
III Makro- und Mikroformen.
IV möglichst auszählen; sonst 5 (= *a*) oder 7 (= *b*) Stufen.

a) selten,
Einzelfunde = s
vereinzelt = v
häufig = h
zahlreich = z
sehr zahlreich = sz
bis massenhaft = m
Häuf. W. 1; 0– 5 % der Gesamtsumme
Häuf. W. 3; 5–20 % der Gesamtsumme
Häuf. W. 5; 20–30 % der Gesamtsumme
Häuf. W. 8; 30–50 % der Gesamtsumme
Häuf. W. 13; ≫ 50 % der Gesamtsumme

b) Einzelfund = e
selten = s
vereinzelt = v
häufig = h
zahlreich = z
sehr zahlreich = sz
massenhaft = m
Häuf. W. 1; 0,1– 5 % der Gesamtsumme
Häuf. W. 2; 6–10 % der Gesamtsumme
Häuf. W. 3; 11–20 % der Gesamtsumme
Häuf. W. 5; 21–30 % der Gesamtsumme
Häuf. W. 8; 31–50 % der Gesamtsumme
Häuf. W. 13; 51–80 % der Gesamtsumme
Häuf. W. 21; ≫ 81 % der Gesamtsumme

oder:
1– 10 I/m² = 1
11– 30 = 2
31– 100 = 3
101– 500 = 5
501–1500 = 8
1501–5000 = 13
≫ 5000 = 21

V Berechnung wie Zelinka–Marvan; anschliessend aber Berechnung des Saprobienindexes nach Pantle-Buck revidiert:

$$\frac{\alpha ps\% \cdot 6 + \beta ps\% \cdot 5 + \alpha\% \, 4 + \beta\% \cdot 3 + \alpha os\% \cdot 2 + \beta os\% \, 1}{100} = \Sigma$$

wobei die aus der ersten Berechnung nach Zelinka und Marvan erhaltenen %-Werte der weiteren Rechnung zugrunde gelegt werden.
VI Kurve und Koordinatensystem wie Pantle-Buck.

Fjerdingstad

(Originalarbeit «Nordisk hygienisk tidskrift» 41, 1960, konnte nicht eingesehen werden; nach Bick)
I Verwendet nur wenige Testorganismen (besonders Bakterien, farblose Flagellaten und Algen).
II 9 (coprozoisch; *α*-, *β*-, *γ*-polysaprob, *α*-, *β*-, *γ*-mesosaprob, oligosaprob, katharob).
III Besonders benthale Biocoenosen von Mikroorganismen.
IV ?
V ?
VI ?

Srámek-Husek

I Eigene Einstufung
II 8; antisaprob = schwarzer Farbton
hypersaprob = violett
α-polysaprob = dunkelrot
β-polysaprob = hellrot
α-meso = gelb
β-meso = grün
oligosaprob = hellblau
katharob = weiss
III Makro- und Mikroformen
IV 1 = selten
2 = vereinzelt
3 = zerstreut
4 = häufig (zahlreich)
5 = massenhaft

V Subjektiv
VI Einfaches beschreibendes Schema

Sládeček (CSR)

I Kolkwitz-Marsson und revidiert nach Liebmann.
II Untergliederung der Polysaprobienstufe:
5. Stufe Polysaprobität (p) Sphaerotilus-Stufe (BSB 10–40)
6. Stufe Isosaprobität (i) Ciliaten-Stufe (BSB_5 40–400)
7. Stufe Metasaprobität (m) Flagellaten-Stufe (BSB_5 200–700)
8. Stufe Hypersaprobität (h) Bakterien-Stufe (BSB_5 500–1500)
9. Stufe Ultrasaprobität (u) keine Lebewesen höchstens wenige Bakterien (BSB_5 1000–60000)
III —
IV —
V —
VI —

Beck

Biotic Index
I Eigene Einstufung
II 2 Klassen (sauberes Wasser; mässig verunreinigtes Wasser)
III nur Makro.
IV davon ausgehend, dass Organismen in Klasse II bei O_2-Mengen verschwinden.
V Index $= 2 \times n_I + n_{II}$
(n_I = Zahl der Arten der Klasse I
n_{II} = Zahl der Arten der Klasse II)
Zahlenreihe 0–40 $\gg$; 10 = sauberes Wasser.
VI Einfaches Koordinatensystem mit Kurve.

