

**19.79**

Umweltanalyse mit Zahnbürste und Planktonkäscher  
Fließgewässer-Bewertung mit Hilfe von Diatomeen

Juni 2015

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover  
Schulbiologiezentrum Hannover

Titel: Umweltanalyse mit Zahnbürste und Planktonkäscher  
Fließgewässer-Bewertung mit Hilfe von Diatomeen

Titelbild: Ingo Mennerich

**Arbeitshilfe 19.79**

Verfasser: Ingo Mennerich

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover  
Fachbereich Bibliothek und Schule  
Schulbiologiezentrum  
Vinnhorster Weg 2  
30419 Hannover  
Tel: 0511/168-47665  
Fax: 0511/168-47352  
E-Mail: schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de  
Internet: www.schulbiologiezentrum.info

## Inhalt

Einige Worte vorweg	3
Bewertung von Gewässern mit Hilfe von "Zeiger-Organismen"	5
• Arbeitsblatt: Gewässeruntersuchung nach Zeiger-Tierarten (Makrofauna)	8
Fließgewässer sind anders...	10
Diatomeen und abiotische Faktoren	11
Wie erkennt man Diatomeen?	12
Zeitpunkt der Probenentnahme	14
Diatomeen "online"	14
Im Unterricht eingesetzte Bestimmungshilfen	15
Diatomeen als "Umweltanzeiger"	15
Diatomeen-Arten und Saprobienwerte	16
Beispiel: Vom Schmierfilm auf Steinen zur Gewässergüteklasse	17
Von der Art zur Gattung	19
Arbeitsblätter	
• Diatomeen-Gattungen im Stöckener Bach (Schulbiologiezentrum Hannover)	20
• Diatomeen (Kieselalgen) als Fließgewässergüte-Indikatoren (Ia), Saprobienwerte/Arten	22
• Diatomeen (Kieselalgen) als Fließgewässergüte-Indikatoren (Ib), Saprobienwerte/Arten	24
• Diatomeen (Kieselalgen) als Fließgewässergüte-Indikatoren (II), Saprobienstufen/Arten	28
• Diatomeen (Kieselalgen) als Fließgewässergüte-Indikatoren (III), Saprobienstufen/Gattungen	31
Anhang:	34
Diatomeen-Arten Trophiewerte, Saprobienwerte, Gewichtungsfaktoren, Gattungs-Mittelwerte	

## Einige Worte vorweg

Warum Diatomeen als "Gewässergüte-Anzeiger"?

Im Biologieunterricht tritt das Thema "Artenkenntnis" zunehmend hinter der Vermittlung von Struktur- und Funktionsprinzipien zurück. Die "Gesamtschau" des Tier- und Pflanzenreichs, so wie es noch in der Mitte des zwanzigsten Jahrhundert in Schulbüchern (GARMS oder der EWALD) ist aus der Mode gekommen.

Natürlich kann man einwenden, dass die hoch bewertete Vielfalt der belebten Natur viel zu umfangreich ist um in der unter Zeitmangel leidenden Schule abgebildet zu werden.

Aber ist es heute nicht - überspitzt formuliert - soweit gekommen, dass der Schulabgänger zwar den Ablauf der Photosynthese darstellen kann, im Wald aber kaum in der Lage ist, drei Bäume auseinanderzuhalten.

Warum also "Kieselalgen" in einer Situation, wo schon die "großen" Arten keinen Platz mehr finden?

Qualitatives und quantitatives Erfassen von Umweltfaktoren und das auf Fakten gegründete Bewerten haben einen hohen Wert im Biologieunterricht. Das gilt auch für das praxisbezogene Arbeiten mit

fachspezifischen Methoden. Bei der Gewässeruntersuchung mit Käscher, Binokular, Bestimmungsbüchern treffen viele Kompetenzbereiche zusammen. Die Möglichkeit, in kleinen Gruppen einen Lebensraum selbst zu entdecken ist für die meisten Schüler ein motivierendes "Highlight" im Biologieunterricht.

Die Nachfrage nach Gewässerkursen im Schulbiologiezentrum, im Bio-LAB der IGS Mühlenberg und in der Waldstation Eilenriede zeigt das sehr deutlich.

Normalerweise käschern wir größere Tiere, vom Wasserfloh bis zum Teichmolch. Kleinere Organismen, von denen die "Makrofauna" lebt bleiben in der Regel außen vor. Das Mikroskop wird im Unterricht immer seltener eingesetzt.

Das führt zu einem "schiefen", auf größere Lebewesen gerichteten und "unsichtbares" vernachlässigten Blick. Dabei gibt es viel mehr "niedere" als "höhere" Lebewesen, sowohl Arten als auch Individuen.

Betrachten wir ein größeres Gewässer, die Nordsee: Bei einer geführten Wattwanderung oder in Nationalparkzentren erfährt man viel über Watvögel, Muscheln, Schnecken und Würmer. Wer aber schon kennt das Periphyton?

Im Watt erleben wir die haptische Seite des Periphytons: Man kann auf der schmierigen Oberfläche mit blanken Füßen „schlickrutschen“. Überall herumliegende Häufchen aus „Sand-Spaghettis“ weisen auf die unterirdisch lebenden Wattwürmer hin die von diesem Überzug leben. Sie wiederum sind Beute der Vögel, die zu Zugzeiten zu Abertausenden Nahrung im Watt suchen.

An den Strand gespülte Schulp von Tinten“fischen“ (Sepia) sind manchmal braun überzogen und sehen so aus, als wären sie „verölt“. Aber unter dem Mikroskop zeigt sich: Der braune, mit dem Finger oder der Bürste leicht abstreifbare Belag besteht - wie die Wattoberfläche - fast ausschließlich aus Lebewesen. Das ist das "Periphyton". Unter dem Mikroskop eröffnet sich eine Welt verschieden geformter, teilweise auf der Oberfläche sitzender (sessiler), teilweise sich langsam ohne Arme und Beine wie Schiffe bewegender Organismen, den Diatomeen (Kieselalgen).

Diatomeen gibt es nicht nur im Wattenmeer sondern in Gewässern tief im Binnenland.

Sie sind ein nicht unerlässlicher Teil des Stoff- und Nahrungskreislaufs eines aquatischen Ökosystems. In jedem natürlich lebenden Fisch den wir essen, ob Hering oder Bachforelle stecken auch Kieselalgen!

Warum also Diatomeen als Gewässergüte-Indikatoren?

- Das Phytoplankton, und hier besonders die Diatomeen, spielen eine immer größer werdende Rolle in der professionellen Gewässergütebeurteilung (EU-Wasserrahmen-Richtlinie, DTI-Index, PHYLIB)
- In Fließgewässern tritt die frei schwimmende Makrofauna benthischer Organismen deutlich zurück
- Kieselalgen sind als einheitlich gebaute Gruppe relativ leicht unter dem Mikroskop zu erkennen
- Die in unseren Gewässern vorkommenden Diatomeen-Gattungen sind recht gut gegeneinander abgrenzbar. Auf die schwierige Artenbestimmung kann im Unterricht verzichtet werden.
- Das Mikroskopieren der Algen ist kein Selbstzweck sondern Teil einer Untersuchung
- Den meisten Diatomeen-Arten ist ein Saprobienwert zugeordnet
- Die als didaktische Reduktion daraus errechneten Gattungsbezogenen Saprobien-Mittelwerte weichen in den meisten Fällen nicht allzu stark von denen der Arten ab.
- Die durch diese Vereinfachung auftretenden (und diskutierbaren!) Ungenauigkeiten sind im Biologieunterricht vernachlässigbar: Wichtig ist das Kennenlernen der Methode
- Die sich nur langsam oder nicht bewegenden Diatomeen lassen sich leicht auszählen
- Sie lassen sich im Gegensatz zu bewegungsaktiven Lebewesen mit Handys leicht fotografieren
- Diatomeen (wie Algen generell) sind ein wesentlicher Teil der Nahrungskette
- Die Schüler lernen einen sonst meistens stark vernachlässigten Teil des Ökosystems Gewässer kennen und füllen den unteren Teil der Nahrungspyramide mit erlebtem Inhalt.

Unser Vorschlag, statt mit "großen" mal mit "kleinen" Organismen zu arbeiten erhebt keinen professionellen Anspruch. Bioindikation liefert nur ein Parameter der Gewässergütebestimmung und der Aussagewert der vorgestellten Methode lässt sich unter anderen Gesichtspunkten überprüfen. In jedem Fall ist der Umgang mit Diatomeen eine "Reise" in die Welt des sonst vielleicht lebenslang Verborgenen und Geringgeschätzten.

### Bewertung von Gewässern mit Hilfe von "Zeiger-Organismen"

Die Bewertung der Wasser- und ökologischen Qualität von Stillgewässern, also Seen und Teichen kann einerseits über die Erfassung abiotischer Faktoren (Licht, Nährsalzgehalt etc.) erfolgen, andererseits oder (besser) parallel dazu mit Hilfe von Bioindikatoren.

So zeigen z.B. Eintagsfliegen-Larven (aus unserer Sicht) "gute" sauerstoffreiche, Zuckmücken-Larven dagegen "schlechte", sauerstoffarme Bedingungen an. Die bewegungsaktiven, mit relativ großflächigen Kiemen ausgestatteten Eintagsfliegen können nur im sauerstoffreichen "Präferenzoptimum" mit anderen Organismen konkurrieren, wogegen die durch Hämoglobin rot gefärbten Zuckmücken-Larven dadurch begünstigt sind, dass sie für Lebensverhältnisse angepasst sind, bei denen andere Lebewesen längst "auskonkurriert" sind.

Für Stillgewässer gibt es eine Bewertungsklassifikation in Form von "Saprobienstufen".

Gewässergüteklassen						
I Oligosaprob	I	os	1	1,0 - 1,5	1,0	I
					1,1	
					1,2	
					1,3	
					1,4	
II β-mesosaprob	I/II	os/bms	1 - 2	1,5 - 1,8	1,5	II
					1,6	
					1,7	
					1,8	
III α-mesosaprob	II/III	bms/ams	2 - 3	2,3 - 2,7	1,9	III
					2,0	
					2,1	
					2,2	
					2,3	
IV polysaprob	III/IV	ams/ps	3 - 4	3,2 - 3,5	2,4	IV
					2,5	
					2,6	
					2,7	
					2,8	
	IV	ps	4	3,5 - 4,0	2,9	IV
					3,0	
					3,1	
					3,2	
					3,3	
					3,4	
					3,5	
					3,6	
					3,7	
					3,8	
					3,9	
					4,0	

Die 4 Gewässergüteklassen I - IV werden durch Zwischenstufen in 7 Saprobienstufen gegliedert.

Die Grenzen sind durch den aus den Saprobienwerten und Häufigkeiten errechneten Saprobienindex (SI) festgelegt.

Beispiel:

SI = 2,4 → GGKl II  
(β-mesosaprob)

Saprobienstufe II/III bms/ams  
α-mesosaprob / β-mesosaprob

Um den "Saprobien-Index" eines Gewässers zu ermitteln werden große, in der Regel mit dem bloßen Auge oder kleinere unter dem Binokular sicht- und identifizierbare Tiere, die so genannte "Makrofauna", zahlenmäßig erfasst.

Einige davon (aber nicht alle!) sind Indikator- oder Leitorganismen für bestimmte Gewässerzustände. Je enger ihre physiologischen und ökologische Präferenzen, je stenöker also die Arten, desto größer ihre Zeigerfunktion.

Entscheidend für die Gesamtbetrachtung sind der "Zeigerwert" und die Individuenzahl der Arten.

Die Individuenzahl wird in 7 Häufigkeitsklassen (H) gefasst:

Anzahl	H	Anzahl	H
1	1	81 – 150	5
2 – 10	2	151 – 300	6
11 – 40	3	>300	7
41 – 80	4		

Die Häufigkeit ist natürlich vom Zufall und vom Ausschnitt der Betrachtung abhängig. Dier eine Probe wird mehr, die andere weniger Organismen enthalten und uhr relativer Anteil wird unterschiedlich ausfallen. Im Falle des Phytoplanktons müsste man den Durchschnitt aus einer eine Vielzahl von Proben errechnen. In der professionellen Phytoplanktonbasierten basierten Gewässergüteuntersuchung bedient man sich des heute des Computers der die Arten erkennt (!) und ihre relative Häufigkeit bestimmt. In der Schule darf unseres Erachtens einfach grob ausgezählt werden.

Vielen der in ökologischen Bestimmungsbüchern (z.B. SCHWAB) aufgelisteten Arten ist ein "Saprobienwert" (s-Wert) beigeordnet. Die s-Werte der gefundenen Tiere werden zusammen mit der Anzahl der Individuen (Häufigkeitsklassen!) einer Art durch einfache Formel zum **Saprobienindex** (SI) verknüpft:

$$SI = \frac{\sum h * s}{\sum h}$$

In Worten:

Der Saprobienindex errechnet sich aus der Summe der Produkte aus Häufigkeitsklasse und Saprobienwert geteilt durch die Summe der Häufigkeitsklasse.

Werden sowohl stenöke als auch euryökere Organismen herangezogen wird ihnen zusätzlich noch ein "Gewichtungsfaktor" oder "Stenökiefaktor" (in der Regel 1 - 5) hinzugefügt. Hohe g-Werte sind Ausdruck von Stenökie.

$$SI = \frac{\sum h * s * g}{\sum h * g}$$

Berechnungsbeispiel (Makrofauna)::

Tierart	s*	H	s x H
Schlamm Schnecke ( <i>Lymnea stagnalis</i> )	2,0	3	6,0
z.B. Schlammröhrenwurm ( <i>Tubifex tubifex</i> )	3,5	2	7,0
z.B. Pferdeegel ( <i>Helobdella stagnalis</i> )	2,6	1	2,6
Büschelmücken (Larve), ( <i>Chaoborus spec.</i> )	k. A.	(3)	0
Wassermilben, z.B. Blutrote Kugelmilbe ( <i>Hydrachna cruenta</i> )	2	3	6,0
Furchenschwimmer ( <i>Acilius sulcatus</i> )	2	2	4,0
Rückenschwimmer ( <i>Notonecta glauca</i> )	2	3	6,0
Eintagsfliegen_Larve: Glashaft ( <i>Baëtis rhodani</i> )	2,3	3	8,9
	Summe H	17	
	Summe (s x H)		40,5

$$SI = \frac{\sum s \cdot h}{\sum h} = \frac{40,5}{17} = 2,38$$

Der hier ermittelte SI-Wert weist auf  $\beta$ - bis  $\alpha$ -mesosaprobe Verhältnisse hin.

Die im folgenden Protokollbogen aufgeführten s-Werte Werte wurden SCHWAB, Helmut: „Süßwassertiere / Ein ökologisches Bestimmungsbuch“ entnommen.

## Gewässeruntersuchung nach Zeiger-Tierarten (Makrofauna)

Gewässer: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Tageszeit: \_\_\_\_\_

<b>H = Häufigkeitsklassen</b>	Anzahl	H	Anzahl	H
	1	1	81 – 150	5
Achtung:	2 – 10	2	151 – 300	6
Die Tierarten werden je nach der gefundenen Individuentahl	11 – 40	3	>300	7
in „Häufigkeitsklassen“ eingruppiert	41 – 80	4		

Tierart	s*	H	s x H
<b>Schnecken</b>			
Tellerschnecke ( <i>Planorbis planorbis</i> oder <i>Anisus vortex</i> )	2,0		
Napfschnecke ( <i>Acroloxus lacustris</i> )	2,2		
Schlamm Schnecke ( <i>Lymnea stagnalis</i> )	2,0		
Blasenschnecke ( <i>Physa fontinalis</i> )	2,4		
Sumpfschnecke ( <i>Viviparus viviparus</i> )	2,0		
Federkiemenschnecke ( <i>Valvata piscinalis</i> )	2,1		
<b>Muscheln</b>			
Flußmuschel ( <i>Unio crassus</i> )	1,8		
Kugelmuschel ( <i>Sphaerium corneum</i> )	2,3		
<b>Schwämme</b>			
Süßwasserschwämme, z.B. Geweihschwamm ( <i>Spongilla lacustris</i> )	2,2		
<b>Nesseltiere</b>			
Süßwasserpolypen, z.B. Grüner Süßwasserpolyp ( <i>Chlorohydra viridissima</i> )	1,3		
<b>Strudelwürmer</b>			
z.B. Dreieckskopf-Strudelwurm ( <i>Dugesia gonocephala</i> )	1,6		
<b>Wenigborster</b>			
z.B. Schlammröhrenwurm ( <i>Tubifex tubifex</i> )	3,5		
<b>Egel</b>			
z.B. Pferdeegel ( <i>Helobdella stagnalis</i> )	2,6		
<b>Mücken</b>			
Stechmücke (Larve), ( <i>Culex pipiens</i> )	k. A.		
Büschelmücken (Larve), ( <i>Chaoborus spec.</i> )	k. A.		
Zuckmücken (Larve), ( <i>Chironomidae</i> )	3,3		
Kriebelmücken (Larve), ( <i>Simuliidae</i> )	k. A.		



