Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitätsbibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Bioindikatoren

Ergebnisse des Symposiums: Tiere als Indikatoren für Umweltbelastungen
8. bis 11. März 1981 in Köln

Kenntnisstand und aktuelle Probleme bei der Beurteilung der Wassergüte mittels Bioindikatoren

Sládecek, Vladimír

1982

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-172840

Visual Library

Decheniana – Beihefte (Bonn) 26, 99–104 (1982)

Kenntnisstand und aktuelle Probleme bei der Beurteilung der Wassergüte mittels Bioindikatoren

Vladimír Sládeček

Kurzfassung

Jeder Wasserorganismus kann als Indikator dienen. Seine Beteiligung an einer Lebensgemeinschaft beweist, daß er dort gedeiht. Seine Abwesenheit an Standorten, wo er normalerweise zu erwarten ist, macht ihn zu einem negativen Indikator, besonders in Fällen von toxischen oder physikalischen Einwirkungen.

Wenn wir wenigstens ungefähr die ökologischen Anforderungen des Indikators kennen, können wir von ihm Aussagen über die Wassergüte erhalten. Die pelagischen Organismen indizieren die Verhältnisse im freien Wasser, die benthischen und litoralen die in der Boden- und Ufernähe, wobei die ermittelten Wassergütewerte für die beiden Bezirke nicht übereinstimmen müssen. Je mehr Arten es in einer Biozönose gibt, desto präziser kann die Bestimmung der Wassergüte erfolgen.

Jeder Wasserorganismus zeigt gegenüber jedem ökologischen Faktor eine Gauss'sche Kurve der Normalverteilung. Zelinka, Marvan & Kubíček (1959) und ganz unabhängig Dittmar (1959) schlugen ein Konzept der saprobiellen Valenz vor, um zu zeigen, daß eine Art nur selten eine einzige saprobe Stufe charakterisiert, wie zunächst von Kolkwitz & Marsson (1902, 1908, 1909) und später von Liebmann (1951, 1962) und Fjerdingstad (1964) angenommen wurde. Die relative Häufigkeit der Arten in den Saprobitätsstufen wird durch einen 10-Punkte-Index festgelegt; der Wert ergibt zusammen mit dem Indikations-Gewicht und dem artspezifischen Saprobitätsindex die Grundlage zu einer quantitativen Bewertung. Leider muß die saprobielle Valenz empirisch nach Freilandbefunden und nach Experimenten (Arbeiten von Bick und seiner Schule) aufgestellt werden, was zu unterschiedlichen Auffassungen führen kann.

Abstract

State of the knowledge and problems in the estimation of the water quality by means of indicators

Every aquatic organism can be considered as indicator. Its participation in a community shows that it goes on well there. Its absence on localities where it normally should occur makes it a negative indicator, especially in the cases of toxic or physical effects.

If we know at least approximately ecological requirements of an indicator, we are able to give its statement on the water quality. The pelagic organisms indicate the circumstances in the free-water zone, the benthic and littoral ones in the vicinity of the bottom and banks. Both values need not concur. The more taxa are determined within one community, the more accurate can be the determination of the water quality.

Every organism is characterized in relation to an ecological factor by a Gauss'curve of normal distribution. Zelinka, Marvan & Kubíček (1959) and at the same time independently Dittmar (1959) proposed a concept of the saprobic valence to demonstrate that only in few cases one organism is indicator of only one level of saprobity as stated by Kolkwitz & Marsson (1902, 1908, 1909) and later by Liebmann (1951, 1962) and Fjerdingstad (1964). The curve of saprobic valence is expressed in 10 points and together with the indicative weight of the species and with the individual saprobic index it serves to the quantitative characteristics of each species. Unfortunately, the saprobic valence is given only empirically according to the occurrence of the species under natural as well as experimental conditions (Bick and his students) which is a cause of different interpretation by the investigators.

1. Die Indikatoren

Das Suchen nach allgemein anerkannten Indikatoren für die Hauptfaktoren der Wassergüte hatte bisher nur einen beschränkten Erfolg (Liebmann, 1951, 1962), da die Situation in den Gewässern sehr mannigfaltig ist. Nur in den stärker verunreinigten Gewässern weisen die Lebensgemeinschaften einen geringeren Artenreichtum auf und demzufolge fehlen dort manchmal ganze Gruppen von Wasserorganismen.