Mullican

(Vergleich belasteter mit nichtbelasteten Probestellen)

Ingram
Bartsch
Patrick

(4 Gütestufen «healthy, semi-healthy, polluted, very polluted»; für jede Güteklasse eigenes Ordinatensystem mit Eintragung von Säulen 0–250 %, wobei 100 % = typische nicht verunreinigte Station; + 7 verschiedene Organismenklassen).

Wurtz

(% tolerant – non tolerant; Berechnungsmodus nicht ersichtlich).

Tabelle 1

Bewertungsnote		100–80 %	80–50 %	50–20 %	20–0 %	Bew.-Zahl	Gruppe
Verunreinigungs-A.		gut	mittel	schlecht	schädlich bzw. untragbar		
1. Klarheitsgrad		klar	leicht getrübt	stark getrübt	viel Bodensatz		Allgemeine Beurteilung
2. pH	sauer	7–6,5	6,5–5,5	5,5–4,8	$\leqslant$ 4,8		
	bas.	7–8	8–8,5	8,5–9,2	$\geqslant$ 9,2		
3. O_2-Gehalt	mg/l	$\geqslant$ 9	9–6	6–2	2–0		Sauerstoffverhältnisse
4. O_2-Sättigung	%	100–90	90–50	50–30	30–0		
5. O_2-Zehrung 48	%	0–10	10–50	50–90	90–100		
6. $KMnO_4$-Verb.	mg/l	0–50	50–150	150–300	$\geqslant$ 300		
7. NH_3	mg/l	0	0–0,3	0,3–1,25	$\geqslant$ 1,25		Produkte der Dissimilation (Fäulnis, Zersetzung)
8. H_2S	mg/l	0	0–1	1–8	$\geqslant$ 8		
9. NaCl als Cl'	mg/l	$\leqslant$ 200	200–340	340–10000	$\geqslant$ 10000		
10. H_2SO_4	mg/l	0	0–10	10–50	$\geqslant$ 50		Giftig wirkende Anionen (Säuren)
11. H_2SO_3	mg/l	0	0–0,1	0,1–0,5	$\geqslant$ 0,5		
12. CN	mg/l	0	0–0,01	0,01–0,05	$\geqslant$ 0,05		
13. Freies Chlor	mg/l	0	0–0,05	0,05–0,111	$\geqslant$ 0,111		
14. Cr	mg/l	0	0–1,3	1,3–2	$\geqslant$ 2		
15. Cu als $CuSO_4$	mg/l	0	0–0,01	0,01–0,1	$\geqslant$ 0,1		Giftig wirkende Kationen (Metalle)
16. Pb	mg/l	0	0–0,05	0,05–0,1	$\geqslant$ 0,1		
17. Phenole	mg/l	0	0–0,1	0,1–5	$\geqslant$ 5		Organische Verschmutzung
18. Teer	mg/l	0	0–20	20–200	$\geqslant$ 200		
19. Benzin	mg/l	0	0–40	40–100	$\geqslant$ 100		
20. Öle, Fette	mg/l	0	Spuren	sobald sichtbar	st. Abscheidung		
21. Rübensaponin	mg/l	0	0–2	2–5	$\geqslant$ 5		
22. Schädl. Beimeng.	mg/l	nicht vorh.	vorh.	mehr als zulässig	untragbar		Sonstige Verunreinigungen

Summe der Bewertungszahlen Anzahl der Bewertungszahlen Quotient = Gütezahl

Surber

% der Mikroformen, 3 Stufen:

○ clean water

⊙ facultative

● pollutional

Eintragung mit diesem Zeichen ⊙ in geographische Karte

Bringmann «Biomassentiter»

Eigentlich eine physiologisch-biochemische Methode; sie wird aber auch zur Kartierung verwandt; daher hier zitiert.