<b>Spinnentiere</b>			
Wassermilben, z.B. Blutrote Kugelmilbe ( <i>Hydrachna cruenta</i> )	2		
Wasserspinne ( <i>Argyroneta aquatica</i> )	2		
<b>Krebse</b>			
Wasserassel ( <i>Asellus aquaticus</i> )	2,7		
Flohkrebs (z.B. Gewöhnlicher Flohkrebs <i>Gammarus pulex</i> )	2,1		
<b>Käfer</b>			
Gelbrandkäfer ( <i>Dytiscus marginalis</i> )	2		
Wasserkäfer z.B. Braunfüßiger Teichkäfer ( <i>Hydrobius fuscipes</i> )	3		
Kugelschwimmer ( <i>Hyphydrus ovatus</i> )	2		
Furchenschwimmer ( <i>Acilius sulcatus</i> )	2		
Taumelkäfer ( <i>Gyrinus substriatus</i> )	k. A.		
<b>Wasserläufer</b>			
Wasserläufer ( <i>Gerris lacustris</i> )	k. A.		
Teichläufer ( <i>Hydrometra stagnorum</i> )	k. A.		
Stoßwasserläufer, z.B. Bachwasserläufer ( <i>Velia caprai</i> )	k. A.		
<b>Wasserwanzen</b>			
Wasserskorpion ( <i>Nepa rubra</i> )	2		
Rückenschwimmer ( <i>Notonecta glauca</i> )	2		
Ruderwanze ( <i>Corixa punctata</i> )	2		
<b>Netzflügler</b>			
Schwammfliege ( <i>Sysira fuscata</i> )	2		
Bachhaft ( <i>Osmylus fulvicephalus</i> )	k. A.		
<b>Eintagsfliegen (Larve), z.B. Glashaft (<i>Baëtis rhondani</i>)</b>	2,3		
<b>Steinfliegen (Larve), z.B. Gelbbeinige Uferfliege (<i>Nemoura cinerea</i>)</b>	2		
<b>Köcherfliegen (Larve), z.B. Große Köcherfliege (<i>Phryganea grandis</i>)</b>	2		
<b>Schlammfliegen (Larve), (z.B. <i>Sialis spec</i>)</b>	2		
<b>Libellen</b>			
Kleinlibelle (Larve), z.B. Becher-Azurjungfer ( <i>Enallagma cyathigerum</i> )	2		
Großlibelle (Larve), z.B. Blaugrüne Mosaikjungfer ( <i>Aeshna cyanea</i> )	2		
	Summe H		
	Summe (s x H)		

$$SI^{**} = \frac{\text{Summe (s x H)}}{\text{Summe H}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

\*) Saprobienwert s    \*\*) Saprobienindex SI (Gesamtbewertung)    k. A. : Keine Angabe möglich

(Werte nach Schwab, Helmut: „Süßwassertiere / Ein ökologisches Bestimmungsbuch“)

Me2013

## Fließgewässer sind anders...

Fließgewässer haben eine für die Makrofauna und insbesondere für das Phyto- und Zooplankton sehr unangenehme Eigenschaft: Sie fließen! Mal starker, mal schwächer. Dabei spülen sie alles talwärts was nicht in irgendeiner Form verankert ist.

Still ruht der See. Ganz anders der Fluss in den man, griechischen Denkern folgend, nie zweimal steigen kann („Panta rei“).

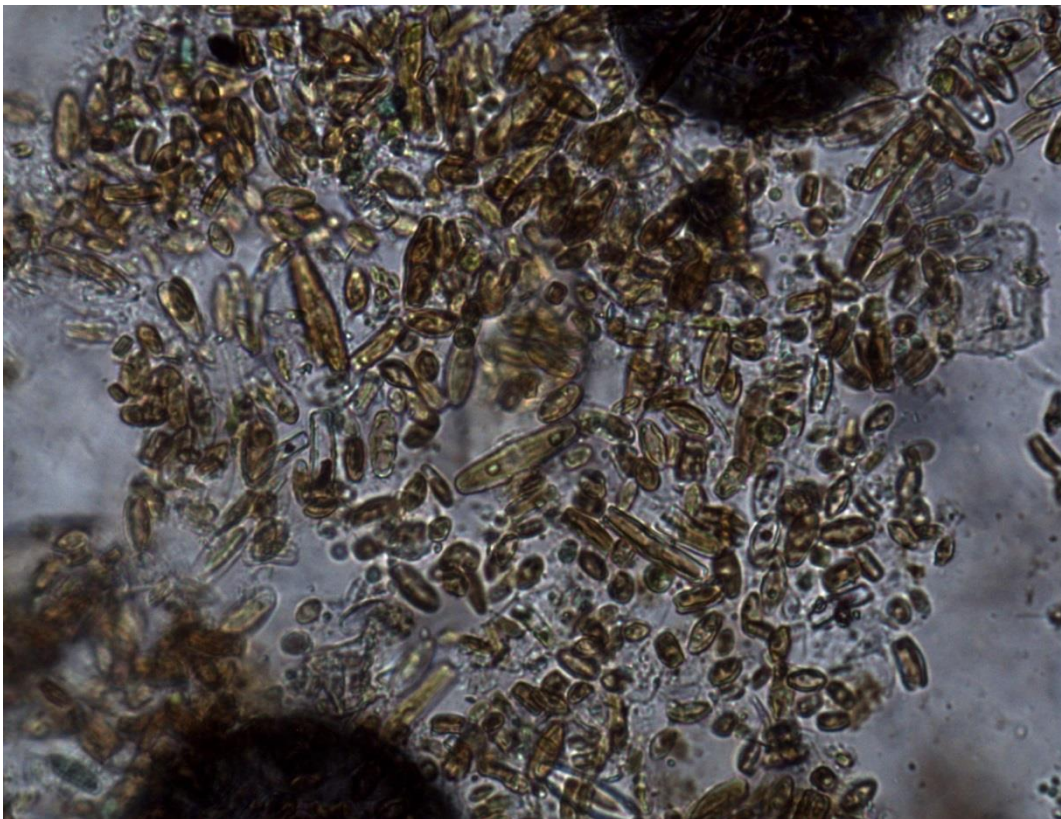
Die Fauna der Fließgewässer muss dem Fließen angepasst sein. Das Artenspektrum eines Stillgewässers unterscheidet sich infolgedessen meist erheblich von dem eines Fließgewässers.

Viele Fließgewässer-Tiere sind stromlinienförmig gebaut und drücken sich fest an eine unbewegliche Unterlage. Andere suchen Schutz unter Steinen, zum Beispiel die für Fließgewässer typischen, in Seen eher weniger vorkommenden Köcherfliegen- und Steinfliegen-Larven.

Nimmt man einen Stein aus dem Bach, fühlt er sich schmierig (glitschig) an. Das ist der haptische Ausdruck des so genannten „Periphytons“, einer den Meisten völlig unbekannt, vielfältigen Gesellschaft aus winzigen Lebewesen, denen es gelingt, sich irgendwie an den dem fließenden Wasser trotzen den Steinen festzuhalten.

Bringt man etwas von dem bräunlichen Schmierfilm unter das Mikroskop, eröffnet sich eine Welt verschieden geformter, teilweise auf der Oberfläche sitzender (sessiler), teilweise sich langsam ohne Arme und Beine wie Schiffe bewegend Organismen., den Diatomeen (Kieselalgen).

Zum Einsammeln vor Ort reicht eine alte Zahnbürste und ein verschließbares Glas.



Kieselalgen, mehrheitlich zur Gattung *Achnanthes* gehörend (Foto: Ingo Mennerich)

Braune, glitschige Schmiere auf einem Bachkiesel, mit dem Finger abgewischt und "quick and dirty" auf den Objektträger entpuppt sich unter dem Mikroskop als Anhäufung winziger Lebewesen:

## Diatomeen und abiotische Faktoren

Algen sind photoautotroph, das heißt, sie brauchen, wie alle grünen Pflanzen, nur Licht und Kohlenstoffdioxid um sich zu ernähren. Kieselalgen sind aber nicht grün, sondern braun, was ihren Wiedererkennungswert unter dem Mikroskop deutlich steigert. Der grüne Blattfarbstoff Chlorophyll ist bei ihnen überdeckt durch ein braunes Pigment, das Fucoxanthin. Dieses, auch für Braunalgen typische Pigment absorbiert Licht im grünen Spektralbereich (510 – 525 nm) das vom Chlorophyll selbst nicht genutzt werden kann. Chlorophyll absorbiert blau-violettes und rotes Licht. Rotes Licht dringt im Gegensatz zum blauen nur wenig in den Wasserkörper ein. Durch Fucoxanthin schaffen es die Diatomeen, das Licht der für das Chlorophyll wertlosen „Grünlücke“ zu nutzen und die Energie auf die Pigmente zu übertragen, die das rote Licht nutzen.

„Kiesel-Algen“ heißen so, weil sie sich mit zwei, von ihnen selbst erzeugten, durchsichtigen Schalen aus dem Anhydrid der „Kieselsäure“ (Siliziumdioxid  $\text{SiO}_2$ ) umgeben. Aus Silizium bestehen auch der Sand am Strand, der Quarz in den gleichnamigen Uhren und die Solarzellen auf unseren Hausdächern.

Siliziumhaltigen Sand gibt es im Watt und im Bach genug. Der Weg des Siliziums aus dem Sandkorn in die Diatomeen-Schalen ist kompliziert:

In Anwesenheit von Kohlensäure ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) werden wasserunlösliche siliziumhaltige Mineralien in Kieselsäuren,  $\text{SiO}(\text{OH})_2$  oder  $\text{Si}(\text{OH})_2$  verwandelt und in dieser wasserlöslichen Form von Diatomeen aufgenommen. Dort wird das Silizium an bestimmten strukturbildenden Proteinen wie an einer Matrix als Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) ausgefällt.

Das Vorkommen von Diatomeen ist also an die Voraussetzung gebunden, das das Wasser kieselsäurehaltig ist. Gleichzeitig brauchen sie, wie jedes andere Lebewesen auch, Licht, Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor. Idealerweise sollte bei Phytoplankton C, N und P im Verhältnis 106 : 16 : 1 (dem „Redfield-Verhältnis“) auftreten. Für Diatomeen erweitert gilt  $\text{C/Si/N/P} = 106 : 16 : 15 : 1$ . Fehlt einer dieser Faktoren, kann sich der Organismus nicht entwickeln. Das „Gesetz des Minimums“ erklärt die saisonalen Blüten.

Dringt im Frühjahr bei höher und länger über dem Horizont stehender Sonne wieder mehr Licht ins Wasser kommt es bei noch hohem  $\text{CO}_2$ -Gehalt und steigender Kieselsäurekonzentration (s.o.) sowie im Winter aufgefüllten N- und P-Reservoirs zu Massenentwicklungen. Die dann zunehmend in den Organismen fixierten Stoffe führen zum Mangel an Nährstoffen. Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt des Wassers geht durch Photosynthese und steigende Temperaturen zurück. So kommt es im Sommer trotz tendenziell höherem Lichtangebot zu einer Ausdünnung der Populationen. In nährstoffreichen, eutrophierten Gewässern absorbieren Pflanzen in den oberen Wasserschichten so viel rotes und blaues Licht, dass in tieferen Schichten (ähnlich wie am Boden des Regenwaldes) nur noch grünes Licht übrig bleibt. Die euphotische Zone, in der Photosynthese in Gewässern möglich ist endet definitionsgemäß bei etwa 1% des an der Oberfläche zur Verfügung stehenden Lichts. Durch Trübung (Plankton, Detritus) wird diese durchleuchtete Wasserschicht unter Umständen deutlich geringmächtiger. Erst wenn sich im Herbst durch Remineralisation der Nährstoffpool wieder regeneriert hat, kann es zu einer zweiten Blüte kommen. Im Winter ist neben der Temperatur vor allem das Licht der begrenzende Faktor.

In eutrophen Gewässern kann es, bedingt durch Licht-,  $\text{CO}_2$  und Nährstoffmangel zu einem Überwiegen von Sauerstoff zehrenden Abbauprozessen kommen. Fehlt der Sauerstoff sind Atmungsprozesse gestört, Tiere und Pflanzen sterben ab was den Sauerstoffbedarf noch zusätzlich erhöht.

Unterschiedliche Ansprüche an das wechselnde Angebot abiotischer Faktoren führen dazu, dass das Phytoplankton (und das darauf aufbauende Zooplankton) in Anzahl und Zusammensetzung starken saisonalen Schwankungen unterworfen ist.

Die Ergebnisse einer nur einmal im Jahr durchgeführten biologischen und chemischen Gewässerprobe sind daher nur Momentaufnahmen deren Aussagewert unter größter Zurückhaltung zu betrachten ist.

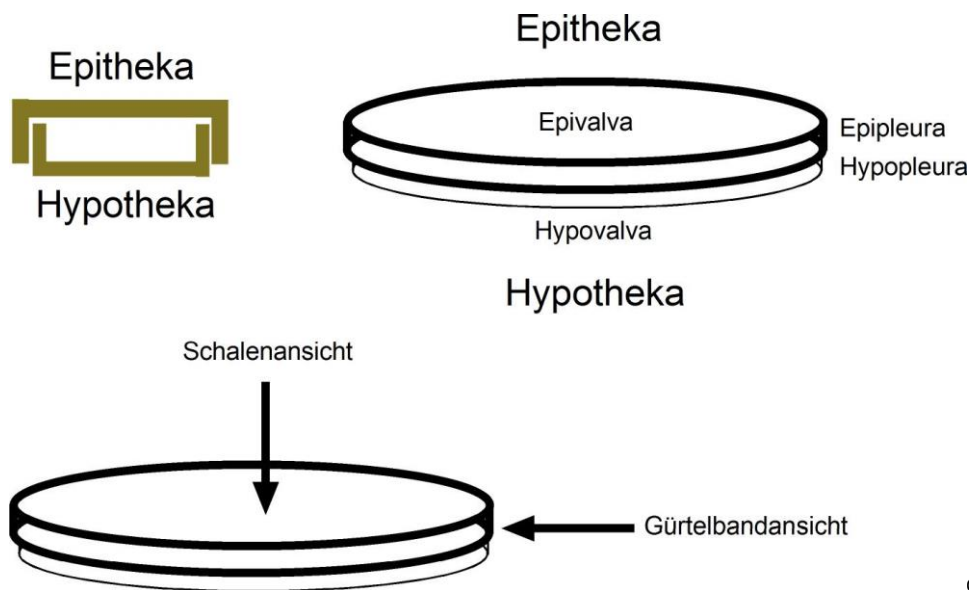
Eine im Frühjahr beobachtete Massentfaltung des Phytoplanktons kann zeitgleich mit einem Mangel an Nitrat, Ammonium und Phosphor einhergehen, weil diese Stoffe bereits in der Biomasse gebunden sind. Dann deutet die Bioindikation auf „eutroph“ während die chemische Zusammensetzung eher in Richtung „oligotroph“ zeigt.

### Wie erkennt man Diatomeen?

Viele Diatomeen-Arten leben benthisch, also auf Aufsitzer z.B. auf Steinen. Planktische Arten treiben frei im Wasser. Im ersten Fall wird ein Schaber oder eine Bürste gebraucht, im zweiten Fall ein feinmaschiges Planktonnetz. Oft reicht es aus, den Gewässerboden etwas aufzumischen und dann zu käschern.

Diatomeen könnte man etwas flapsig als „lebende Petrischalen“ bezeichnen: Eine Petrischale besteht aus der eigentlichen Schale und dem darüber greifenden Deckel.

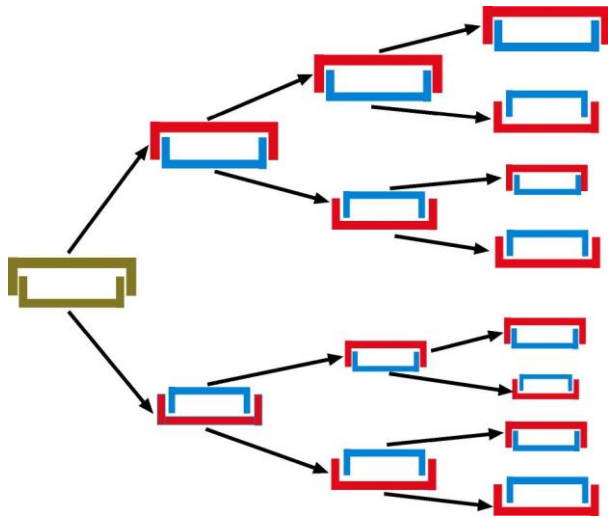
Die (einzellige) Kieselalge umgibt sich mit einer kleineren Hypotheka („Schale“) und einer größeren Epitheka („Deckel“) deren Oberflächen als Hypovalva bzw. Epivalva bezeichnet werden. Die Seiten heißen Hypopleura bzw. Epipleura und bilden zusammen das "Gürtelband".