Jeder Wasserorganismus kann als Indikator dienen. Seine Beteiligung an einer Lebensgemeinschaft beweist, daß er dort gedeiht. Die Stufe des Gedeihens kann gemäß seiner quantitativen Entfaltung bewertet werden. Die Abwesenheit des Indikators an Standorten, wo er normalerweise zu erwarten ist, macht ihn zu einem negativen Indikator, besonders in Fällen von toxischen oder physikalischen Einwirkungen.

Wenn wir wenigstens ungefähr die ökologischen Anforderungen eines Indikators kennen, etwa in der Art wie sie Kolkwitz & Marsson (1902, 1908, 1909) erstmals zusammengefaßt

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

haben, können wir aufgrund seines Vorkommens eine Aussage über die Wassergüte machen. Die pelagischen Organismen indizieren die Verhältnisse im freien Wasser, die benthischen und litoralen die in der Boden- und Ufernähe; dabei müssen die ermittelten Wassergütewerte für die beiden Bezirke nicht übereinstimmen. Je mehr Arten es in einer Biozönose gibt und je mehr Arten wir tatsächlich determinieren, desto präziser kann die Bestimmung der Wassergüte erfolgen. Die nicht bestimmten Mitglieder der Biozönose belasten die Analyse mit Fehlern; einige solcher Mängel sind unvermeidlich, z. B. lassen sich die Nauplien der Copepoden, die Zoosporen der grünen Fadenalgen, alle einfachen Formen der Bakterien, sterile Hyphen der Mykophyten u. a. nicht bestimmen.

2. Die saprobielle Valenz

Jeder Wasserorganismus ist in Hinsicht auf jeden ökologischen Faktor durch eine GAUSS'sche Kurve der Normalverteilung charakterisiert. ZELINKA, MARVAN & KUBÍČEK (1959) und unabhängig DITTMAR (1959) schlugen ein Konzept der saprobiellen Valenz vor, nachdem hier schon einige Versuche anderer Forscher vorlagen. Zehn Punkte werden proportional auf die einzelnen saproben Stufen verteilt; dabei richtet man sich nach Freilandbefunden und experimentell gewonnenen Daten, die entweder statistisch ausgewertet oder lediglich abgeschätzt werden. Die Empirie spielt dabei also die größte Rolle und je mehr Analysen und je mehr Erfahrung vorliegen, desto mehr nähert sich die Abschätzung der Wirklichkeit.

Dieses Verfahren wurde durch den Indikationswert vervollkommnet (SLÁDEČEK 1964), der mit den Zahlen 1 bis 5 die Höhe und Steilheit der GAUSS'schen Kurve angibt. Schlechte Indikatoren bekommen nach Tab. 1 die Werte 1 bis 2, mittlere den Wert 3 und die besten Indikatoren die Werte 4 bis 5. Einige Beispiele sind aus Tab. 2 zu entnehmen.

I	Punkteverhältnis der saprobiellen Valenz
5	10 9:1
4	8:2 7:3 1:8:1
3	6:4 5:5 1:7:2 1:6:3 2:6:2
2	1:5:4 2:5:3 2:4:4 3:4:3 1:6:2:1 1:7:1:1
1	1:2:5:2 1:1:5:3 1:2:4:3 1:4:4:1 1:3:3:3 1:2:3:2:2 u.d.m.

Tabelle 1. Die Ermittlung des Indikationsgewichtes „I" (1–5). Das höchste Indikationsgewicht liegt vor, wenn ein Leitorganismus ausschließlich (10) oder weit überwiegend (9) in einer Saprobitätsstufe vorkommt. Mit abnehmender Punktzahl und Auftreten in einer steigenden Zahl von Saprobitätsstufen nimmt „I" ab (SLÁDEČEK 1964).