I–IV —

V Membranfiltration des zu untersuchenden Wassers; damit Kulturen von Escherichia coli (Spaltpilztiter = Saprobiegrad des Wassers) und Scenedesmus (Algentiter = Trophiegrad). Trübungsmessung mit Kieselgur als Vergleichslösung nach 2 bzw. 10 Tagen.

VI In Säulenform wird der BMT-Kieselgur mg/l aufgetragen.

Richter (Chemische Gütezahl)

I —

II gut, mittel, schlecht + total geschädigte Selbstreinigung. (siehe Tabelle 1)

III —

IV —

V a) $\frac{\text{Summe der Bewertungszahlen}}{\text{Anzahl der Bewertungsfaktoren}}$ = Gütezahl

b) $\frac{\text{Zahl der Verunreinigungsanzeiger}}{\text{Anzahl der Bewertungsfaktoren}}$ = Index (z.B. 5/22)

Meyer Chemische Klassifizierung (s. Tabelle 2)

Caspers und Schulz

Zu V Kritik der quantitativen-statistischen Methode; Ergebnisse fallen zu günstig aus; s. Isebekkanal in Hamburg.

Zimmermann

Zu I Überprüfung mehrerer Organismen auf ihre Eignung als Saprobienindikatoren bei Berücksichtigung unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeiten.

Bei der Wassergütekartierung nach der Münchner Methode werden zur Kennzeichnung der vier Güteklassen vier Farben verwendet. Um auch die Zwischenstufen zwischen den einzelnen Güteklassen kartieren zu können, werden Schraffuren mit den entsprechenden Farben verwendet. Entgegen den bisherigen breiten Schrägschraffuren werden zukünftig, verschiedenen Anregungen folgend, die Zwischenstufen durch schmale senkrechte Farbstreifen dargestellt, wie dies aus dem Schema der Tafel I zu ersehen ist. Im einzelnen sind damit in den Gütebildern folgende Farben vorhanden:

Güteklasse I	blau
Güteklasse I–II	blau-grün

Tabelle 2 Klassifizierung nach der Belastung

Klasse Nr. Inhaltsstoffe	I mg/l	II A mg/l	II B mg/l	III mg/l
Gruppe a				
1 Sauerstoff	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≤ 4
2 BSB_5	≤ 3	≤ 6	≤ 12	≥ 12
3 Kaliumpermanganatverbrauch	≤ 20	≤ 40	≤ 60	≥ 60
4 Schwefelwasserstoff	0	0	≤ 0,1	≥ 0,1
5 Biol. Zustand	vorw. oligo-saprob	vorw. β-meso-saprob	β- bis α-meso-saprob	α-meso- bis polysaprob
6 Colititer	≥ 1	≥ 0,1	≥ 0,01	≤ 0,01
Gruppe b				
1 Chlorid-Ion zusätzlich zum natürlichen Gehalt	≤ 50	≤ 100	≤ 150	≥ 150
2 Sulfat-Ion dgl.	≤ 50	≤ 100	≤ 150	≥ 150
3 Gesamt-Härte dgl.	≤ 2° d	≤ 4° d	≤ 6° d	≥ 6° d
Gruppe c				
1 Sichttiefe bei Trockenwetter und MNQ	≥ 120 cm	≥ 60 cm	≥ 30 cm	≤ 30 cm
2 Abfiltrierbares dgl.	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≥ 20
3 Temperatur	≤ 22°	≤ 24°	≤ 26°	≥ 26°
Gruppe d				
1 Eisen (Fe) anorganisch gebunden	0,2	0,4	0,6	0,6
2 Mangan (Mg)	0,2	0,4	0,6	0,6
3 Summe der übrigen Metalle[3])	0,05	0,1	0,15	0,15
4 Nitrat-Ion	20	—	—	—
5 Cyan	0	0	0,1	0,1
6 aktives Chlor	0	0	0	0
7 Phenole einwertig	0,001	0,01	0,1	0,1
8 Phenole mehrwertig	0,01	0,01	0,1	0,1