Wie bei einer Petrischale kann man eine Diatomee von oben (bzw. unten) oder von der Seite her betrachten. Ein und dieselbe Kieselalge, in der Schalen- bzw. Gürtelbandansicht betrachtet, sieht völlig verschieden aus. Ist man sich bei der Bestimmung unsicher lohnt es sich darauf zu warten, dass sich bewegliche Arten, besonders in der Nähe von "Hindernissen" umdrehen. Treten Arten gehäuft auf ist es wahrscheinlich, dass sie sowohl in der Schalen- als auch in Gürtelbandperspektive zu sehen bekommt. Eine Petrischale wird man eher liegend als auf der Seite stehend antreffen und so führt auch die Geometrie der Diatomeen dazu, dass die eine Ansicht häufiger, die andere seltener zu sehen ist. Ein leichtes Antippen des Deckgläschens kann bei einem, dem Plankton ausreichend viel Platz bietenden Wasserfilm zur vorübergehenden "Umkehr" einer Kieselalge führen.

Es gibt zwei Gruppen von Diatomeen, die kreisrunden oder dreieckigen „Centrales“, die wie Petrischalen gebaut sind und die lang gestreckten „Pennales“, deren Schalenaufbau man – je nach Länge und Breite - am besten mit den durchsichtigen Seifenschalen oder den Behältern vergleichen kann, mit denen man Zahnbürsten aufbewahrt.

Diatomeen vermehren sich in erster Linie vegetativ, d.h. durch einfache Zellteilung..



Bei der Zellteilung übernehmen die Tochterzellen jeweils eine der schon in der "Mutterzelle" vorhandenen Schalen. Beide werden zur Epitheka während die kleineren Hypotheken neu gebildet werden. Das hat zur Folge, dass ein Teil der Population von Generation zu Generation immer kleiner wird.

In der Abbildung links sind die jeweils "bleibenden", zur Epitheka werdenden Schalenhälften rot, die neu entstehenden (Hypo-)Theken blau gezeichnet.

Grafik: Ingo Mennerich

Unterschreitet die Kieselalge eine bestimmte Größe, kommt es zur sexuellen Fortpflanzung.

Die Schalen sind, wie man unter einem guten Mikroskop erkennen kann, arttypisch verschieden und fein strukturiert. Hier schaffen es „seelenlose“ Einzeller, aus Sand (oder seinen Abkömmlingen, der Kieselsäure oder wasserlöslichen Silikaten) komplizierte, winzige, im Lichtmikroskop kaum auflösbare und ästhetisch wunderbare Strukturen zu schaffen.

Mit Hilfe dieser Strukturen kann der geübte Beobachter die Vielzahl der sonst schwer zu bestimmenden Diatomeen-Arten auseinander halten.

Ein Erkennungsmerkmal sind die entweder vorhandenen und dann in Anzahl und Anordnung unterscheidbaren oder nicht vorhandenen so genannten Raphen. Raphen sind in der Kieselschale vorhandene Rinnen oder Furchen. Sie verleihen einer Vielzahl der Diatomeen die Fähigkeit, auf einer Unterlage zu kriechen.

Die Raphen-Systematik kann bei der Artbestimmung sehr nützlich sein, vorausgesetzt, man hat ein entsprechendes Mikroskop und viel Zeit Verfügung. Zur Bestimmung der sich häufig sehr ähnlichen Arten innerhalb einer Gattung muss man die im Lichtmikroskop nur schwer erkennbaren Feinstrukturen der Schalen auseinander halten können.

Etwa 6000 Diatomeen-Arten hat man mit Namen versehen. Möglicherweise gibt es 100000 Arten (vergleiche: Es gibt etwa 64200 Arten Wirbeltiere und „nur“ etwa 5500 Säugetier-Arten).

Es gibt also mehr (bekannte) Diatomeen- als Säugetier-Arten!

Diese Artenvielfalt manifestiert sich natürlich nicht an einem Ort und es gibt häufigere und weniger häufige Arten. Darüber hinaus ist das Artenspektrum abhängig vom ökologischen Zustand des Gewässers was unter bestimmten Bedingungen bestimmte Arten nahezu ausschließt.

In der Schule kann und sollte man, nicht so ins Detail gehen.

Bei der Gewässergütebestimmung in der Schule geht weniger um die Genauigkeit als um das praktische Erlernen der Methode. Dazu gehört auch die Einsicht, dass man bei der Untersuchung einer ungeheuren, nicht zu bewältigenden Vielfalt gegenübersteht.

Das genaue Bestimmen überlassen wir den "Profis".

Wir Laien, Lehrer und Schüler, werden uns bei der Art-Ansprache auf mehr oder weniger fundierte Vermutungen beschränken müssen. Meistens wird es bei der Gattung bleiben.

#### **Zeitpunkt der Probenentnahme:**

Nach eigenen Erfahrungen im Schulbiologiezentrum (Stöckener Bach) bietet sich besonders das Frühjahr mit einer hohen Biomasseproduktion an. Das zweite Maximum im Spätsommer fällt meistens mit den Sommerferien zusammen.

Wir zitieren aus der

#### **Probennahme benthischer Diatomeen in Fließgewässern des norddeutschen Tieflandes gemäß PHYLIB-Verfahren**

"

- *benthische Diatomeen sind ganzjährig im Fließgewässer vorhanden*
- *Diatomeen-Biomassemaxima gibt es im Frühjahr und im Herbst*
  - *jedoch sind dabei wenig Arten in geringer Diversität vorhanden*
  - *einzelne Arten dominieren die Diatomeenflora zu diesen Zeiten in extremer Weise, was eine Bewertung erschwert bzw. unmöglich macht*
- *die größten Artenzahlen und Diversität zeigen die Diatomeen im Spätsommer*
  - *Niedrigwasserphase nach mehrwöchigen stabilen hydrologischen Verhältnissen*
  - *ausreichende Biomasse ist auch zu diesem Zeitpunkt vorhanden*
  - *hohe Artenzahlen und Diversität sind gegeben*
- *Bei nutzungsbedingter, temporärer Veränderungen des ökologischen Zustands wird eine zweite Probennahme dringend angeraten.*

**Fazit: bester Zeitraum für die Beprobung benthischer Diatomeen in Fließgewässern des norddeutschen Tieflandes sind die Monate August und September.**

"

[www.botanik.uni-rostock.de/...Bio.../Diat-Probennahme-FG-2008.pdf](http://www.botanik.uni-rostock.de/...Bio.../Diat-Probennahme-FG-2008.pdf)

#### **Diatomeen "online"**

Das Internet kann bei der Bestimmung der Diatomeen recht hilfreich sein:

Hier einige gute Links:

Diatomeen / Bestimmung

- <http://nordicmicroalgae.org>
- <http://westerndiatoms.colorado.edu>
- [www.diatomloir.eu](http://www.diatomloir.eu)
- [http://en.wikisource.org/wiki/Diatomaceae\\_of\\_Philadelphia](http://en.wikisource.org/wiki/Diatomaceae_of_Philadelphia)
- <http://craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/>

#### Bewertungsverfahren / Indikatorwerte

- [http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet\\_seen/phylib\\_deutsch/verfahrensanleitung/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/verfahrensanleitung/index.htm)
- [http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet\\_seen/phylib\\_deutsch/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/index.htm)

#### Im Unterricht eingesetzte Bestimmungshilfen

Im Schulbiologiezentrum nutzen wir STREBLE/KRAUTER „Das Leben im Wassertropfen“, KOSMOS-Verlag, Stuttgart (sowohl alte als auch die erheblich verbesserte Neuauflage) sowie LINNE VON BERG/MELKONIAN "Der Kosmos-Algenführer"., Kosmos-Verlag, Stuttgart.

#### Diatomeen als "Umweltanzeiger"

Diatomeen sind hervorragende Anzeiger der Qualität von Gewässern.

Die in der folgenden, einer Aufstellung in STREBLE/KRAUTER „Das Leben im Wassertropfen“ entnommen Liste aufgeführten Diatomeen sind stenök, d.h. in ihren Ansprüchen sehr „wählerische“ Organismen. Das erhöht ihren Wert als Bioindikatoren.

Weil einige Diatomeen-Gruppen zu den „Aufwuchs“-Organismen des Periphytons zählen, kann man sie zur Fließgewässer-Bewertung benutzen indem man sie mit der Zahnbürste von Steinen abstreift, unter dem Mikroskop bestimmt und sie der entsprechenden Saprobienstufe zuordnet.

Mit Hilfe einer relativ einfachen Rechenvorschrift lässt sich aus ihrer relativen Häufigkeit und ihrem Saprobienwert eine Gesamtbewertung, der so genannte Saprobienindex (SI) berechnen.

## Diatomeen-Arten und Saprobienwerte

Artenliste nach STREBLE/KRAUTER: "Das Leben im Wassertropfen"

a: Art, b: Wassergüteklassen I-IV, c: stenöke Art (+), d: Saprobienstufe (os - ps), e: Saprobienstufe (1-4)

os: oligosaprob                      ams: α-mesosaprob  
bms: β-mesosaprob                ps: polysaprob

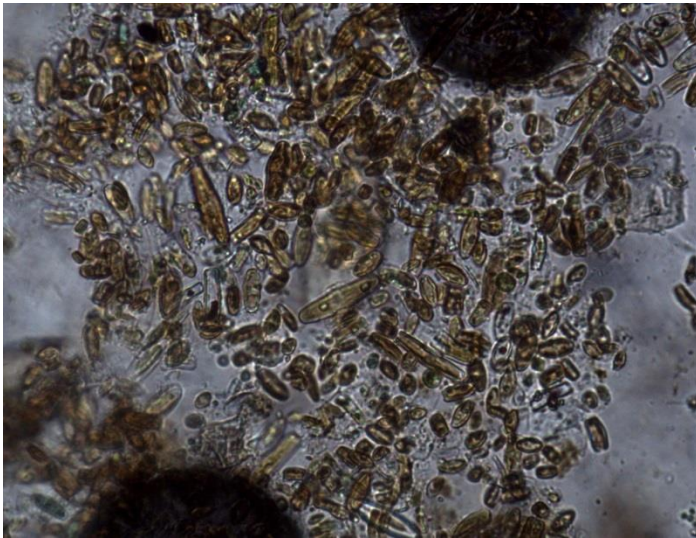
a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Achnanthes hungarica		+	ams	3	Gyrosigma attenuatum		+	os/bms	1-2
Achnanthes lanceolata		+	os/bms	1-2	Hantzschia abundans	III	+	ams	3
Achnanthes minutissima		+	os/bms	1-2	Melosira granulata angust.		+	os/bms	1-2
Amphora ovalis		+	bms	2	Melosira varians	II	+	bms	2
Anomoeoneis neoexilis		+	os	1	Meridion circulare	I	+	os	1
Asterionella formosa	II	+	bms	2	Navicula accomoda		+	ams/ps	3-4
Aulacoseira granulata	II	+	bms	2	Navicula cryptocephala	III	+	ams	3
Bacillaria paxillifer	II	+	bms	2	Navicula pupula		+	bms	2
Caloneis amphisbaena		+	bms/ams	2-3	Navicula radiososa		+	bms	2
Caloneis silicula		+	bms	2	Navicula rhychocephala	II	+	bms/ams	2-3
Campylodiscus noricus		+	os	1	Navicula tripunctata		+	os/bms	1-2
Ceratoneis arcus		+	os/bms	1-2	Neidium iridis		+	bms	2
Cocconeis pediculus		+	bms	2	Nitzschia acicularis	II	+	bms/ams	2-3
Cocconeis placentula		+	bms	2	Nitzschia angustata		+	ams	3
Cyclotella bodanica	I	+	os/bms	1-2	Nitzschia dissipata		+	bms	2
Cyclotella comensis	I	+	os/bms	1-2	Nitzschia foncticola		+	os/bms	1-2
Cyclotella comta		+	bms	2	Nitzschia palea	III	+	ams	3
Cyclotella melosiroides		+	os/bms	1-2	Neidium sigmoides		+	bms	2
Cyclotella meneghiniana	III	+	bms/ams	2-3	Pinnularia gibba		+	os	1
Cymatopleura elliptica	II	+	bms	2	Pinnularia borealis		+	os/bms	1-2
Cymatopleura solea	II	+	bms	2	Pinnularia major	II	+	bms	2
Cymbella lanceolata		+	bms	2	Pinnularia mesolepta		+	os/bms	1-2
Cymbella prostrata		+	bms	2	Pinnularia viridifomis	II	+	bms	2
Cymbella ventricosa	II	+	bms	2	Rhoicosphaenia abbreviata	II	+	bms	2
Denticula tenuis		+	os/bms	1-2	Rhopalodia gibba		+	os/bms	1-2
Diatoma elongata	II	+	bms	2	Stauroneis anceps		+	bms	2
Diatoma hiemalis		+	os	1	Stauroneis phoenicenteron	II	+	bms	2
Diatoma mesodon		+	os	1	Stephanodiscus hantzschii	III	+	ams	3
Diatoma vulgaris	II	+	bms	2	Surirella angusta		+	bms	2
Ellerbeckia arenaria		+	os/bms	1-2	Surirella biseriata	II	+	bms	2
Epithemia sorex		+	bms	2	Surirella capronii		+	bms	2
Epithemia turgida	II	+	bms	2	Surirella linearis		+	bms	2
Eunotia arcus		+	os/bms	1-2	Surirella ovalis	II	+	bms/ams	2-3
Eunotia lunaris		+	os/bms	1-2	Surirella robusta		+	bms	2
Fragilaria arcus		+	os/bms	1-2	Surirella spiralis	I	+	os/bms	1-2
Fragilaria capucina		+	bms	2	Surirella tenera	II	+	bms	2
Fragilaria construens	II	+	bms	2	Synedra (=Fragilaria) acus	II	+	bms	2
Fragilaria crotonensis	II	+	bms	2	Synedra (=Fragilaria) capitata		+	bms	2
Fragilaria virescens		+	os	1	Synedra (=Fragilaria) ulna	II	+	bms/ams	2-3
Gomphonema acuminatum		+	bms	2	Synedra (=Fragilaria) vaucheriae		+	bms/ams	2-3
Gomphonema truncatum		+	bms	2	Tabellaria fenestrata	II	+	bms	2
Gyrosigma acuminatum		+	bms	2	Tabellaria flocculosa	I	+	os/bms	1-2

### Hinweis:

Die Artenliste im Arbeitsblatt basiert auf Streble/Krauter: "Das Leben im Wassertropfen" und vereint alte Auflagen aus den 70er - 80er Jahren und der neuesten Ausgabe.

### Beispiel: Vom Schmierfilm auf Steinen zur Gewässergüteklasse





Die Untersuchung des Periphytons zeigt eine viele schiffchenförmige Kieselalgen und einige wenige, die leicht "geknickt" erscheinen.



Fotos: Ingo Mennerich

Ein kurzes Durchblättern z.B. des "KOSMOS-Algenführers" zeigt: Diese leicht "geknickte" Kieselalge gehört zur Gattung *Achnanthes* die dort unter verschiedenen Perspektiven abgebildet ist.

Ein Check bei Wikipedia führt zu diesem Bild, das beide Ansichten, die Schalen- und die so genannte Gürtelbandansicht wiedergibt.



*Achnanthes* in Schalen- und teilweise in Gürtelbandansicht



*Achnanthes* in Gürtelbandansicht

„*Achnanthes lanceolata*“ (links) und *Achnanthes minutissima*“ (rechts) von Kristian Peters  
<http://www.korseby.net/outer/flora/algae/index.html> - Eigenes Werk. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons -

Beim Durchmustern der oben abgebildeten Probe fällt auf, dass sich nur wenige "geknickte" Algen in diesem Gewimmel finden. Die meisten sehen aus wie kleine "Schiffchen" mit stumpfen Bug und Heck. Man könnte aufgrund der Bilder z.B. in "Das Leben im Wassertropfen" auf "Navicula" (das heißt ja "Schiffchen") tippen. Navicula ist aber beweglich, während diese "Schiffchen" still daliegen. Die Lösung: Auch die "Schiffchen" sind *Achnanthes*, nur aus anderer Perspektive gesehen.



Foto: Ingo Mennerich

Die Aufnahme links entstand bei einer Kollision zweier Kieselalgen bei der die linke (Achnanthes) durch die von unten rechts kommende (Navicula) auf die Seite geworfen wurde.

Achnanthes ist eine "Aufsitzer"-Alge und heftet mit einem "Faden" am Substrat (oben links). Durch das Abwischen vom Stein sind die "Fäden" mehrheitlich verloren gegangen oder blieben am Stein hängen.