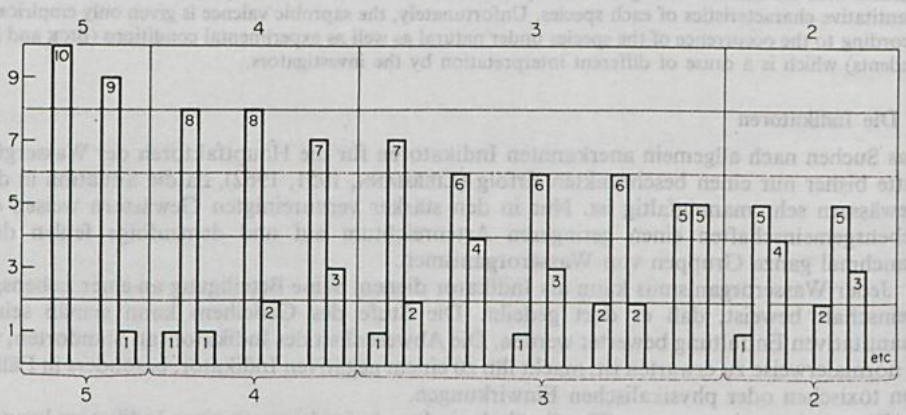

Abbildung 1. Beispiele der saprobiellen Valenz in 10 Punkten und des Indikationsgewichtes der Arten (Werte von 5 bis 2). Nach SLÁDEČEK 1973.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

	x	o	b	a	p	I	S
Actinomonas mirabilis KENT	–	2	3	5	–	2	2,3
Amphidinium larvale LIND.	–	–	–	10	–	5	3,0
Amphimonas globosa KENT	–	–	5	5	–	3	2,5
Ancyromonas sigmoides KENT	–	–	2	8	+	4	2,8
Anisonema acinus DUJARDIN	–	–	5	5	–	3	2,5
Anisonema ovale KLEBS	–	–	5	5	–	3	2,5
Anisonema striatum KLEBS	–	–	8	2	–	4	2,2
Anisonema truncatum STEIN	–	–	7	3	–	4	2,3
Anisonema variabile KLEBS	–	–	8	2	–	4	2,2
Anthophysa vegetans (EHR.) STEIN	–	–	+	8	2	4	3,2
Anthophysa steinii SENN	–	–	4	6	–	3	2,6
Astasia curvata KLEBS	–	–	–	6	4	3	3,4
Astasia dangeardii LEMM.	–	–	–	1	9	5	3,9 E
Astasia granulata PRINGSH.	–	–	4	6	–	3	2,6
Astasia inflata KLEBS	–	–	–	10	–	5	3,0
Astasia klebsii LEMM.	–	–	+	3	7	4	3,7
Astasia quartana (MOROFF) PRINGSH.	–	–	–	5	5	3	3,5
Aulacomonas hyalina SKUJA	–	3	7	-	-	4	1,7
Bernardinium bernardiense CHODAT	–	5	5	-	-	3	1,5
Bicosoeca mitra FOTT	–	3	4	3	–	2	2,0
Bodo saltans EHRBG.	–	–	1	7	2	3	3,1
Chilomonas paramecium EHRBG.	–	–	2	6	2	3	3,0

Tabelle 2. Beispiele der quantitativen Beschreibung von Indikatorarten. Saprobielle Valenz (10 Punkte) für das Spektrum xenosaprob (x), oligosaprob (o), beta-mesosaprob (b), alpha-mesosaprob (a) und polysaprob (p); Indikationsgewicht (I) und Saprobitätsindex (S). E kennzeichnet eine Art, die eusaprob ist (vgl. SLAĎEČEK 1973); + bedeutet, daß die Art vereinzelt auch in diesem Bereich vorkommen kann.

Abb. 1 stellt die am meisten vorkommenden Beispiele der besten und mittleren Indikatoren dar. Man erkennt die Abflachung der GAUSS'schen Kurve und den Verlust ihrer Steilheit bei erniedrigten Werten des Indikationsgewichtes. Der Fall des schlechten Indikators ist nicht dargestellt.