Güteklasse II	grün
Güteklasse II–III	grün-gelb
Güteklasse III	gelb
Güteklasse III–IV	gelb-rot
Güteklasse IV	rot

Neben diesen Farben empfiehlt es sich, einige für die praktische Verwendung des Wassers besonders wichtige Beobachtungen durch bestimmte Zeichen im Atlas wiederzugeben. Die Zonen mit starker Wasserblütenbildung werden durch grosse schwarze Punkte gekennzeichnet. Verödungszonen werden durch Wellenlinien, Vernichtungszonen entsprechend einem Vorschlag von Pantle und Buck (1955) zukünftig mit schwarzer Farbe dargestellt. Flussabschnitte mit Abwasserpilzbildung weisen eine schwarze Schrägschraffur auf. Wenn die Abwasserpilze dabei vorwiegend als Uferbesatz auftreten, ist diese Schrägschraffur nur am Rande angegeben. Handelt es sich aber um ein ausgesprochenes Abwasserpilztreiben im freien Wasser des Flusses, so erstreckt sich die Schrägschraffur über die ganze Flussbreite. Zonen, in denen mit regelmässig wiederkehrendem Fischsterben gerechnet werden muss, werden durch Kreuze markiert. Kommt es in einem Flussabschnitt zur Ausbildung von Abwasserbändern, so sind diese in den Karten durch eine punktierte Längslinie in der Flussmitte dargestellt. Neben den Flusskilometern, den grösseren Städten und den grösseren Nebenflüssen werden ferner die fertigen bzw. im Bau befindlichen Staustufen durch eine ausgezogene Querlinie mit Halbkreisen und die geplanten Staustufen durch eine gestrichelte Querlinie mit gestrichelten Halbkreisen dargestellt. Neben den biologischen Untersuchungen werden gelegentlich einige der wichtigsten chemischen Untersuchungen mit kartiert, und zwar sind dies in der Regel der Sauerstoffgehalt bei der Entnahme und die Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden. Da zwischen den gefundenen Werten der Sommer- und Winteruntersuchungen chemisch wesentliche Unterschiede bestehen können, werden in den Karten Winterbefunde schwarz, die chemischen Sommerbefunde grau wiedergegeben. Bei der Darstellung des biologischen Gütebildes eines Gewässers muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Sommer- und Winteruntersuchungen getrennt kartiert werden müssen. So mussten z. B. bei der Darstellung des biologischen Gütebildes der schiffbaren Donau zwischen Regensburg und Passau die Ergebnisse der biologischen Sommer- und Winteruntersuchungen teilweise getrennt dargestellt werden, weil das während der Wintermonate durch die Kampagne der Zuckerfabrik Regensburg verstärkte Abwasserpilztreiben die biologischen Verhältnisse dieses Abschnittes der Donau beeinflusste (Liebmann, 1954).

Bei der biologischen Darstellung des Gütebildes vom gestauten bzw. stehenden Wasser ist, wie die Erfahrungen gelehrt haben, eine gesonderte Kartierung von Wasseroberfläche und Boden notwendig. Dabei ist die Bodenkartierung von dominanter Bedeutung. Der Boden eines Gewässers ist das «Laboratorium». Hier sitzen die «Chemiker», die Bakterien, welche die Gesamtgüte des Wassers entweder im guten oder schlechten Sinne beeinflussen (Liebmann, 1955).