Achnanthes ist eigentlich eine "sessile" Diatomee und dreht sich selten aus freien Stücken um. So wie eine Petrischale meistens mit dem Boden und eher nicht auf der Seite auf dem Tisch liegt wird sie gerade unter dem Deckglas eher die erste Lage annehmen.

Kleiner Trick: Man gebe etwas mehr Wasser als nötig unter das Deckglas und klopfe sanft mit einem Stäbchen auf den Objektträger. Dann kommt alles, was sich im plattgedrückten Wassertropfen befindet ins Schwimmen und rollt dabei oft um seine Achse.

Oft kommt auch ein Wimperntier o. ä. zu Hilfe und stößt auf seinem Weg die eine und andere Kieselalge um...

Was sagt "Achnanthes" über die Wasserqualität aus?

Zunächst: Achnanthes ist eine Gattung und keine Art. Zu Achnanthes gehören etwa 100 Arten.

Gesetzt den Fall, es handelt sich bei der oben abgebildeten Art um die in "Das Leben im Wassertropfen" aufgeführte "Achnanthes minutissima", der Kleinen Aufsitzer-Kieselalge, dann wäre ihr Saprobienwert laut unten stehender Liste 1,7 und der Gewichtungsfaktor 1.

Achnanthes minutissima wird in "Das Leben im Wassertropfen" als epiphytische, mit Gallertstielen auf sitzende kolonienbildende Alge beschrieben, deren Gürtelbandansicht "geknickt" ist. In der Abbildung wird sie in Schalenansicht mit stumpfen, nicht kopfigen Enden dargestellt.

Die feine Streifung lässt sich nur mit einem guten Mikroskop ab 400facher Vergrößerung und nur bei abgestorbenen leeren Zellen erkennen. Die im Schulbiologiezentrum benutzte BMS-Kamera mit ihren 3 Megapixeln kann die Streifung leider nicht mehr auflösen.

Achnanthes wird in der neuesten Auflage des Buches ein Zeigerwert für oligosaprobe bis Beta-mesosaprobe Gewässer (Saprobienstufe 1 - 2) zugewiesen.

Ist die Artbestimmung nicht möglich oder unsicher muss man sich mit der Gattung und einem aus den Arten gemittelten Saprobienwert begnügen.

Der Weg dahin sei hier einmal exemplarisch dargestellt:

## Von der Art zur Gattung

Die folgende Liste stammt aus der "Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (Phylib)", herausgegeben vom Bayerischen Landesamt Umwelt

TW = Trophiewert

SW = Saprobienwert

G = Gewichtungsfaktor











						TW	G	SW	G
6699	Achnanthes	altaica				1,7	2	1,0	5
6139	Achnanthes	biasoletiana				1,3	1	1,4	3
6835	Achnanthes	bioretii						1,2	4
6180	Achnanthes	clevei						1,6	3
6247	Achnanthes	coarctata				0,9	2		
6855	Achnanthes	conspicua						1,5	2
16110	Achnanthes	curtissima				0,6	2		
16111	Achnanthes	daonensis						1,1	4
6248	Achnanthes	delicatula				2,9	3	2,6	3
16112	Achnanthes	delicatula	ssp.	engelbrechtii				2,0	3
6249	Achnanthes	exilis				1,2	3	1,3	4
6250	Achnanthes	flexella				0,3	3	1,0	5
6251	Achnanthes	flexella	var.	alpestris				1,0	5
6253	Achnanthes	helvetica				0,6	3	1,0	5
6047	Achnanthes	hungarica				3,4	2	2,7	3
6703	Achnanthes	kolbei				3,9	2		
6258	Achnanthes	laevis				1,2	2	1,3	3
6260	Achnanthes	lanceolata	ssp.	frequentissima		2,8	3		
16127	Achnanthes	lanceolata	ssp.	lanceolata		3,3	3		
6262	Achnanthes	lapidosa				0,7	3	1,0	5
6705	Achnanthes	laterostrata				1,2	2	1,0	5
6263	Achnanthes	lauenburgiana				1,8	3	1,9	4
6264	Achnanthes	levanderi				0,6	3	1,0	5
6045	Achnanthes	linearis				1,8	1		
6265	Achnanthes	marginulata				0,6	2	1,0	5
6266	Achnanthes	minuscula				2,3	2	1,9	4
6014	Achnanthes	minutissima				1,2	1	1,7	1
6173	Achnanthes	minutissima	var.	affinis		2,3	2	1,3	3
6240	Achnanthes	minutissima	var.	gracillima		0,6	3	1,0	5
6707	Achnanthes	minutissima	var.	jackii		1,2	3		
16135	Achnanthes	minutissima	var.	saprophila		2,7	4	3,1	3
6267	Achnanthes	minutissima	var.	scotica		1,0	2	1,0	5
6708	Achnanthes	montana				0,6	2	1,0	5
6709	Achnanthes	nodosa				0,6	2	1,0	5
6268	Achnanthes	oblongella				1,0	2	1,0	5
6269	Achnanthes	oestrupii				1,2	2	1,3	4
6270	Achnanthes	peragalli				0,6	3	1,1	4
6271	Achnanthes	petersenii				0,6	1	1,0	5
6984	Achnanthes	ploenensis				2,6	3	1,9	4
6272	Achnanthes	pusilla				0,6	3	1,0	5
6711	Achnanthes	rechtensis				0,6	2	1,0	5
6712	Achnanthes	rupestoides				1,2	3		
16144	Achnanthes	rupestris				0,6	2		
6276	Achnanthes	subatomoides				2,1	2	1,1	4
16148	Achnanthes	subsalsa				0,6	2		
6277	Achnanthes	suchlandtii				0,6	2	1,0	5
6279	Achnanthes	trinodis				0,6	2	1,0	5

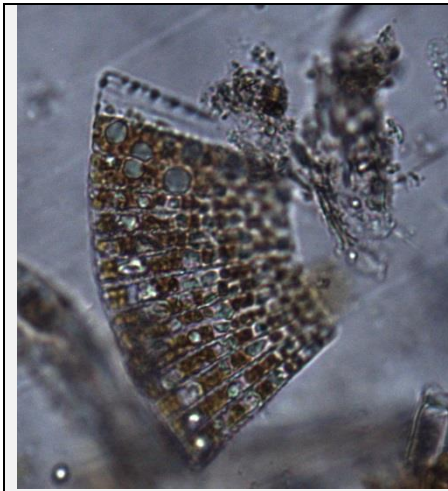
Aus der Summe der Saprobienwerte (SW) gemittelter Saprobienwert der Gattung

Achnanthes	<b>1,27</b>
------------	-------------

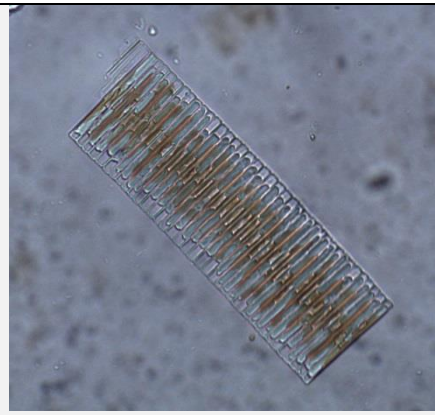
Der artspezifische Saprobienwert von Achnanthes minutissima (1,7 mit allerdings geringem Gewichtungsfaktor) weicht also um etwa 0,4 von dem für die gesamte Gattung ermittelten ab.

Tatsächlich wurde die Probe von einem Stein gezogen, der nur wenige Meter von der Quelle unseres "Baches" entfernt liegt.

 <p>Navicula</p>	 <p>Stauroneis</p>	 <p>Fragilaria (arcus)</p>
 <p>Rhoicosphaenia</p> 	 <p>Pinnularia</p>	
 <p>Rhoicosphenia</p>	 <p>Pinnularia</p>	
		



Meridion



Fragilaria



Achnanthes



Gomphonema



Eunotia



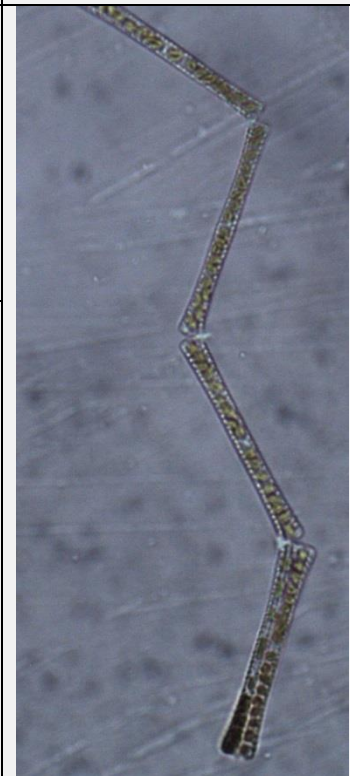
Stauroneis



Stauroneis



Stauroneis



Diatoma



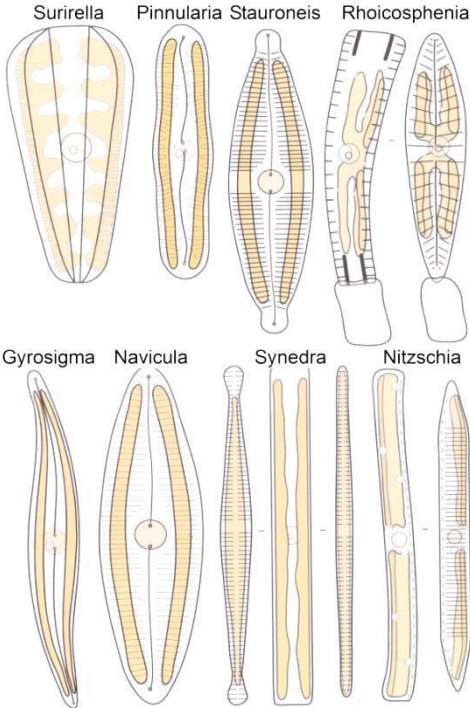
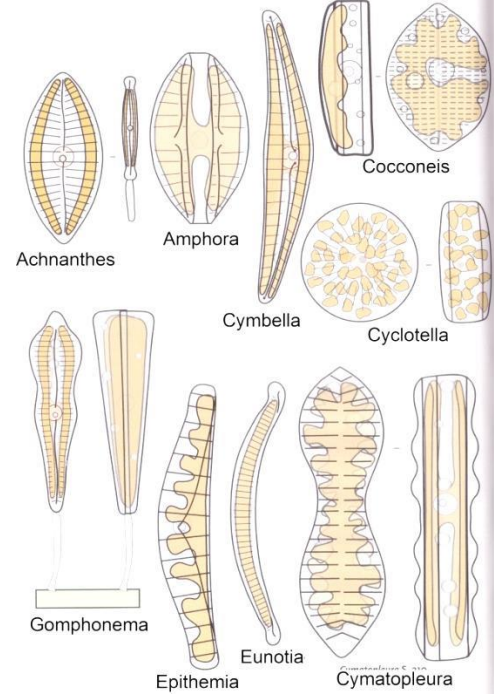
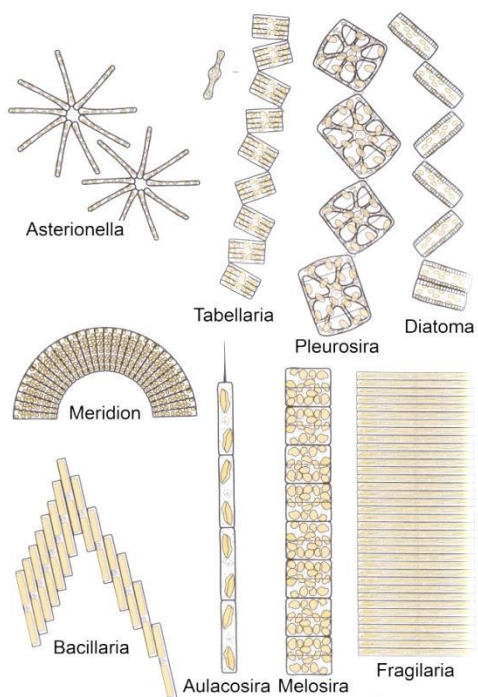
Nitzschia



Cymbella

April 2015, Fotos: Ingo Mennerich, Schulbiologiezentrum Hannover

## Diatomeen (Kieselalgen) als Fließgewässergüte-Indikatoren (Ia)

																	
 <p>44</p> <p>Me,03/15</p>	<p>Abbildungen aus: K.-H. Linne von Berg, M. Melkonian Der KOSMOS-Algenführer, Die wichtigsten Süßwasseralgen im Mikroskop Frankh-Kosmos-Verlag, Stuttgart</p> <p><b>Vorgehensweise:</b> Art bestimmen Häufigkeitsfaktor (h) bestimmen</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Häufigkeitsfaktor (h)</th> <th>Anzahl der gefundenen Organismen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 = Einzelfund</td> <td>1- 2</td> </tr> <tr> <td>2 = wenig</td> <td>3-10</td> </tr> <tr> <td>3 = wenig bis mittel</td> <td>11-30</td> </tr> <tr> <td>4 = mittel</td> <td>31-60</td> </tr> <tr> <td>5 = mittel bis viel</td> <td>61-100</td> </tr> <tr> <td>6 = viel</td> <td>101-150</td> </tr> <tr> <td>7 = massenhaft</td> <td>über 150</td> </tr> </tbody> </table> <p>Summe der Häufigkeitswerte (h) ermitteln Summe der Saprobienwerte (s) ermitteln Summe der Gewichtungsfaktoren (g) ermitteln</p> <p>Summen (h, s, g) multiplizieren Summen (h, g) dividieren</p> <p>Produkt der Summen (h, s, g) durch das Produkt der Summen (h, g) dividieren Das Ergebnis ist der <b>Saprobienindex (SI)</b></p>	Häufigkeitsfaktor (h)	Anzahl der gefundenen Organismen	1 = Einzelfund	1- 2	2 = wenig	3-10	3 = wenig bis mittel	11-30	4 = mittel	31-60	5 = mittel bis viel	61-100	6 = viel	101-150	7 = massenhaft	über 150
Häufigkeitsfaktor (h)	Anzahl der gefundenen Organismen																
1 = Einzelfund	1- 2																
2 = wenig	3-10																
3 = wenig bis mittel	11-30																
4 = mittel	31-60																
5 = mittel bis viel	61-100																
6 = viel	101-150																
7 = massenhaft	über 150																

Artenzusammenstellung nach STREBLE/KRAUTER: "Das Leben im Wassertropfen"

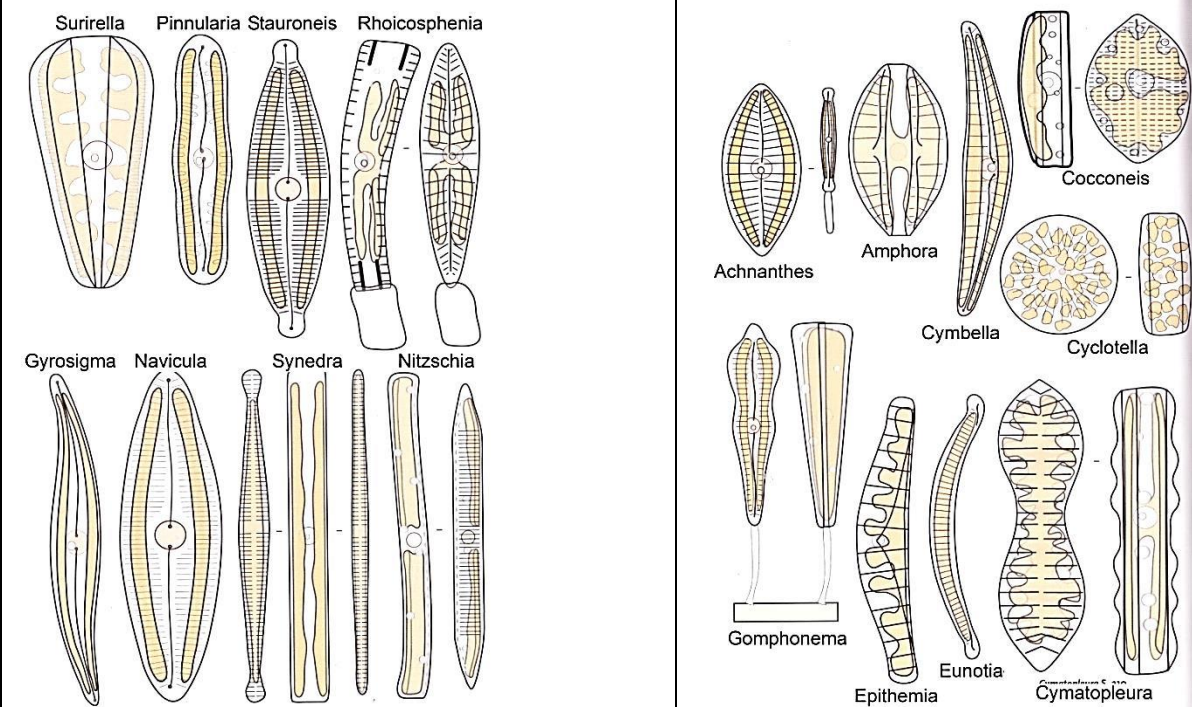
Art	h	s	g
Melosira varians		2,3	2
Cyclotella meneghiniana		x	x
Tabellaria fenestrata		x	x
Tabellaria flocculosa		1,1	4
Meridion circulare		1,9	3
Diatoma vulgare		2,1	4
Diatoma tenue		1,3	4
Diatoma hyemale		1,0	5
Fragilaria crotonensis		1,4	3
Fragilaria capucina		x	x
Fragilaria construens		1,4	3
Fragilaria arcus		1,5	2
Fragilaria capucina var. vaucheriae		2,5	2
Fragilaria ulna		x	x
Asterionella formosa		1,5	3
Eunotia arcus		1,0	5
Eunotia bilunaris		1,7	2
Achnanthes clevei		1,6	3
Achnanthes minutissima		1,7	1
Cocconeis pediculus		2,0	3
Cocconeis placentula		1,8	2
Rhoicosphenia abbreviata		2,1	4
Amphipleura pellucida		1,3	3
Stauroneis anceps		1,2	4
Anomoeoneis sphaerophora		2,7	3
Navicula cryptocephala		2,5	2
Navicula tripunctata		2,0	3
Navicula radiosa		1,3	4
Navicula pupula (Sellaphora pupula)		2,4	2
Pinnularia gibba		2,5	1
Caloneis silicula		1,2	4
Neidium iridis		1,0	5
Gyrosigma attenuatum		x	x
Amphora ovalis		1,5	2
Encyonema caespitosum / Cymbella prostrata		1,8	3
Cymbella lanceolata		1,6	4
Cymbella helvetica		1,1	4
Gomphonema acuminatum		1,5	2
Gomphonema truncatum		1,5	2
Gomphonema micropus		1,9	4
Gomphonema olivaceum v. olivaceolacuum		1,9	4
Denticula tenuis		1,3	4