3. Der Saprobitätsindex

PANTLE & BUCK (1955) haben den bedeutendsten Beitrag zur Quantifizierung der biologischen Wasseranalyse gemacht. Ihr Saprobitätsindex „S" (ursprünglich „Saprobienindex", auch der „saprobe Index") ermöglicht eine Berechnung der Saprobitätsstufe, die dann in die jeweilige Wassergüteklasse überführt werden kann, und stellt zugleich eine indirekte, lineare Skala der Saprobität dar. Die Originalwerte lagen zwischen +1 und +4, die erweiterten Werte (SLÁDEČEK, 1969, 1973) zwichen –1,5 und +8,5. Dieser Index ermöglicht, daß Grundwasser, Oberflächenwasser und Abwasser auf einer Einheitsskala untergebracht werden können und daß auch die Kriterien für Nutzung des Wassers mit biologisch begründeten Zahlenwerten angegeben werden können; z. B. soll in der Tschechoslowakei ein Fließgewässer mit Trinkwasserabnahme S = 2,2 nicht überschreiten und andere Oberflächengewässer sollen den Wert S = 3,2 nicht überschreiten, womit zugleich die höchstzugelassene Verunreinigung biologisch definiert wird.

4. Das Verhältnis von S zu BSB_5.

Einer der kritischen Vorwürfe gegen die saprobiologische Analyse war, daß sie tautologisch sei, ohne Verankerung in einer objektivierbaren wissenschaftlichen Basis. Mehrere Autoren haben diesen Mangel überwunden und stellten den Zusammenhang zwischen dem Saprobitätsindex „S" und BSB_5-Werten tabellarisch oder graphisch dar. Abb. 2 zeigt die modernste Version dieser Bestrebungen. In Tab. 3 sind die Saprobitätsstufen mit dem BSB_5 und anderen chemischen sowie bakteriologischen Werten korreliert dargestellt. Die Korrelation muß jedoch als eine ungefähre angenommen werden, da sich dabei viele andere Faktoren störend auswirken.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

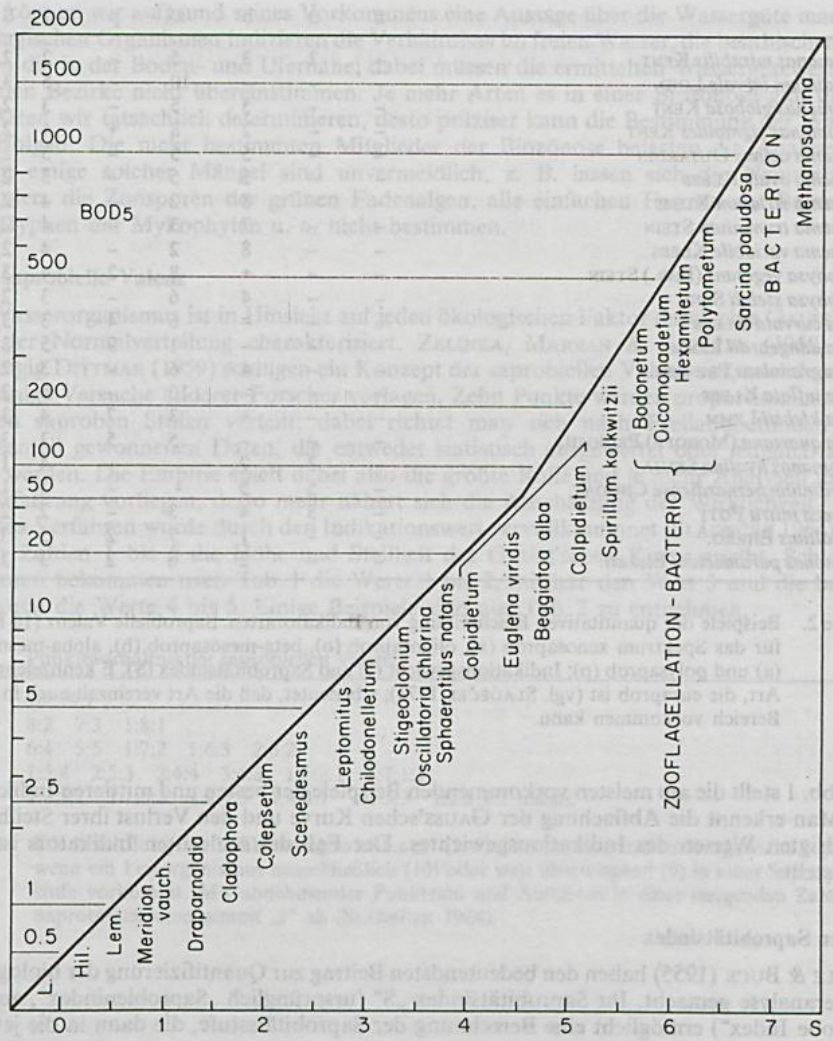

Abbildung 2. Verhältnis von den mittleren Werten von BSB_5 (Ordinate) und dem Saprobitätsindex „S" (Abzisse) nach SLÁDEČEK & TUČEK (1975). L = *Lithoderma,* Hil. = *Hildenbrandia,* Lem. = *Lemanea,* Vauch. = *Vaucheria.* BSB_5-Werte in mg pro Liter.