Besonders wichtig ist der Zeitpunkt, zu welchem die Kartierung der Vorfluter durchgeführt wird. Für wasserwirtschaftliche Planungen ist es von Bedeutung, den Zustand des Vorfluters unter den jeweilig ungünstigsten Verhältnissen des Jahres zu kennen. Die Reinigung der Abwässer einer Stadt oder einer Fabrik muss jeweilig so weitgehend vorgenommen werden, dass auch unter ungünstigsten Verhältnissen, d.h. bei einer geringen Wasserführung, noch genügend Sauerstoff im Vorfluter zur Oxidierung der organischen Substanzen übrig bleibt. Unter Berücksichtigung dieser für die Praxis wichtigen Gesichtspunkte muss daher die Kartierung eines Fliessgewässers bei dessen Niederwasserführung durchgeführt werden.

Auch bei der Kartierung der Wassergüte eines Sees muss ebenfalls von der für den See ungünstigsten Phase ausgegangen werden, und das ist das Stadium der hochsommerlichen Wasserstagnation (Liebmann, 1955). Wir wissen, dass während dieser Zeit in den tiefen Wasserschichten des Sees keine Turbulenz stattfindet, sondern dass durch die thermische Sprungschicht eine scharfe Trennung zwischen den oberflächlichen Wasserschichten bis etwa 12 m Tiefe und der darunterliegenden Wassermasse erfolgt. Wir müssen also bei der Kartierung der freien Wassermassen des Sees den Zustand der Wasserschichten über der sogenannten Sprungschicht und unter dieser angeben. Dabei ist die Zone zwischen Wasseroberfläche und Sprungschicht biologisch besonders wichtig, weil sich in ihr das Strahlungsklima durch Temperaturerhöhung und Ermöglichung der Assimilation der Pflanzen auswirkt. Als Beispiel für die Kartierung der Wassergüte von Seen ist in den Tafeln 3 und 4 die Wassergütekarte des Bodensees wiedergegeben.

Bei der Kartierung der Fliessgewässer hat es sich ferner als zweckmässig erwiesen, aus der Breite des Flussbandes den MNQ-Wert (mittlere Niederwasserführung) ablesen zu können. In den Gütebildern der grossen Flüsse werden ferner die grösseren Nebengewässer mit berücksichtigt, und zwar wird jeweilig die Wassergüte der Nebenflüsse an ihrer Mündung in den Hauptfluss kartiert. Entsprechend unseren Vorschlägen der farbigen Wiedergabe der verschiedenen Belastungszonen schlagen auch Pantle und Buck (1955) sowie Srámek-Husek (1956) diese Farbgebung vor. Pantle und Buck (1955) möchten jedoch die entsprechenden Schraffuren unserer Zwischenstufen ersetzt haben durch andere Farben. Sie schlagen ein kontinuierliches Farbbild vor, das in 7 Farben in ihrer natürlichen Reihenfolge aufgeteilt ist:

ultramarin	(Güteklasse I)
blau	(I–II)
grün	(II)
gelb	(II–III)
orange	(III)
rot	(III–IV)
violett	(IV)

Wir haben uns bei der Aufstellung der ersten Gütebilder im Jahre 1953 sehr wohl überlegt, ob man die notwendigen Zwischenstufen nicht mit den entsprechenden anderen Farben belegen könne. Die verschiedenen Farbbänder, die wir daraufhin entworfen haben, ergaben, dass die Übersichtlichkeit des Farbbildes sofort leidet, wenn mehr als vier Farben verwendet werden. Wir haben uns aus diesem Grunde zu der Streifenkombination: blau-grün, grün-gelb, gelb-rot entschieden.