Art	h	s	g
Epithemia sorex		1,4	3
Epithemia argus		x	x
Hantzschia abundans (amphioxys)		1,8	1
Nitzschia angustatula		1,9	4
Nitzschia linearis		1,9	2
Nitzschia dissipata		2,0	3
Nitzschia amphibia		2,5	2
Nitzschia fonticola		2,1	4
Nitzschia palea		x	x
Nitzschia acicularis		2,5	2
Nitzschia sigmoidea		2,1	4
Cymatopleura solea		2,1	3
Cymatopleura elliptica		1,4	3
Surirella biseriata		x	x
Surirella angusta		2,2	2
Surirella ovalis		2,9	4
Brachysira neoexilis		1,1	5
Navicula lanceolata		2,3	3
Navicula veneta		3,3	2
Navicula trivialis		2,7	3
Navicula gregaria		2,5	2
Navicula capitata		2,7	3
Navicula tuscula		1,1	4
Pinnularia borealis		1,4	3
Neidium dubium		1,3	3
Gomphonema parvulum		x	x
Nitzschia filiformis		2,9	4
Bacillaria paxillifer / B. paradoxa		2,3	3
Stenopterobia delicatissima		1,0	5
$\Sigma$ (h, s, g)			

$$SI = \frac{\sum s \cdot h \cdot g}{\sum h \cdot g} =$$



## Diatomeen (Kieselalgen) als Fließgewässergüte-Indikatoren (Ib)



Abbildungen aus: K.-H. Linne von Berg, M. Melkonian  
Der KOSMOS-Algenführer, Die wichtigsten Süßwasseralgen im Mikroskop  
Frankh-Kosmos-Verlag, Stuttgart

**Vorgehensweise:**  
Art bestimmen  
Häufigkeitsfaktor (h) bestimmen

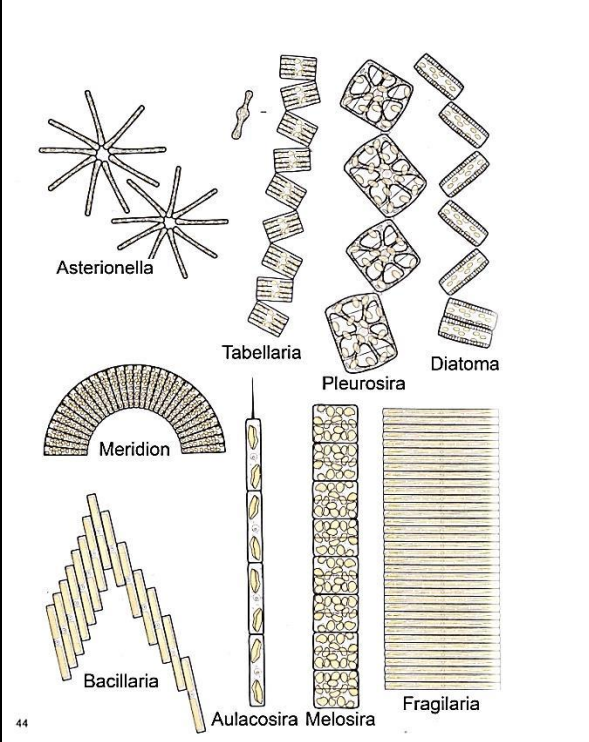
Häufigkeitsfaktor (h)	Anzahl der gefundenen Organismen
1 = Einzelfund	1- 2
2 = wenig	3-10
3 = wenig bis mittel	11-30
4 = mittel	31-60
5 = mittel bis viel	61-100
6 = viel	101-150
7 = massenhaft	über 150

1) Produkt ( $h*s*g$ ) aus Häufigkeitswert (h), Saprobienwert (s) und Gewichtungsfaktor (g) der einzelnen Arten ermitteln ( $h*s*g$ )

2) Produkt ( $h*g$ ) aus Häufigkeitswert (h), und Gewichtungsfaktor (g) der einzelnen Arten ermitteln

3) Summe ( $\Sigma$ )  $h*s*g$  durch Summe ( $\Sigma$ )  $h*g$  dividieren

4) Das Ergebnis ist der **Saprobienindex (SI)**



Me03/15

\*) für alte und neue Auflagen des Buches „Das Leben Im Wassertropfen“ nutzbar!



Artenzusammenstellung nach STREBLE/KRAUTER: "Das Leben im Wassertropfen"

Art	h	s	g	Art	h	s	g
Melosira varians		2,3	2	Epithemia sorex		1,4	3
Cyclotella meneghiniana / C. kützingiana		x	x	Epithemia argus		x	x
Tabellaria fenestrata		x	x	Hantzschia abundans / H. amphioxys		1,8	1
Tabellaria flocculosa		1,1	4	Nitzschia angustatula		1,9	4
Meridion circulare		1,9	3	Nitzschia linearis		1,9	2
Diatoma vulgare		2,1	4	Nitzschia dissipata		2,0	3
Diatoma tenuis / D. elongatum		1,3	4	Nitzschia amphibia		2,5	2
Diatoma hyemalis / D. hiemale		1,0	5	Nitzschia fonticola		2,1	4
Fragilaria crotonensis		1,4	3	Nitzschia palea		x	x
Fragilaria capucina		x	x	Nitzschia acicularis		2,5	2
Fragilaria construens		1,4	3	Nitzschia sigmoidea		2,1	4
Fragilaria arcus / Ceratoneis arcus		1,5	2	Cymatopleura solea		2,1	3
Fragilaria capucina var. vaucheriae / Synedra vaucheria		2,5	2	Cymatopleura elliptica		1,4	3
Fragilaria ulna / Synedra ulna		x	x	Surirella biseriata		x	x
Asterionella formosa		1,5	3	Surirella angusta		2,2	2
Eunotia arcus		1,0	5	Surirella ovalis / S. ovata		2,9	4
Eunotia bilunaris / E. lunaris		1,7	2	Brachysira neoexilis		1,1	5
Achnanthes clevei		1,6	3	Navicula lanceolata		2,3	3
Achnanthes minutissima		1,7	1	Navicula veneta		3,3	2
Cocconeis pediculus		2,0	3	Navicula trivialis		2,7	3
Cocconeis placentula		1,8	2	Navicula gregaria		2,5	2
Rhoicosphenia abbreviata / R. curvata		2,1	4	Navicula capitata		2,7	3
Amphipleura pellucida		1,3	3	Navicula tuscula		1,1	4
Stauroneis anceps		1,2	4	Pinnularia borealis		1,4	3
Anomoeoneis sphaerophora		2,7	3	Neidium dubium		1,3	3
Navicula cryptocephala		2,5	2	Gomphonema parvulum		x	x
Navicula tripunctata / N. gracilis		2,0	3	Nitzschia filiformis		2,9	4
Navicula radiosa		1,3	4	Bacillaria paxillifer / B. paradoxa		2,3	3
Navicula pupula (Sellaphora pupula)		2,4	2	Stenopterobia delicatissima		1,0	5
Pinnularia gibba		2,5	1				
Caloneis silicula		1,2	4				
Neidium iridis		1,0	5	$\Sigma$ (h, s, g)			
Gyrosigma attenuatum		x	x				
Amphora ovalis		1,5	2				
Encyonema caespitosum / Cymbella prostrata		1,8	3				
Cymbella lanceolata		1,6	4				
Cymbella helvetica		1,1	4				
Gomphonema acuminatum		1,5	2				
Gomphonema truncatum / G. constrictum		1,5	2				
Gomphonema micropus / G. angustatum		1,9	4				
Gomphonema olivaceum		1,9	4				
Denticula tenuis		1,3	4				

$$SI = \frac{\sum s \cdot h \cdot g}{\sum h \cdot g} =$$



**Beispiel:** (in der Probe enthaltene Arten fett gedruckt!)

Art	h	s	g	Art	h	s	g
Melosira varians		2,3	2	Epithemia sorex		1,4	3
Cyclotella meneghiniana / C. kützingiana		x	x	Epithemia argus		x	x
Tabellaria fenestrata		x	x	<b>Hantzschia abundans / H. amphioxys</b>	<b>2</b>	<b>1,8</b>	<b>1</b>
Tabellaria flocculosa		1,1	4	Nitzschia angustatula		1,9	4
Meridion circulare		1,9	3	Nitzschia linearis		1,9	2
Diatoma vulgare		2,1	4	Nitzschia dissipata		2,0	3
Diatoma tenue / D. elongatum		1,3	4	<b>Nitzschia amphibia</b>	<b>1</b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>
Diatoma hyemale / D. hiemale		1,0	5	Nitzschia fonticola		2,1	4
Fragilaria crotonensis		1,4	3	Nitzschia palea		x	x
Fragilaria capucina		x	x	Nitzschia acicularis		2,5	2
<b>Fragilaria construens</b>	<b>3</b>	<b>1,4</b>	<b>3</b>	Nitzschia sigmoidea		2,1	4
Fragilaria arcus / Ceratoneis arcus		1,5	2	Cymatopleura solea		2,1	3
Fragilaria capucina / Synedra vaucheria		2,5	2	Cymatopleura elliptica		1,4	3
Fragilaria ulna / Synedra ulna		x	x	Surirella biseriata		x	x
Asterionella formosa		1,5	3	Surirella angusta		2,2	2
Eunotia arcus		1,0	5	Surirella ovalis / S. ovata		2,9	4
Eunotia bilunaris / E. lunaris		1,7	2	Brachysira neoexilis		1,1	5
Achnanthes clevei		1,6	3	Navicula lanceolata		2,3	3
Achnanthes minutissima		1,7	1	Navicula veneta		3,3	2
Cocconeis pediculus		2,0	3	Navicula trivialis		2,7	3
Cocconeis placentula		1,8	2	Navicula gregaria		2,5	2
Rhoicosphenia abbreviata / R. curvata		2,1	4	Navicula capitata		2,7	3
Amphipleura pellucida		1,3	3	Navicula tuscula		1,1	4
Stauroneis anceps		1,2	4	Pinnularia borealis		1,4	3
Anomoeoneis sphaerophora		2,7	3	Neidium dubium		1,3	3
<b>Navicula cryptocephala</b>	<b>4</b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>	Gomphonema parvulum		x	x
<b>Navicula tripunctata / N. gracilis</b>	<b>5</b>	<b>2,0</b>	<b>3</b>	Nitzschia filiformis		2,9	4
<b>Navicula radiosa</b>	<b>2</b>	<b>1,3</b>	<b>4</b>	Bacillaria paxillifer / B. paradoxa		2,3	3
Navicula pupula (Sellaphora pupula)		2,4	2	Stenopterobia delicatissima		1,0	5
Pinnularia gibba		2,5	1				
Caloneis silicula		1,2	4				
Neidium iridis		1,0	5				
Gyrosigma attenuatum		x	x				
Amphora ovalis		1,5	2				
Encyonema caespitosum / Cymbella prostrata		1,8	3				
Cymbella lanceolata		1,6	4				
Cymbella helvetica		1,1	4				
Gomphonema acuminatum		1,5	2				
Gomphonema truncatum / G. constrictum		1,5	2				
<b>Gomphonema micropus / G. angustatum</b>	<b>3</b>	<b>1,9</b>	<b>4</b>				
Gomphonema olivaceum		1,9	4				
Denticula tenuis		1,3	4				

$$SI = \frac{\sum h*s*g}{\sum h*g} = \frac{104,4}{56} = 1,86$$

**Kurzdarstellung:**

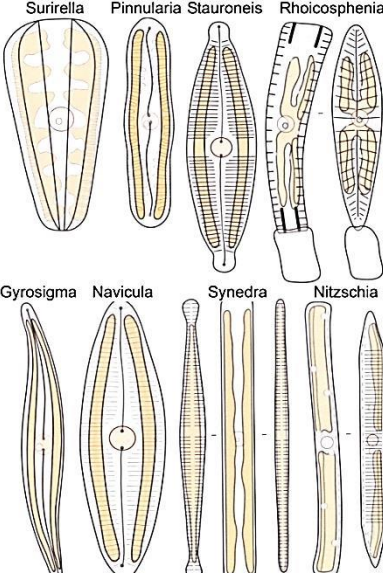
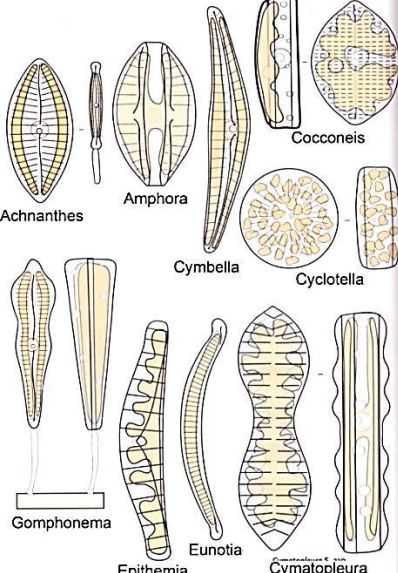
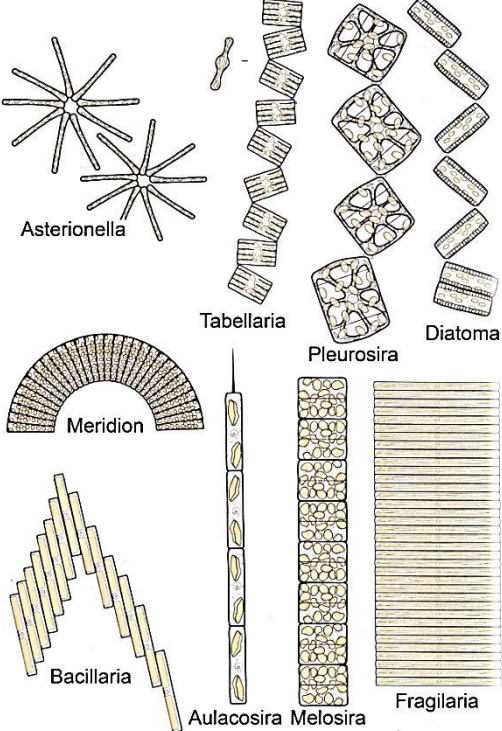
	h	s	g	h*s*g	h*g
<i>Fragilaria construens</i>	3	1,4	3	12,6	9,0
<i>Navicula tripunctata</i> / <i>N. gracilis</i>	5	2,0	3	30,0	15,0
<i>Navicula radiosa</i>	2	1,3	4	10,4	8,0
<i>Gomphonema micropus</i> / <i>G. angustatum</i>	3	1,9	4	22,8	12,0
<i>Hantzschia abundans</i> / <i>H. amphioxys</i>	2	1,8	1	3,6	2,0
<i>Nitzschia amphibia</i>	1	2,5	2	5,0	2,0
<i>Navicula cryptocephala</i>	4	2,5	2	20,0	8,0
				104,4	56

$$SI = \frac{\sum s * h * g}{\sum h * g} = \frac{104,4}{56} = 1,86$$

**Hinweis:**

Die Artenliste im Arbeitsblatt basiert auf Streble/Krauter: "Das Leben im Wassertropfen" und vereint alte Auflagen aus den 70er - 80ger Jahren und der neuesten Ausgabe.