5. Verhältnis von S zur Strömungsgeschwindigkeit

In Fließgewässern gilt die Strömung als allerwichtigster Faktor. ZIMMERMANN (1961) stellte experimentell fest, daß sich die benthischen Biozönosen mit der Strömungsgeschwindigkeit bei den gleichen BSB_5-Belastungen ändern. Bei 80 cm pro sec. zeigen sie um einen Saprobitätsgrad bessere Verhältnisse an als bei 5 cm pro sec. Diese Veränderungen sind also regelmäßig und man muß mit ihnen bei der Ermittlung der Wassergüte rechnen.

6. Schwachstellen

Erstens muß man Systematik und Taxonomie nennen. Nicht alle Artbestimmungen sind einwandfrei nach dem heutigen Stand der Wissenschaft, die sich übrigens noch ständig weiter entwickelt und in der zeitweise unterschiedliche Anschauungen und manchmal sogar Irrtümer vorherrschen. Die echten Systematiker vernachlässigen leider die Ökologie, manchmal vereinigen sie in einer Sammelart mehrere ökologisch unterschiedliche Formen und richten

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Stufe	S	BSB_5	Koliforme Keime pro Liter	Psychrophile Keime pro ml (Agar-Platten-Methode)
x	0,5	1	10 000	1000
o	1,5	2,5	50 000	10 000
b	2,5	5	100 000	50 000
a	3,5	10	1 000 000	250 000
p	4,5	50	30 000 000	2 000 000
i	5,5	400	3 000 000 000	10 000 000
m	6,5	700	10 000 000 000	100 000 000
h	7,5	2000	1 000 000	1 000 000 000
u	8,5	120 000	0	0

Tabelle 3. Vergleich der Saprobitätsstufen nach SLÁDEČEK (1969, 1973) und des zugehörigen Saprobitätsindex (S) mit BSB_5 (in mg pro Liter) und bakteriologischen Kennwerten. Zur Erläuterung von x, o, b, a und p siehe Tab. 2. i = isosaprob, m = metasaprob, h = hypersaprob, u = ultrasaprob; i bis u umfaßt den Bereich der „Eusaprobität" im Gegensatz zur „Limnosaprobität" (x bis p) im Sinne von SLÁDEČEK (1973).

Bemerkung: Die BSB_5-Werte in den Stufen x bis p können in stehenden Gewässern die hier angegebenen Nummern bis ums Zweifache überschreiten.

sich nach Merkmalen, die man bei der Untersuchung der lebendigen Organismen nicht anwenden kann. Es besteht die Gefahr, daß sich in der Zukunft die Systematik der Praxis so entfremdet, daß man in der Gewässeruntersuchung einen anderen Weg suchen muß. CURDS (1969) und BICK (1972) haben einen solchen Weg bei den Ciliaten bereits angedeutet.

Zweitens ist hier zu nennen die Unsicherheit in der Ermittlung der saprobiellen Valenz und damit auch bei der Festlegung des individuellen Saprobitätsindex, hier hoffentlich nur auf der ersten Dezimalstelle. Kein Forscher hat genug Erfahrung und Übersicht, um alle Organismen richtig zu klassifizieren. Sehr verdienstvoll sind die Zusammenstellung von MAUCH (1976) und verschiedene kleinere Listen (z. B. BICK & KUNZE, 1971). In der Form der saprobiellen Valenz wurden bisher etwa 3500 Indikatoren klassifiziert (SLÁDEČEK 1976). Die experimentellen Befunde der BICK'schen Schule haben viel zur Aufhellung der Situation beigetragen.