Es sei nochmals hervorgehoben, dass bei der Kennzeichnung der jeweiligen Wasserqualität nicht Einzelorganismen, sondern nur Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren, und zwar von Mikro- und Makroorganismen, verwendet werden dürfen. Wenn jedoch eine Form dermassen überhand nimmt, dass Massenentwicklungen (z.B. Sphaerotilus) und Wasserblüten (von Blau- und Grünalgen) auftreten, so muss dies als Zeichen einer Verschlechterung der Wasserqualität angesehen werden; in solchen Fällen führt dies zu einer Verschiebung des Gütebildes um mindestens eine halbe Güteklasse auf einen schlechteren Wert, als er der Einstufung des betreffenden Lebewesens in das Saprobiensystem entsprechen würde.

In allen anderen Fällen mindert jede Beschränkung auf wenige Formen, etwa nur auf wenige Makroorganismen, den Wert der biologischen Wasseranalyse. In diesem Zusammenhang sei nochmals betont, dass sich biologische Prozesse nie formelmässig erfassen lassen. Vor folgenschweren Irrtümern in dieser Richtung sei deshalb eindringlich gewarnt.

Entsprechend den biologischen und biochemischen Eigenschaften, die zur Einteilung in die oben beschriebenen vier Wassergüteklassen geführt haben, kann bei geplanten Entnahmen von Trink- und Brauchwasser aus Oberflächenwasser folgendes gesagt werden: Vorausgesetzt, dass keine Verödungs- und Vernichtungszone im Vorfluter durch Gifteinwirkung vorhanden ist, eignet sich Oberflächenwasser der Güteklassen I (blau), I–II (blau-grün), II (grün) und evtl. auch II–III (grüngelb) zur Entnahme und Aufbereitung als Trinkwasser. Wenn die Wasserqualität mit den Farben gelb (Güteklasse III), gelb-rot (III-IV) und rot (IV) kartiert werden muss, ist die Wirtschaftlichkeit einer Trinkwasserentnahme aus Oberflächenwasser nicht mehr gegeben. Die Gewinnung von Brauchwasser kann unter Umständen noch bis zur Güteklasse III (gelb) wirtschaftlich sein, auf keinen Fall aber, wenn gelb-rot (III-IV) oder rot (IV) kartiert worden sind.

Bei geplanten Entnahmen von Trinkwasser aus Seen ist besonderer Wert auf die Kartierung des Seebodens zu legen. Nur wenn die biologische Bodenkartierung keine ungünstigeren Werte als bis zu den Farben grün-gelb (II-III) ergibt, kann eine Trinkwasserentnahme aus dem See in entsprechender Tiefe empfohlen werden. Auf keinen Fall darf man sich durch gelegentlich relativ günstige Kartierungsergebnisse des freien Seewassers in den oberen Zonen dazu verleiten lassen, trotz ungünstiger Ergebnisse der Bodenkartierung doch eine Trinkwasserentnahme zu bauen. Es sei in diesem Zusammenhang nochmals daran erinnert, dass der Boden eines Gewässers dessen Gesamtgüte bestimmt.

Bei Aufstau von Flusswasser lassen sich wasserwirtschaftliche Nachteile grösstenteils vermeiden, wenn nur dann ein Flusswasser gestaut wird, dessen Wassergüteklasse nicht unter II (grün), maximal II–III (grüngelb) liegt. Da aber viele unserer Flüsse eine solche Wasserqualität vorläufig nicht mehr besitzen, führt das zu der zwingenden Schlussfolgerung, dass in der Wassergütewirtschaft die Sanierung der Abwasserverhältnisse in unseren Vorflutern so weit vorwärtsgetrieben werden muss, dass auch im Hinblick auf die zunehmende Umwandlung der ursprünglichen Fliessgewässer zu Stauhaltungen die Wassergüteklasse II nicht unterschritten wird. Wenn der betreffende Fluss vor dem Aufstau bereits eine Wassergüteklasse besitzt, die unter II–III liegt, ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit damit zu rechnen, dass nach Stauerrichtung erhebliche Kalamitäten in Form von Faulschlammablagerungen, Schwefelwasserstoffentwicklung und Fischsterben durch Sauerstoffmangel auftreten.