## Diatomeen (Kieselalgen) als Fließgewässergüte-Indikatoren (II)

															
	<p>Abbildungen aus: K.-H. Linne von Berg, M. Melkonian Der KOSMOS-Algenführer, Die wichtigsten Süßwasser-algen im Mikroskop Frankh-Kosmos-Verlag, Stuttgart</p> <table border="1"> <tr> <td>oligosaprob</td> <td>os</td> </tr> <tr> <td>oligosaprob / <math>\beta</math>-mesosaprob</td> <td>os/bms</td> </tr> <tr> <td><math>\beta</math>-mesosaprob</td> <td>bms</td> </tr> <tr> <td><math>\beta</math>-mesosaprob / <math>\alpha</math>-mesosaprob</td> <td>bms/ams</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math>-mesosaprob</td> <td>ams</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math>-mesosaprob / polysaprob</td> <td>ams/ps</td> </tr> <tr> <td>polysaprob</td> <td>ps</td> </tr> </table> <p>Ermittlung des Saprobienindex S:</p> $S = \frac{1 * \Sigma(os) + 2 * \Sigma(bms) + 3 * \Sigma(ams) + 4 * \Sigma(ps)}{\Sigma(os) + (bms) + (ams) + (ps)}$ <p>Das heißt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Summe der Leitorganismen der Stufe "os" wird mit <math>\rightarrow 1</math> multipliziert</li> <li>Die Summe der Leitorganismen der Stufe "bms" wird mit <math>\rightarrow 2</math> multipliziert</li> <li>Die Summe der Leitorganismen der Stufe "ams" wird mit <math>\rightarrow 3</math> multipliziert</li> <li>Die Summe der Leitorganismen der Stufe "ps" wird mit <math>\rightarrow 4</math> multipliziert</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dabei werden die Leitorganismen der Zwischenstufen "os/bms", "bms/ams" und "ams/ps" jeweils zur Hälfte aufgeteilt</li> <li>Die Produkte werden addiert und durch die Anzahl aller erfassten Individuen geteilt</li> </ul>	oligosaprob	os	oligosaprob / $\beta$ -mesosaprob	os/bms	$\beta$ -mesosaprob	bms	$\beta$ -mesosaprob / $\alpha$ -mesosaprob	bms/ams	$\alpha$ -mesosaprob	ams	$\alpha$ -mesosaprob / polysaprob	ams/ps	polysaprob	ps
oligosaprob	os														
oligosaprob / $\beta$ -mesosaprob	os/bms														
$\beta$ -mesosaprob	bms														
$\beta$ -mesosaprob / $\alpha$ -mesosaprob	bms/ams														
$\alpha$ -mesosaprob	ams														
$\alpha$ -mesosaprob / polysaprob	ams/ps														
polysaprob	ps														

Artenzusammenstellung nach STREBLE/KRAUTER: "Das Leben im Wassertropfen"

Art	
Melosira varians	bms
Cyclotella meneghiniana / C. kützingiana	bms/ams
	bms
Tabellaria fenestrata	
Tabellaria flocculosa	os/bms
Meridion circulare	os
Diatoma vulgare	bms
Diatoma tenue / D. elongatum	os/bms
Diatoma hyemale / D. hiemale	os
Fragilaria crotonensis	bms
Fragilaria capucina	bms
Fragilaria construens	bms
Fragilaria arcus / Ceratoneis arcus	os/bms
Fragilaria capucina var. vaucheriae / Synedra vaucheria	bms/ams
	bms/ams
Fragilaria ulna / Synedra ulna	
	bms
Asterionella formosa	
Eunotia arcus	os/bms
Eunotia bilunaris / E. lunaris	os/bms
Achnanthes clevei	
Achnanthes minutissima	os/bms
Cocconeis pediculus	bms
Cocconeis placentula	bms
Rhoicosphenia abbreviata / R. curvata	bms
Amphipleura pellucida	
Stauroneis anceps	bms
Anomoeoneis sphaerophora	
Navicula cryptocephala	ams
Navicula tripunctata / N. gracilis	os/bms
Navicula radiosa	bms
Navicula pupula (Sellaphora pupula)	bms
Pinnularia gibba	os
Caloneis silicula	bms
Neidium iridis	
Gyrosigma attenuatum	os/bms
Amphora ovalis	bms
Encyonema caespitosum / Cymbella prostrata	bms
Cymbella lanceolata	bms
Denticula tenuis	os/bms

Art	
Cymbella helvetica	
Gomphonema acuminatum	bms
Gomphonema truncatum / G. constrictum	bms
Gomphonema micropus / G. angustatum	
Gomphonema olivaceum	
Epithemia sorex	bms
Epithemia argus	
Hantzschia abundans / H. amphioxys	ams
Nitzschia angustatula	ams
Nitzschia linearis	
Nitzschia dissipata	bms
Nitzschia amphibia	
	os/bms
Nitzschia fonticola	
	ams
Nitzschia palea	
	bms/ams
Nitzschia acicularis	
Nitzschia sigmoidea	
Cymatopleura solea	bms
Cymatopleura elliptica	bms
Surirella biseriata	bms
Surirella angusta	bms
Surirella ovalis / S. ovata	bms/ams
Brachysira neoexilis	
Navicula lanceolata	
Navicula veneta	
Navicula trivialis	
Navicula gregaria	
Navicula capitata	
Navicula tuscula	
Pinnularia borealis	os/bms
Neidium dubium	
Gomphonema parvulum	
Nitzschia filiformis	
Bacillaria paxillifer / B. paradoxa	bms
Stenopterobia delicatissima	

# Beispiel:

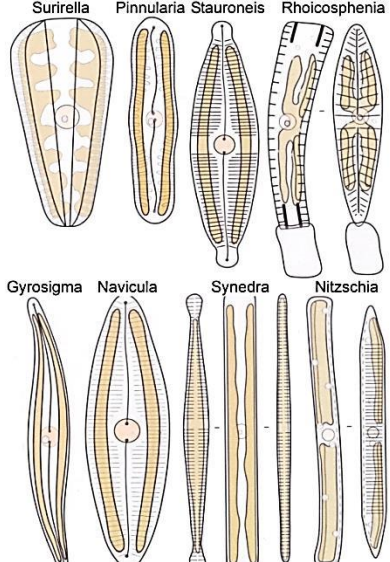
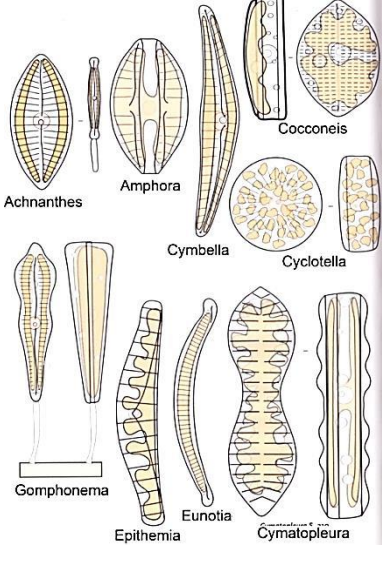
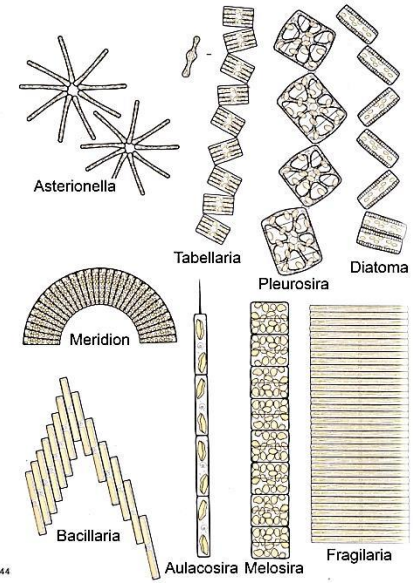
Arten		Anzahl	Leitorganismen der Stufe			
			os	bms	ams	ps
Meridion circulare	os	5	5	0	0	0
Diatoma vulgare	bms	530	0	530	0	0
Fragilaria ulna	bms/ams	10	0	5	5	0
Achnanthes minutissima	os/bms	22	11	11	0	0
Achnanthes linearis	os/bms	8	4	4	0	0
Cocconeis placentula	bms	10	0	10	0	0
Navicula tripunctata	os/bms	10	5	5	0	0
Navicula radiosa	bms	42	0	42	0	0
Cymbella ventricosa	bms	72	0	72	0	0
Nitzschia dissipata	bms	52	0	52	0	0
Nitzschia acicularis	bms/ams	8	0	4	4	0
Surirella ovata	bms/ams	8	0	4	4	0
Σ		777	25	739	13	0

$$= \frac{1 \cdot \Sigma(\text{os}) + 2 \cdot \Sigma(\text{bms}) + 3 \cdot \Sigma(\text{ams}) + 4 \cdot \Sigma(\text{ps})}{\Sigma(\text{os}) + (\text{bms}) + (\text{ams}) + (\text{ps})} = 1,98$$

Arten		Anzahl	Leitorganismen der Stufe			
			os	bms	ams	ps
Σ						

$$= \frac{1 \cdot \Sigma(\text{os}) + 2 \cdot \Sigma(\text{bms}) + 3 \cdot \Sigma(\text{ams}) + 4 \cdot \Sigma(\text{ps})}{\Sigma(\text{os}) + (\text{bms}) + (\text{ams}) + (\text{ps})}$$

## Diatomeen (Kieselalgen) als Fließgewässergüte-Indikatoren (III)

																						
	<p>Abbildungen aus: K.-H. Linne von Berg, M. Melkonian Der KOSMOS-Algenführer, Die wichtigsten Süßwasseralgen im Mikroskop Frankh-Kosmos-Verlag, Stuttgart</p> <table border="1"> <tr> <td>oligosaprob</td> <td>os</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>oligosaprob / <math>\beta</math>-mesosaprob</td> <td>os/bms</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td><math>\beta</math>-mesosaprob</td> <td>bms</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td><math>\beta</math>-mesosaprob / <math>\alpha</math>-mesosaprob</td> <td>bms/ams</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math>-mesosaprob</td> <td>ams</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math>-mesosaprob / polysaprob</td> <td>ams/ps</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>polysaprob</td> <td>ps</td> <td>7</td> </tr> </table> <p>Ermittlung des Saprobienindex SI:</p> $SI = \frac{1 * \Sigma(os) + 2 * \Sigma(bms) + 3 * \Sigma(ams) + 4 * \Sigma(ps)}{\Sigma(os) + (bms) + (ams) + (ps)}$ <p>Das heißt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Summe der Leitorganismen der Stufe "os" wird mit <math>\rightarrow 1</math> multipliziert</li> <li>• Die Summe der Leitorganismen der Stufe "bms" wird mit <math>\rightarrow 2</math> multipliziert</li> <li>• Die Summe der Leitorganismen der Stufe "ams" wird mit <math>\rightarrow 3</math> multipliziert</li> <li>• Die Summe der Leitorganismen der Stufe "ps" wird mit <math>\rightarrow 4</math> multipliziert</li> <li>• Dabei werden die Leitorganismen der Zwischenstufen "os/bms", "bms/ams" und "ams/ps" jeweils zur Hälfte aufgeteilt</li> <li>• Die Produkte werden addiert und durch die Anzahl aller erfassten Individuen geteilt</li> </ul>	oligosaprob	os	1	oligosaprob / $\beta$ -mesosaprob	os/bms	2	$\beta$ -mesosaprob	bms	3	$\beta$ -mesosaprob / $\alpha$ -mesosaprob	bms/ams	4	$\alpha$ -mesosaprob	ams	5	$\alpha$ -mesosaprob / polysaprob	ams/ps	6	polysaprob	ps	7
oligosaprob	os	1																				
oligosaprob / $\beta$ -mesosaprob	os/bms	2																				
$\beta$ -mesosaprob	bms	3																				
$\beta$ -mesosaprob / $\alpha$ -mesosaprob	bms/ams	4																				
$\alpha$ -mesosaprob	ams	5																				
$\alpha$ -mesosaprob / polysaprob	ams/ps	6																				
polysaprob	ps	7																				

**Diatomeen Saprobienwerte GATTUNGEN** (Zusammenstellung nach STREBLE/KRAUTER: "Das Leben im Wassertropfen")

Achnanthes	3	bms	Fragilaria	2,4	os/bms
Amphora	3	bms	Gomphonema	3	bms
Anomoeoneis	1	os	Gyrosigma	2,5	bms
Asterionella	3	bms	Hantzschia	5	ams
Aulacoseira	3	bms	Melosira	2,5	bms
Bacillaria	3	bms	Meridion	1	os
Caloneis	3,5	bms/ams	Navicula	3,8	bms/ams
Campylodiscus	1	os	Neidium	3	bms
Ceratoneis	2	os/bms	Nitzschia	3,8	bms/ams
Cocconeis	3	bms	Pinnularia	2,2	os/bms
Cyclotella	2,6	bms	Rhoicosphaenia	3	bms
Cymatopleura	3	bms	Rhopalodia gibba	2	os/bms
Cymbella	2	os/bms	Stauroneis	3	bms
Denticula	2	os/bms	Stephanodiscus	5	ams
Diatoma	1,7	os/bms	Surirella	3	bms
Ellerbeckia	2	os/bms	Synedra	4	bms/ams
Epithemia	3	bms	Tabellaria	2,5	bms
Eunotia	2	os/bms			

**Beispiel:**

Häufigkeitsfaktor (h)	Anzahl der gefundenen Organismen
1 = Einzelfund	1- 2
2 = wenig	3-10
3 = wenig bis mittel	11-30
4 = mittel	31-60
5 = mittel bis viel	61-100
6 = viel	101-150
7 = massenhaft	über 150

Gattungen	Saprobienstufe	Häufigkeitsfaktor (h)	Leitorganismen der Stufe			
			os	bms	ams	ps
Nitzschia	bms/ams	3	0	1,5	1,5	0
Synedra	bms/ams	3	0	1,5	1,5	0
Gomphonema	bms	5	0	5	0	0
Eunotia	os/bms	2	1	1	0	0
Navicula	bms/ams	6	0	3	3	0
Fragilaria	os/bms	3	1,5	1,5	0	0
Cymbella	os/bms	1	1	1	0	0
Pinnularia	os/bms	2	1	1	0	0
$\Sigma$			4,5	15,5	6	0

$$SI = \frac{1 \cdot \Sigma(\text{os}) + 2 \cdot \Sigma(\text{bms}) + 3 \cdot \Sigma(\text{ams}) + 4 \cdot \Sigma(\text{ps})}{\Sigma(\text{os}) + (\text{bms}) + (\text{ams}) + (\text{ps})} = \frac{1 \cdot 4,5 + 2 \cdot 15,5 + 3 \cdot 6 + 4 \cdot 0}{(4,5 + 15,5 + 6 + 0)} = \frac{53,5}{26} = 2,06$$



Gattungen	Saprobienstufe	Häufigkeitsfaktor (h)	Leitorganismen der Stufe			
			os	bms	ams	ps
Nitzschia	bms/ams					
Synedra	bms/ams					
Gomphonema	bms					
Eunotia	os/bms					
Navicula	bms/ams					
Fragilaria	os/bms					
Cymbella	os/bms					
Pinnularia	os/bms					
$\Sigma$						

$$SI = \frac{1 \cdot (os) + 2 \cdot (bms) + 3 \cdot (ams) + 4 \cdot (ps)}{\Sigma(os) + (bms) + (ams) + (ps)} =$$

# ANHANG:

Die folgende Liste stammt aus der

"Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (Phylib)", herausgegeben vom Bayerischen Landesamt Umwelt