Drittens ist ein Hindernis, daß sich die saprobielle Valenz der Arten und Ökomorphen weiter entwickelt, daß sie nicht konstant ist und daß sich die Organismen den neuen Bedingungen (z. B. Eutrophierung) anpassen. Falls nicht, so sterben sie aus. Das dokumentiert z. B. ein merklicher Rückgang der Xanthophyceen oder auf der anderen Seite die große Anpassungskraft der Grünalgen, die ihren individuellen Saprobitätsindex während der letzten 30 Jahre um etwa 0,3 bis 0,5 Saprobitätsstufen in der Richtung zu Eutrophierung und Saprobierung verschoben haben. Auch die amtlichen Richtlinien zur Wassergütebeurteilung lassen einen Trend zu sich erhöhenden BSB_5-Werten in den gleichen Wassergüteklassen erkennen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die einmal festgesetzten Werte der saprobiellen Valenz nach 20–25 Jahren zu revidieren, womöglich in einem internationalen Maßstab.

Literatur

BICK, H. (1972): Ciliated Protozoa. An illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology. – World Health Organization, Geneva, 198 S.

– & KUNZE, S. (1971): Eine Zusammenstellung von autökologischen und saprobiologischen Befunden an Süßwasserciliaten. – Int. Rev. ges. Hydrobiol. **56**, 337–384.

CURDS, C. R. (1969): An illustrated key to the British freshwater Ciliated Protozoa commonly found in activated sludge. – Water Pollution Research Technical Paper **12**, S. 90. – London (Her Majesty's Stationery Office).

DITTMAR, H. (1959): Reicht das bisherige Saprobiensystem für die Gütebeurteilung eines Gewässers aus? – Forschung und Beratung Reihe A, H. **8**, 263–265.

FJERDINGSTAD, E. (1964): Pollution of streams estimated by benthal phytomicro-organisms I. A saprobic system based on communities of organisms and ecological factors. – Int. Rev. ges. Hydrobiol. **49**, 63–131.

KOLKWITZ, R. & MARSSON, M. (1902): Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. – Mitt. Prüfungsanst. Wasserversorg. Abwasserbeseit. **1**, 33–72.

– & – (1908): Ökologie der pflanzlichen Saprobien. – Ber. dt. Bot. Ges. **26A**, 505–515.

– & – (1909): Ökologie der tierischen Saprobien. – Int. Rev. ges. Hydrobiol. **2**, 126–152.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

LIEBMANN, H. (1951): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Bd. 1. 1. Aufl. 539 S. – München (Oldenbourg).
– (1962): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Bd. 1. 2. Aufl. 588 S. – Jena (G. Fischer).
MAUCH, E. (1976): Leitformen der Saprobität für die biologische Gewässeranalyse. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg **21**, XLVII + 797 S. – Frankfurt a. M.
PANTLE, R. & BUCK, H. (1955): Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. – Gas und Wasserfach **96**, 604.
SLÁDEČEK, V. (1964): Zur Ermittlung des Indikations-Gewichtes in der Gewässeruntersuchung. – Arch. Hydrobiol. **60**, 241–243.
– (1969): The measures of saprobity. – Verh. Internat. Verein. Limnol. **17**, 546–559.
– (1973): System of water quality from the biological point of view. – Arch. Hydrobiol./Ergebn. Limnol. **7**, 1–218.
– (1976): (Bestimmung des Saprobitätsindexes). (Tschechisch). 181 S. – Praha (Ministerium f. Forst- und Wasserwirtschaft).
– & TUČEK, F. (1975): Relation of the saprobic index to BOD_5. – Water Research **9**, 791–794.
ZELINKA, M., MARVAN, P. & KUBÍČEK, F. (1959): (Auswertung der Wassergüte von Oberflächengewässern). (Tschechisch.) 155 S. – Opava (Schlesien-Institut der ČSAV).
ZIMMERMANN, P. (1961): Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit auf die Fließwasserbiozönosen. – Verh. Internat. Verein. Limnol. **14**, 396–399.

Anschrift des Verfassers: Doz. Dr. Vladimir Sládeček, Lehrstuhl für Wassertechnologie und Umweltschutz, Trojanova 13, 12000 Praha 2, Tschechoslowakei.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: BH_26

Autor(en)/Author(s): Sládecek Vladimir

Artikel/Article: Kenntnisstand und aktuelle Probleme bei der Beurteilung der Wassergüte mittels Bioindikatoren 99-104