Zusammenfassend zeigen unsere über 30jährigen Erfahrungen, dass ohne die biologische Wasseranalyse keine Beurteilung von Oberflächenwässern nach ihrem tatsächlichen Zustandsbild möglich ist. Bei den zukünftigen empfehlenswerten Bestrebungen zur weiteren Vereinheitlichung der biologischen Untersuchungsmethoden darf nicht der Fehler gemacht werden, biologische Prozesse zu schematisieren oder diese mathematisch erfassen zu wollen. Je mehr der betreffende Bearbeiter zum Schema und zur Formel greift, um biologische Prozesse zu erfassen, um so weiter entfernt er sich von dem tatsächlichen Geschehen im Vorfluter. Die Aufgabe des Abwasserbiologen ist es aber, gerade diese Vorgänge in ihrem tatsächlichen Geschehen zu charakterisieren.

Literaturverzeichnis

Bartsch, A. F., «Biological aspects of stream pollution». Sew. Works, Journ. 20, 1948.

Beer, W. D., «Methodologische Untersuchungen zur biologischen Fliesswässeranalyse». Int. Rev. ges. Hydrobiol. 46/1, 1961.

Beck, W. M., «Suggested method for reporting biotic data». Sew. Industri. Wastes 27, 1955.

Breitig, «Vorschlag einer Einheitsmethodik zur biologischen Untersuchung von Fliessgewässern». Mitt. Inst. f. Wasserwirtschaft 12. Mitt., 1961.

Bringmann, G., und Kuhn, R., «Kartierung der Wassergüte nach dem Biomassentiterverfahren». Gesundheitsing. 81, 1960.

Caspers., H. und Schulz, H., «Studien zur Wertung der Saprobiensysteme». Int. Rev. ges. Hydrobiol. 45, 1960.

Dittmar, H., Noch nicht veröffentlichte Manuskripte: Vorschläge zu den deutsch. biologischen Einheitsverfahren 1961/62.