TW = Trophiewert

SW = Saprobienwert

G = Gewichtungsfaktor

						TW	G	SW	G
6699	Achnanthes	altaica				1,7	2	1,0	5
6139	Achnanthes	biasolettiana				1,3	1	1,4	3
6835	Achnanthes	bioretii						1,2	4
6180	Achnanthes	clevei						1,6	3
6247	Achnanthes	coarctata				0,9	2		
6855	Achnanthes	conspicua						1,5	2
16110	Achnanthes	curtissima				0,6	2		
16111	Achnanthes	daonensis						1,1	4
6248	Achnanthes	delicatula				2,9	3	2,6	3
16112	Achnanthes	delicatula	ssp.	engelbrechtii				2,0	3
6249	Achnanthes	exilis				1,2	3	1,3	4
6250	Achnanthes	flexella				0,3	3	1,0	5
6251	Achnanthes	flexella	var.	alpestris				1,0	5
6253	Achnanthes	helvetica				0,6	3	1,0	5
6047	Achnanthes	hungarica				3,4	2	2,7	3
6703	Achnanthes	kolbei				3,9	2		
6258	Achnanthes	laevis				1,2	2	1,3	3
6260	Achnanthes	lanceolata	ssp.	frequentissima		2,8	3		
16127	Achnanthes	lanceolata	ssp.	lanceolata		3,3	3		
6262	Achnanthes	lapidosa				0,7	3	1,0	5
6705	Achnanthes	laterostrata				1,2	2	1,0	5
6263	Achnanthes	lauenburgiana				1,8	3	1,9	4
6264	Achnanthes	levanderi				0,6	3	1,0	5
6045	Achnanthes	linearis				1,8	1		
6265	Achnanthes	marginulata				0,6	2	1,0	5
6266	Achnanthes	minuscula				2,3	2	1,9	4
6014	Achnanthes	minutissima				1,2	1	1,7	1
6173	Achnanthes	minutissima	var.	affinis		2,3	2	1,3	3
6240	Achnanthes	minutissima	var.	gracillima		0,6	3	1,0	5
6707	Achnanthes	minutissima	var.	jackii		1,2	3		
16135	Achnanthes	minutissima	var.	saprophila		2,7	4	3,1	3
6267	Achnanthes	minutissima	var.	scotica		1,0	2	1,0	5
6708	Achnanthes	montana				0,6	2	1,0	5
6709	Achnanthes	nodosa				0,6	2	1,0	5
6268	Achnanthes	oblongella				1,0	2	1,0	5
6269	Achnanthes	oestrupii				1,2	2	1,3	4
6270	Achnanthes	peragalli				0,6	3	1,1	4
6271	Achnanthes	petersenii				0,6	1	1,0	5
6984	Achnanthes	ploenensis				2,6	3	1,9	4
6272	Achnanthes	pusilla				0,6	3	1,0	5
6711	Achnanthes	rechtensis				0,6	2	1,0	5
6712	Achnanthes	rupestroides				1,2	3		
16144	Achnanthes	rupestris				0,6	2		
6276	Achnanthes	subatomoides				2,1	2	1,1	4
16148	Achnanthes	subsalsa				0,6	2		
6277	Achnanthes	suchlandtii				0,6	2	1,0	5
6279	Achnanthes	trinodis				0,6	2	1,0	5
6048	Amphipleura	pellucida				2,1	2	1,3	3
6281	Amphipleura	rutilans				2,9	3		
6171	Amphora	inariensis				2,1	1	1,2	4
6860	Amphora	libyca				3,5	5	1,6	2
6286	Amphora	montana				2,9	2		
6044	Amphora	ovalis				3,3	2	1,5	2
6983	Amphora	pediculus				2,8	2	2,1	2
6288	Amphora	thumensis				1,4	3	1,1	4
6181	Amphora	veneta				3,8	2	3,6	3
6049	Anomoeoneis	sphaerophora				3,4	3	2,7	3
6050	Asterionella	formosa				1,8	2	1,5	3
6799	Aulacoseira	distans				1,0	4		

6787	Aulacoseira	italica				1,4	2		
6716	Aulacoseira	lirata				1,8	2		
6143	Bacillaria	paradoxa				2,9	3	2,3	3
6291	Brachysira	brebissonii				1,1	2	1,0	5
6295	Brachysira	neoexilis				1,2	2	1,1	5
6296	Brachysira	serians				0,6	1	1,0	5
6298	Brachysira	vitrea				0,7	2	1,0	5
6300	Caloneis	aerophila						1,0	5
6166	Caloneis	alpestris				1,3	2	1,0	5
6043	Caloneis	amphisbaena				3,9	2	2,3	3
6051	Caloneis	bacillum				2,5	1	2,0	4
6301	Caloneis	latiuscula						1,0	5
6302	Caloneis	obtusa				0,6	2	1,0	5
6303	Caloneis	pulchra				1,2	1	1,0	5
6304	Caloneis	schumanniana						1,2	4
6052	Caloneis	silicula						1,2	4
6723	Caloneis	sublinearis						1,0	5
6810	Caloneis	tenuis				1,1	2		
6175	Caloneis	undulata				0,6	2		
6053	Campylodiscus	noricus				2,3	1		
6981	Cocconeis	disculus				2,2	3		
6306	Cocconeis	neothumensis				2,0	2	1,5	3
6020	Cocconeis	pediculus				2,6	2	2,0	3
6021	Cocconeis	placentula				2,6	2	1,8	2
6726	Cocconeis	placentula	var.	euglypta		2,3	2		
6727	Cocconeis	placentula	var.	klinoraphis		2,3	2		
6728	Cocconeis	placentula	var.	lineata		2,3	2		
6307	Cocconeis	pseudothumensis						1,0	5
6943	Cyclostephanos	dubius				2,9	3		
6002	Cyclotella	meneghiniana				2,8	5		
6936	Cyclotella	ocellata				1,5	1		
6057	Cymatopleura	elliptica				2,9	3	1,4	3
6031	Cymatopleura	solea				3,1	3	2,1	3
6738	Cymbella	aequalis				0,6	2		
6058	Cymbella	affinis				0,7	4	1,2	4
6310	Cymbella	alpina				0,6	3	1,0	5
6311	Cymbella	amphicephala				1,1	3	1,1	4
6739	Cymbella	amphicephala	var.	hercynica		0,9	2		
6740	Cymbella	amphioxys				0,6	2		
6312	Cymbella	ancyli				0,9	2		
6741	Cymbella	angustata				0,9	2	1,0	5
6092	Cymbella	aspera				1,7	1		
6313	Cymbella	austriaca				0,6	1	1,0	5
6891	Cymbella	caespitosa						1,6	2
6183	Cymbella	cesatii				0,6	4	1,0	5
6059	Cymbella	cistula				2,3	1	1,4	3
6060	Cymbella	cuspidata						1,1	4
6979	Cymbella	cymbiformis				1,8	3	1,0	5
6315	Cymbella	delicatula				0,3	4	1,0	5
6316	Cymbella	descripta				0,6	2	1,0	5
6061	Cymbella	ehrenbergii				2,2	3	1,1	4
6317	Cymbella	elginensis				0,6	2		
6318	Cymbella	falaisensis				0,4	3	1,0	5
6319	Cymbella	gaeumannii				0,6	2	1,0	5
6320	Cymbella	gracilis				0,6	4	1,0	5
6321	Cymbella	hebridica				0,6	2	1,0	5
6184	Cymbella	helvetica				1,4	2	1,1	4
6323	Cymbella	helvetica	var.	compacta		2,6	3	1,8	3
6978	Cymbella	hustedtii				1,2	2		
6324	Cymbella	hybrida				0,6	2	1,0	5
6325	Cymbella	incerta				0,6	2	1,0	5
6327	Cymbella	laevis				0,9	2	1,0	5
6062	Cymbella	lanceolata						1,6	4
6330	Cymbella	leptoceros						1,3	4
6331	Cymbella	mesiana						1,0	5
6895	Cymbella	microcephala				1,2	1	1,2	4
6909	Cymbella	minuta				2,0	1	1,6	2
6063	Cymbella	naviculiformis				1,8	1	1,3	3
6747	Cymbella	norvegica				0,6	2	1,0	5
6977	Cymbella	perpusilla				0,5	2	1,0	5
6040	Cymbella	prostrata				2,3	1	1,8	3
6333	Cymbella	proxima				1,2	2	1,1	5
6748	Cymbella	pusilla				1,2	2		
6334	Cymbella	reichardtii				2,7	3	1,5	4
6335	Cymbella	rupicola						1,0	5
6337	Cymbella	similis				0,6	2	1,0	5
6336	Cymbella	simonsenii				0,6	2	1,0	5

6065	Cymbella	sinuata				2,1	1	2,0	2
6150	Cymbella	subaequalis				1,0	2	1,0	5
6066	Cymbella	tumida				2,5	2	1,6	4
6067	Cymbella	tumidula				0,6	2	1,0	5
6339	Cymbella	tumidula	var.	lanceolata		0,3	2	1,0	5
6752	Denticula	elegans				1,8	2		
6340	Denticula	kuetzingii				1,0	2	1,0	5
6068	Denticula	tenuis				1,4	3	1,3	4
6185	Diatoma	anceps				0,3	2	1,0	5
6208	Diatoma	ehrenbergii				1,6	2	1,3	3
6167	Diatoma	hyemalis				1,0	4	1,0	5
6949	Diatoma	mesodon				0,7	4	1,3	4
6209	Diatoma	moniliformis				2,0	3	2,2	4
6210	Diatoma	tenuis						1,3	4
6006	Diatoma	vulgaris						2,1	4
16208	Diatomella	balfouriana				0,6	2	1,0	5
16209	Didymosphenia	geminata				0,6	1		
6807	Diploneis	elliptica				1,7	2	1,1	4
6346	Diploneis	oblongella				1,0	2	1,0	5
6347	Diploneis	oculata						1,2	4
6070	Diploneis	ovalis				1,0	2	1,0	5
6349	Diploneis	petersenii				1,3	2	1,1	4
6754	Entomoneis	ornata				1,2	2		
6212	Epithemia	adnata				2,2	2	1,2	4
6350	Epithemia	argus				1,1	2		
6887	Epithemia	sorex				2,7	2	1,4	3
6353	Epithemia	turgida				2,3	2		
6354	Eunotia	arcubus				0,6	2	1,0	5
16221	Eunotia	arculus				1,1	2		
6886	Eunotia	arcus						1,0	5
6213	Eunotia	bilunaris						1,7	2
6357	Eunotia	diodon				0,6	2	1,0	5
6975	Eunotia	exigua				0,5	3	1,1	4
6359	Eunotia	fallax				0,6	2	1,0	5
6360	Eunotia	flexuosa				0,7	2	1,0	5
6362	Eunotia	glacialis				0,7	2	1,0	5
6363	Eunotia	hexaglyphis				0,6	2		
6364	Eunotia	implicata				0,6	2	1,0	5
6214	Eunotia	incisa				0,6	2	1,0	5
6365	Eunotia	intermedia				0,6	2		
6368	Eunotia	microcephala				0,6	2	1,0	5
6369	Eunotia	minor						1,5	2
6885	Eunotia	monodon				0,6	2		
6370	Eunotia	muscicola	var.	tridentula		0,6	2	1,0	5
6371	Eunotia	naegelii				0,6	2		
6372	Eunotia	nymanniana				0,6	2	1,0	5
6765	Eunotia	parallela				0,6	2		
6168	Eunotia	pectinalis						1,0	5
6851	Eunotia	praerupta				0,9	2	1,0	5
6767	Eunotia	praerupta	var.	bidens		1,1	2		
6374	Eunotia	praerupta	var.	bigibba		0,9	2		
6375	Eunotia	rhomboidea				0,6	2	1,0	5
6850	Eunotia	serra				0,6	2	1,0	5
6377	Eunotia	serra	var.	tetraodon		0,6	2	1,0	5
6382	Eunotia	sudetica				0,6	2	1,0	5
6383	Eunotia	tenella						1,0	5
6771	Eunotia	triodon				0,6	2	1,0	5
6384	Fragilaria	alpestris				0,6	2		
6077	Fragilaria	arcus				1,0	3	1,5	2
6385	Fragilaria	bicapitata				1,1	1	1,6	3
6388	Fragilaria	brevistriata				3,0	1	1,3	4
6033	Fragilaria	capucina				1,8	2		
6394	Fragilaria	capucina	perminuta	-	Sippen	2,1	4	1,5	3
6395	Fragilaria	capucina	radians	-	Sippen	2,0	2		
6908	Fragilaria	capucina	var.	amphicephala		0,9	2	1,0	5
6389	Fragilaria	capucina	var.	austriaca		0,5	4	1,0	5
6392	Fragilaria	capucina	var.	gracilis		1,1	2	1,3	4
6393	Fragilaria	capucina	var.	mesolepta		2,5	1	1,5	3
6396	Fragilaria	capucina	var.	rumpens		1,0	2	1,6	3
6186	Fragilaria	capucina	var.	vaucheriae		1,8	1	2,5	2
16234	Fragilaria	constricta				0,6	3	1,0	5
6034	Fragilaria	construens				2,3	2	1,4	3
6397	Fragilaria	construens	f.	binodis		2,3	2		
6828	Fragilaria	construens	f.	venter		2,3	2		
6075	Fragilaria	crotonensis						1,4	3

6399	Fragilaria	delicatissima				1,4	2	1,0	5
6401	Fragilaria	exigua				0,6	2	1,0	5
6915	Fragilaria	famelica				0,7	4		
6234	Fragilaria	fasciculata				3,5	3	2,5	3
6402	Fragilaria	incognita				2,2	1	1,1	4
6076	Fragilaria	leptostauron				2,0	1		
6405	Fragilaria	nanana				1,2	2	1,1	4
6237	Fragilaria	parasitica				2,3	3	2,2	3
6078	Fragilaria	pinnata				2,2	1	1,4	3
6238	Fragilaria	pulchella				3,5	2	2,8	4
6408	Fragilaria	robusta						1,0	5
6409	Fragilaria	tenera				1,0	2	1,0	5
6239	Fragilaria	ulna				3,5	4		
16575	Fragilaria	ulna	acus	-	Sippen	1,8	2		
6410	Fragilaria	ulna	angustissima	-	Sippen	1,8	2		
6780	Fragilaria	ulna	oxyrhynchus	-	Sippen	2,9	2		
6169	Fragilaria	virescens				1,4	1	1,2	4
6187	Frustulia	rhomboides				0,5	3	1,0	5
6411	Frustulia	rhomboides	var.	amphipleuroides		0,6	2	1,2	4
6412	Frustulia	rhomboides	var.	crassinervia		0,4	2	1,0	5
6413	Frustulia	rhomboides	var.	saxonica		0,4	2	1,0	5
6079	Frustulia	vulgaris				2,0	2	2,0	3
6080	Gomphonema	acuminatum				2,5	2	1,5	2
6418	Gomphonema	affine				1,8	3		
16246	Gomphonema	amoenum				0,4	1		
6819	Gomphonema	angustum				1,0	3	1,6	3
6081	Gomphonema	augur				3,1	1	2,1	3
6419	Gomphonema	auritum				0,6	1	1,1	4
6420	Gomphonema	bavaricum				0,6	2	1,1	5
6421	Gomphonema	bohemicum				0,6	1	1,0	5
6217	Gomphonema	clavatum						1,2	4
6422	Gomphonema	clevei				1,2	2		
6423	Gomphonema	dichotomum				1,3	2		
6883	Gomphonema	gracile						1,2	4
6424	Gomphonema	hebridense				0,9	2	1,1	4
6427	Gomphonema	lateripunctatum				0,7	2	1,0	5
6428	Gomphonema	micropus						1,9	4
6912	Gomphonema	minutum				2,2	1	2,0	5
6429	Gomphonema	occultum				0,6	2	1,0	5
6867	Gomphonema	olivaceum				2,9	1	2,1	4
16255	Gomphonema	olivaceum	var.	calcareum		1,8	3		
6430	Gomphonema	olivaceum	var.	minutissimum		1,2	2	1,5	3
6431	Gomphonema	olivaceum	var.	olivaceoides		1,5	2	1,5	3
6432	Gomphonema	olivaceum	v.	olivaceolacuum		1,9	3	1,9	4
6158	Gomphonema	parvulum				3,6	2		
6433	Gomphonema	parvulum	var.	exilissimum		0,7	2		
16258	Gomphonema	parvulum	var.	parvulus		0,6	2		
6434	Gomphonema	procerum				1,2	2	1,0	5
6435	Gomphonema	productum				1,3	2	1,2	4
6436	Gomphonema	pseudoaugur				3,7	3	2,5	3
6437	Gomphonema	pumilum				1,1	1	1,6	3
16586	Gomphonema	rhombicum				0,6	1		
6438	Gomphonema	sarcophagus				1,3	2		
6439	Gomphonema	stauroneiforme				0,3	3		
6897	Gomphonema	tergestinum				1,4	1	1,9	4
6188	Gomphonema	truncatum				1,9	1	1,5	2
6999	Gomphonema	ventricosum				0,5	5	1,0	5
6036	Gyrosigma	acuminatum				3,7	3	1,9	3
6041	Gyrosigma	attenuatum				2,6	3		
6443	Gyrosigma	nodiferum				2,7	2	2,0	4
6974	Gyrosigma	scalproides				2,3	1		
6084	Hantzschia	amphioxys				3,6	3	1,8	1
6005	Melosira	variens				2,9	4	2,3	2
6026	Meridion	circulare				2,5	2	1,9	3
6446	Meridion	circulare	var.	constrictum		1,2	2	1,2	4
6448	Navicula	absoluta				1,4	3	1,1	4
6809	Navicula	angusta				0,6	2	1,0	5
16292	Navicula	arvensis	var.	major		3,9	2	3,5	2
6117	Navicula	atomus				2,8	3	3,4	2
6241	Navicula	atomus	var.	permitis		3,1	4	3,4	2
6087	Navicula	bacillum				2,3	3	1,6	4
6461	Navicula	bryophila				1,3	2	1,1	4
6462	Navicula	canoris				2,9	1	2,0	5
6868	Navicula	capitata				3,4	3	2,7	3

6966	Navicula	capitata	var.	hungarica		2,7	2		
6910	Navicula	capitatoradiata				3,3	4	2,3	3
6088	Navicula	cari				2,6	1	1,5	3
6089	Navicula	cincta				3,4	2	2,6	2
6968	Navicula	citrus				2,9	1	2,3	3
6466	Navicula	clementis				2,5	2	1,7	4
6969	Navicula	cocconeiformis				1,2	2	1,0	5
6467	Navicula	cohnii				3,5	2		
6469	Navicula	constans				2,9	1	1,4	4
6858	Navicula	contenta						1,4	3
6470	Navicula	costulata				2,9	2	1,5	3
6010	Navicula	cryptocephala				3,5	4	2,5	2
6471	Navicula	cryptofallax				2,1	2	1,9	4
6889	Navicula	cryptotenella				2,3	1	1,5	2
6038	Navicula	cuspidata				3,8	3	2,7	3
6473	Navicula	decussis				1,2	1	1,7	3
6475	Navicula	detenta				0,6	2	1,0	5
6826	Navicula	elginensis				2,1	2	1,5	3
6481	Navicula	erifuga				2,9	2	2,3	3
6482	Navicula	evanida				1,8	1	1,0	5
6808	Navicula	exigua				2,9	3	1,5	3
6917	Navicula	exilis				2,0	1	1,1	4
6485	Navicula	festiva				0,6	2	1,0	5
6489	Navicula	gallica	var.	perpusilla		1,2	1	1,2	4
6967	Navicula	gastrum				2,9	3	1,5	5
6916	Navicula	goeppertiana				3,6	5	3,3	2
6493	Navicula	gottlandica				1,5	2	1,0	5
6015	Navicula	gregaria				3,5	4	2,5	2
6833	Navicula	halophila				3,4	5	3,0	3
6500	Navicula	hustedtii				1,8	2		
6501	Navicula	ignota	var.	acceptata		1,8	2		
6812	Navicula	integra				2,9	2	2,4	2
6505	Navicula	jaagii				0,9	2	1,0	5
6506	Navicula	jaernefeltii				1,3	2	1,1	4
6507	Navicula	joubaudii				3,6	5	1,8	3
16330	Navicula	lacunolaciniata				3,9	3		
6882	Navicula	laevissima				1,1	2	1,1	4
6864	Navicula	lanceolata				3,5	4	2,3	3
6156	Navicula	laterostrata				1,4	2	1,0	5
6923	Navicula	lenzii				1,2	2	1,1	4
16337	Navicula	levanderi				1,0	5		
6513	Navicula	mediocris				0,6	2	1,0	5
6094	Navicula	menisculus				2,7	2	1,1	5
6514	Navicula	menisculus	var.	grunowii		2,1	2	2,2	2
16343	Navicula	menisculus	var.	upsaliensis		2,9	2		
6095	Navicula	minima				2,9	2		
6872	Navicula	minuscula	var.	muralis		2,9	3	3,1	3
6516	Navicula	minusculoides				2,9	2	3,0	2
6219	Navicula	molestiformis				2,9	2	3,1	2
6861	Navicula	monocolata				2,9	2	2,2	4
6028	Navicula	mutica				2,9	1	2,0	3
6519	Navicula	mutica	var.	ventricosa		3,1	2		
16020	Navicula	nivalis				2,9	1		
6073	Navicula	oblonga				2,7	1	1,4	3
6013	Navicula	pelliculosa				2,5	3		
16353	Navicula	perminuta				3,4	3	2,3	3
6866	Navicula	phyllepta				2,9	3	2,3	3
6099	Navicula	placentula				2,7	3	1,6	4
6524	Navicula	praeterita				0,9	2	1,0	5
6100	Navicula	protracta				2,9	2	2,1	4
6527	Navicula	pseudobryophila				0,6	2	1,0	5
6865	Navicula	pseudolanceolata				2,5	2		
6529	Navicula	pseudoscutiformis				1,4	2	1,0	5
6530	Navicula	pseudotuscula				1,8	2	1,3	4
6101	Navicula	pupula				3,7	5	2,4	2
6532	Navicula	pupula	var.	mutata		1,2	2		
6102	Navicula	pygmaea				3,7	5	2,6	3
6103	Navicula	radiosa				0,6	3	1,3	4
6534	Navicula	recens				2,9	2	2,4	3
6221	Navicula	reichardtiana				2,3	1	2,1	4
6535	Navicula	reichardtiana	var.	crassa		2,3	1		
6104	Navicula	reinhardtii				2,8	1	1,9	4
6022	Navicula	rhyngocephala				2,3	1	1,7	2
6105	Navicula	salinarum				2,3	2		
6537	Navicula	saprophila				2,6	1	3,5	2
6539	Navicula	schmassmannii				0,6	2	1,0	5
6926	Navicula	schoenfeldii				1,9	1	1,6	4

6541	Navicula	scutelloides				2,7	3	1,6	4
16368	Navicula	seibigiana				2,3	2		
16032	Navicula	semen				0,6	3		
6192	Navicula	seminulum				3,2	2	3,2	2
6873	Navicula	slesvicensis				3,0	2	2,0	5
6543	Navicula	soehrensensis				0,6	2	1,0	5
16034	Navicula	soehrensensis	var.	hassiaca		0,6	2	1,0	5
6813	Navicula	splendicula				1,5	2		
6546	Navicula	stroemii				1,2	2	1,0	5
6547	Navicula	subalpina				1,4	2	1,0	5
6106	Navicula	subhamulata				2,5	1	1,9	3
6548	Navicula	sublucidula				2,9	1	1,9	4
6896	Navicula	subminuscula				3,5	4	3,4	2
16373	Navicula	submuralis				0,6	2		
6550	Navicula	subrotundata				1,8	2	1,4	4
6878	Navicula	subtilissima				0,5	2	1,0	5
6551	Navicula	suchlandtii				0,6	2	1,0	5
6553	Navicula	tenelloides				2,9	2		
6554	Navicula	tridentula				0,6	2		
6831	Navicula	tripunctata				3,1	3	2,0	3
6870	Navicula	trivialis				3,3	1	2,7	3
6989	Navicula	tuscula				1,8	1	1,1	4
6556	Navicula	utermoehtii				1,8	2	1,4	4
16037	Navicula	variostrata				0,5	2	1,0	5
6890	Navicula	veneta				3,5	5	3,3	2
6557	Navicula	ventralis				0,5	3		
6037	Navicula	viridula				3,5	4	2,2	4
6558	Navicula	viridula	var.	rostellata		3,5	4	2,2	4
6559	Navicula	vitabunda				1,3	2	1,2	4
6560	Navicula	vulpina				1,8	2	1,0	5
6561	Navicula	wildii				0,3	2	1,0	5
6820	Neidium	affine				0,6	2	1,0	5
6562	Neidium	affine	var.	longiceps		0,6	2		
6563	Neidium	alpinum				0,6	2	1,0	5
6564	Neidium	ampliatum				1,5	2	1,0	5
6856	Neidium	binodis				1,8	1	1,3	3
6566	Neidium	bisulcatum				0,6	3	1,0	5
6108	Neidium	dubium				2,3	2	1,3	3
6568	Neidium	hercynicum				0,5	2	1,0	5
6109	Neidium	iridis				1,3	2	1,0	5
16386	Neidium	ladogensis				0,8	1		
6110	Neidium	productum				1,4	2	1,0	5
6023	Nitzschia	acicularis				3,6	5	2,5	2
6573	Nitzschia	acidoclinata				2,3	2	1,3	3
6965	Nitzschia	acula				2,7	2	2,0	3
6575	Nitzschia	alpina				0,6	3	1,0	5
6039	Nitzschia	amphibia				3,8	5	2,5	2
6991	Nitzschia	angustata				1,9	1	1,3	4
6576	Nitzschia	angustatula				2,6	2	1,9	4
16045	Nitzschia	angustiforaminata				3,9	2		
6922	Nitzschia	archibaldii				2,0	2	1,9	3
6578	Nitzschia	bacillum				1,9	2	1,1	4
6580	Nitzschia	brevissima				2,9	2		
16048	Nitzschia	calida				3,0	2	2,9	4
6964	Nitzschia	capitellata				3,8	5	3,4	2
6193	Nitzschia	clausii				3,9	2	2,9	4
6194	Nitzschia	communis				3,9	2	3,3	3
6581	Nitzschia	commutata				3,5	2		
6242	Nitzschia	constricta				3,9	5	2,8	4
6584	Nitzschia	dealpina				2,3	2	1,1	4
6921	Nitzschia	debilis				2,9	2		
6008	Nitzschia	dissipata				2,4	2	2,0	3
6586	Nitzschia	dissipata	var.	media		2,6	1	1,3	3
6113	Nitzschia	dubia				2,9	2		
6195	Nitzschia	filiformis				3,7	2	2,9	4
6025	Nitzschia	fonticola						2,1	4
6196	Nitzschia	frustulum				3,3	4	2,2	4
6806	Nitzschia	fruticosa				2,9	2		
6594	Nitzschia	graciliformis				3,4	1	1,6	2
6197	Nitzschia	gracilis				2,5	2	1,3	4
6931	Nitzschia	hantzschiana				2,0	3	1,6	2
6963	Nitzschia	heufferiana				3,3	4	2,0	5
16051	Nitzschia	homburgiensis				1,4	3	1,3	3
6114	Nitzschia	hungarica				3,9	3	2,9	4
Nitzschia	inconspicua					2,1	1	2,2	4
6857	Nitzschia	intermedia				2,9	2		

6597	Nitzschia	lacuum				1,2	1	1,2	4
6888	Nitzschia	levidensis				3,7	2	2,9	4
6024	Nitzschia	linearis				3,4	4	1,9	2
6599	Nitzschia	linearis	var.	subtilis		3,9	3		
6198	Nitzschia	microcephala				3,9	3	2,5	2
6198	Nitzschia	microcephala				3,9	3	2,5	2
6011	Nitzschia	palea				3,3	3		
6603	Nitzschia	palea	var.	debilis		2,3	1		
6199	Nitzschia	paleacea				2,3	2	2,7	3
6605	Nitzschia	perminuta				2,3	1	1,3	3
6918	Nitzschia	pura				1,9	3	1,8	2
6925	Nitzschia	pusilla				2,7	2	2,4	3
6029	Nitzschia	recta				3,0	3	1,5	2
16445	Nitzschia	reversa				2,9	2		
6201	Nitzschia	sigma				2,9	2	2,9	4
6027	Nitzschia	sigmoidea				3,8	4	2,1	4
6610	Nitzschia	sinuata	var.	delognei		2,3	2	1,8	2
6611	Nitzschia	sinuata	var.	tabellaria		1,2	1		
6961	Nitzschia	sociabilis				2,8	1	2,1	4
6612	Nitzschia	solita				3,4	2		
6613	Nitzschia	subacicularis						2,0	3
6960	Nitzschia	sublinearis				2,7	4	1,6	2
6924	Nitzschia	supralitorea				2,9	4	2,7	3
6119	Nitzschia	tryblionella				3,8	4	2,4	4
6615	Nitzschia	tubicola				3,4	2	2,1	4
6615	Nitzschia	tubicola				3,4	2	2,1	4
6118	Nitzschia	umbonata				3,8	3	3,8	4
6120	Nitzschia	vermicularis						2,0	3
6616	Nitzschia	wuellerstorffii						2,1	4
6846	Pinnularia	alpina				0,6	2		
16461	Pinnularia	balfouriana				0,6	2		
6148	Pinnularia	borealis				1,9	1	1,4	3
6881	Pinnularia	braunii				0,7	2		
6627	Pinnularia	brevicostata				0,3	2		
16062	Pinnularia	cardinalis				0,4	2		
6631	Pinnularia	dactylus				0,6	2		
6632	Pinnularia	divergens				0,6	2		
6633	Pinnularia	divergentissima				0,6	2		
6845	Pinnularia	episcopalis				0,6	2		
6636	Pinnularia	gentilis				1,5	2		
6121	Pinnularia	gibba						2,5	1
6637	Pinnularia	gibba	var.	linearis		0,3	2	1,0	5
6639	Pinnularia	globiceps				1,8	2		
6223	Pinnularia	hemiptera				0,6	2		
6844	Pinnularia	interrupta				0,7	2	1,2	4
16473	Pinnularia	lagerstedtii				0,6	2		
6853	Pinnularia	lata				0,6	2		
6958	Pinnularia	legumen				0,6	2		
6123	Pinnularia	maior				1,4	3	1,0	5
6650	Pinnularia	microstauron	var.	brebissonii				2,1	2
6111	Pinnularia	nobilis				0,5	2		
6652	Pinnularia	nodosa				0,3	2		
16071	Pinnularia	pulchra				0,6	2		
6659	Pinnularia	rupestris				0,6	2		
6663	Pinnularia	stomatophora				0,6	2		
6126	Pinnularia	subcapitata				0,9	2	1,0	5
6665	Pinnularia	subcapitata	var.	hilseana		0,3	2	1,0	5
6669	Pinnularia	subrostrata				0,3	2		
6672	Pinnularia	sudetica				1,3	2		
6128	Pinnularia	viridis				1,3	2	1,2	4
16485	Pleurosigma	angulatum				2,9	2		
6224	Rhoicosphenia	abbreviata				2,9	2	2,1	4
6677	Rhopalodia	gibba				2,7	2	1,5	3
6678	Rhopalodia	gibba	var.	parallela		0,6	3	1,0	5
6225	Simonsenia	delognei				2,9	2	2,2	4
6841	Stauroneis	acuta				1,8	1		
6679	Stauroneis	agrestis						1,0	5
6129	Stauroneis	anceps						1,2	4
16558	Stauroneis	gracillima				1,1	1		
6681	Stauroneis	kriegerii				3,3	2	1,6	2
6683	Stauroneis	legumen				1,9	2		
6685	Stauroneis	obtusa				0,6	2	1,0	5
6130	Stauroneis	phoenicenteron				2,9	1	1,5	2
6131	Stauroneis	smithii				3,3	2	1,5	2
6688	Stauroneis	thermicola						1,4	3
16087	Stenopterobia	curvula				0,4	2	1,0	5
6690	Stenopterobia	delicatissima				0,5	2	1,0	5



6227	Surirella	amphioxys				2,9	2		
6133	Surirella	angusta				3,7	3	2,2	2
6691	Surirella	bifrons				2,3	2		
6134	Surirella	biseriata				2,1	2		
6693	Surirella	brebissonii				3,6	5	2,5	2
6994	Surirella	capronii				2,5	2		
16513	Surirella	crumena				2,9	2		
6880	Surirella	elegans				2,7	3		
6135	Surirella	linearis				1,0	2	1,1	4
16091	Surirella	linearis	var.	helvetica		0,6	2	1,0	5
6229	Surirella	minuta				3,8	3	2,4	3
6136	Surirella	ovalis						2,9	4
6694	Surirella	roba				0,6	2	1,0	5
6097	Surirella	spiralis				0,6	2		
16518	Surirella	turgida				0,6	2		
6074	Tabellaria	fenestrata				1,4	3		
6091	Tabellaria	flocculosa				0,8	2	1,1	4
6698	Tabellaria	ventricosa				0,9	2	1,0	5
16522	Tetracyclus	glans				0,6	3	1,0	5
16097	Tetracyclus	rupestris				0,5	2	1,0	5

Daraus errechnete Saprobien-Mittelwerte (Gattungen)

Achnanthes	<b>1,27</b>	Diatoma	<b>1,43</b>
Amphipleura	<b>1,30</b>	Diatomella	<b>1,00</b>
Amphora	<b>1,79</b>	Didymosphenia	XXXXX
Anomoeoneis	<b>2,70</b>	Diploneis	<b>1,07</b>
Asterionella	<b>1,50</b>	Entomoneis	XXXXX
Aulacoseira	XXXXX	Epithemia	<b>1,29</b>
Bacillaria	<b>2,30</b>	Eunotia	<b>1,03</b>
Brachysira	<b>1,03</b>	Fragilaria	<b>1,37</b>
Caloneis	<b>1,21</b>	Frustulia	<b>1,17</b>
Campylodiscus	XXXXX	Gomphonema	<b>1,43</b>
Cocconeis	<b>1,47</b>	Gyrosigma	<b>1,96</b>
Cyclostephanos	XXXXX	Hantzschia	<b>1,80</b>
Cyclotella	XXXXX	Melosira	<b>2,30</b>
Cymatopleura	<b>1,75</b>	Meridion	<b>1,50</b>
Cymbella	<b>1,13</b>	Navicula	<b>1,63</b>
Denticula	<b>1,13</b>		