Fjerdingstad, E., Nordisk hygienisk Tijdsrift 41, 1960.
Ingram, W. M., und Bartsch, A. F., «Graphic expression of biological data in water pollution reports». Journ. Wat. Poll. Contr. Fed. 32, 1960.
Knöpp, H., «Ein neuer Weg zur Darstellung biologischer Vorfluteruntersuchungen, erläutert an einem Gütelängsschintt des Mains». Wasserwirtsch. 45, 1954/55.
Kolkwitz, R., «Ökologie der Saprobien». Schriftenreihe Ver. Wass.-Bod.-Luft-Hyg. Berlin, 1950.
Kolkwitz, R., und Marsson, M., «Ökologie der pflanzlichen Saprobien». Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 26 a, 1908.
Kolkwitz, R., und Marsson, M., «Ökologie der tierischen Saprobien». Int. Rev. der ges. Hydrobiologie und Hydrographie 2, 1909.
Kothé, P., Der «Artenfehlbetrag», ein einfaches Gütekriterium und seine Anwendung bei biologischen Vorfluteruntersuchungen.
Liebmann, H., «Die Notwendigkeit einer Revision des Saprobiensystems und deren Bedeutung für die Wasserbeurteilung». Ges. Ing. 70, 1947.
Liebmann, H., «Die Wassergüte des schiffbaren Mains ermittelt auf Grund biologisch-chemischer Untersuchungen». Denkschrift Wiesbaden, 1953.
Liebmann, H., «Biologie der Donau und des Mains». Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie 2, Oldenburg-Verlag München, 1954.
Liebmann, H., «Die Kartierung der Wassergüte, beschrieben an Seen und Flusstauen Süddeutschlands». Berichte der Abwassertechnischen Vereinigung 6, 1955.
Liebmann, H., «Erfahrungen bei der Ausarbeitung des Wassergüte-Atlasses von Bayern». Aktuella problem inom Vattenvarden FKO-Meddelande Nr. 19, Stockholm, 1955.
Liebmann, H., «Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie I», Oldenburg-Verlag München, 1951, I, 2. Auflage, 1962.
Meyer, H. J., «Probleme der Klassifizierung von Oberflächengewässern und Beschaffenheit und Güte». Sonderdr. Wiss. Z. Karl-Marx-Universität 1962, H 1.
Mullican, H. N., «The living waters». Tennessee Conserv., 1958,
Obr, S., «Hydrobiologische Untersuchungen der Fauna des Orava-Flussgebietes mit Hinsicht auf die Wassereinheit». Prag, Act. acad. Sci. Cech. bas. brunensis 28, 1956.
Pantle, R., und Buck, H., Biologische Flussüberwachung». Sonderschrift d. Reg. Präs. Nordwürttemberg, 1959.
Batrick, R., «A proposed biological measure of stream conditions». Proc. Acad. Nat. Sci. Phila, 101, 1949.
Richter, K., «Chemische Gütezahl für Vorfluter». Vom Wasser 26, 1959.
Sladecek, V., «Zur biologischen Gliederung der höheren Saprobienstufen». Arch. Hydrobiol. 51, 1956.
Srámek-Husek, R., «Zur biologischen Charakteristik der höheren Saprobiatsstufen». Arch. Hydrobiol. 51, 1956.
Sterba, S., «Eine faunistisch-saprobiologische Studie über den oberen Flusslauf der Oslawa». Zool. Listy 8, 1959.
Surber, E. W., «Biological effects of pollution in Michigan waters». Sew. Industr. Wastes 25, 1953.
v. Tümpling, W., «Probleme, Methoden und Ergebnisse biologischer Güteuntersuchungen an Vorflutern, dargestellt am Beispiel der Werra». Int. Rev. ges. Hydrobiol. 45, 1960.
Wurtz, C. B., «Stream biota and stream pollution». Sew. Industr. Wastes 27, 1955.
Zelinka, M., und Marvan, P., «Zur Präzisierung der biolog. Klassifikation der Reinheit fliessender Gewässer». Arch. Hydrobiol. 57, 1961.
Zimmermann, P., «Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Strömungsgeschwindigkeit auf die Lebensgemeinschaften des fliessenden Wassers». Schweiz. Z. Hydrolog. 23, 1961.

Les méthodes de vérification hydrobiologiques

H. Liebmann

Un échantillonnage approprié est décisif pour la valeur de l'analyse biologique. Il importe de bien connaître les facteurs locaux et de choisir avec soin le lieu et le moment du prélèvement. Il faut prendre séparément le seston, la flore littorale et les organismes du sol. L'échantillon doit être examiné le plus rapidement possible après le prélèvement, parce que les micro-organismes répondent très vite aux altérations du milieu. Les communautés biologiques représentent un véritable rapport de la condition des eaux. Les facteurs les plus importants pour la distribution par zones de certains micro-organismes sont l'altération des proportions d'oxygène, l'altération de la qualité chimique de l'eau et les altérations dans la composition des communautés biologiques. Toute une série de facteurs, y compris le courant, agissent sur les biocénoses. L'altération de la biocénose donne une image claire de l'extension spatiale de la pollution. Les processus biologiques ne se laissent pas schématiser ni saisir numériquement. L'auteur recommande d'abandonner le système des saprobies pour adopter celui de la qualité de l'eau. Il distingue 4 catégories de qualité et recommande l'enregistrement en cartes en 4 couleurs correspondant aux 4 catégories. Il importe d'enregistrer séparément l'eau de surface et l'eau de fond, car dans cette dernière se trouvent les bactéries qui influencent la qualité totale de l'eau.