©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Osnabrücker naturwiss. Mitt.	13	S. 221–248	5 Abb.	Osnabrück, März 1987

Hydrobiologische Untersuchungen der Gewässer in den Kuranlagen von Bad Laer

mit 5 Abbildungen

Maria und Walter Hoffmeister*

Kurzfassung: Die 1978 und 1979 an 5 Stellen gefundenen 50 Tier- und 125 Pflanzengruppen werden aufgelistet. An Algen sind nachzuweisen: 8 Cyanophyta, 1 Chrysophyta, 85 Diatomeae (Bacillariophyta), 4 Xanthophyta, 3 Euglenophyta, 14 Chlorophyta und 1 Conjugatophyta. Die Auswertung der Artenliste von sauerstoffliebenden Diatomeen wird korrelliert mit den elektrometrisch gemessenen O_2-Werten. Die salzliebenden und oligohaloben Diatomeen bestätigen den Solecharakter.
Die an Hand von relevanten Algen errechneten Saprobien-Indexwerte ergaben an allen Probenahmestellen die Wassergüte I–II.
Die bei den physikalischen und chemischen Untersuchungen ermittelten Stickstoffwerte, die sehr hoch lagen, konnten diese Wassergüte nicht bestätigen. Der im Wasser gelöste Sauerstoff in den Probenahmestellen II bis V lag im Mittel zum Teil über dem Sättigungswert. Der Quellkolk machte hier eine Ausnahme mit einem mittleren Sättigungsfehlbetrag von 54 %. Die Sauerstoffzehrung verhielt sich in umgekehrter Weise. Im Quellkolk war sie gering und in den folgenden Stellen zeitweise sehr hoch, konnte aber nie den Sauerstoffhaushalt der untersuchten Gewässer gefährden.

Inhaltsverzeichnis

1 Beschreibung der untersuchten Gewässer 222
2 Lage der Probenahmestellen 223
2.1 Methoden der Probeentnahmen und Bearbeitung der Organismen 226
3 Berechnung der Häufigkeitsindexzahlen 226
4 Artenliste der Fauna und Flora 226
4.1 Artenliste der Fauna 1978 226
4.2 Artenliste der Fauna 1979 228
4.3 Artenliste der Algen 1978/79 230
4.4 Artenliste der salzliebenden Diatomeen 1978/79 233
4.5 Artenliste der oligohaloben Diatomeen 1978/79 234
4.6 Artenliste der sauerstoffliebenden Diatomeen 1978/79 235
5 Artenliste zur Wassergütebeurteilung durch Algen mit Errechnung der Wassergüte 236
6 Arten- und Standortverzeichnis interessanter Diatomeen mit Angabe ökologischer Valenzen 238
7 Physikalisch-chemische Untersuchungen 241
8 Diskussion 246
Schriftenverzeichnis 248

* M. & W. Hoffmeister, Hubertusring 51, 4512 Wallenhorst

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

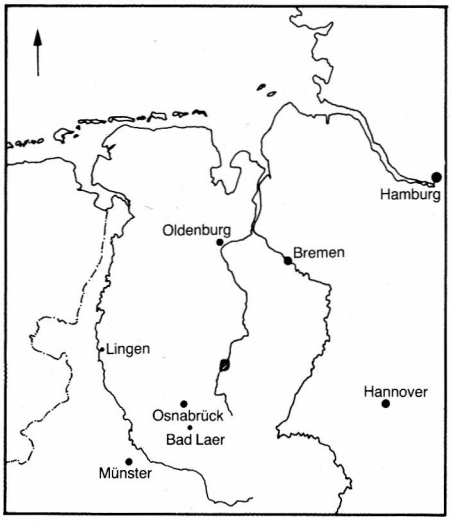


Abb. 1 Lage des Arbeitsgebietes

1 Beschreibung der untersuchten Gewässer

Bad Laer liegt südlich des Teutoburger Waldes, am Südwestende des Kleinen Berges, auch Blomberg genannt, einer domartigen Aufwölbung der oberkretazischen, kalkigen Ablagerungen (Abb. 1). Die 1978 und 1979 in den Kuranlagen von Bad Laer untersuchten Gewässer sind der Quellkolk, der Glockensee und der Salzbach (Abb. 2).

1.1 Der Quellkolk, früher SPRINGMEYERscher Kolk genannt, unsere Probenahmestelle I, liegt am SW-Fuß des Blomberges. Die Sole tritt aus den Klüften und Spalten des Plänerkalkes, einer am Südrand des Teutoburger Waldes weit verbreiteten Fazies der Oberkreidezeit, zu Tage. Den Auftrieb erhält die Sole durch natürliche, gasförmige Kohlensäure. Neben der Sole tritt aber auch Niederschlagswasser aus den vom Blomberg einfallenden Schichten aus, das sich mit der Sole vermischt. Diese Quellen zeigen jahreszeitlich unterschiedliche Schüttungen. Die zwischen 2700 und 6400 mg/l schwankenden Chlorid-Werte zeigen die wechselnde Durchmischung. Im sandigen, vom Quellwasser leicht bewegten Boden wurzeln keine Pflanzen. Auffallend sind schwimmende Watten von *Cladophora glomerata* und *Spirogyra* sp. Der Abfluß des Quellkolkes erfolgt in südwestlicher Richtung und erreicht nach etwa 75 m den Glockensee, durchquert ihn am Nordrande und fließt, zum Teil durchmischt mit dem Wasser des Sees, über ein Wehr dem Salzbach zu.

1.2 Der Glockensee ist der Rest eines ehemaligen Mühlenteiches. Seine heutige Größe beträgt etwa 8500 m^2, seine durchschnittliche Tiefe 0,7 m. Inmitten des Sees ist eine Wasserfontäne installiert worden, die an allen Untersuchungstagen tätig war. Die Folge ist die Anreicherung von Sauerstoff im Wasser. Die gesamte Wasserfläche ist nicht beschattet. Am Ufer und auf dem Wasser waren und sind sehr viele Enten und einige Schwäne zu beobachten. Diese Tiere werden von den Kurgästen reichlich mit Brot gefüttert. Durch Futterreste und den Kot der Vögel wird das Wasser sehr stark

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

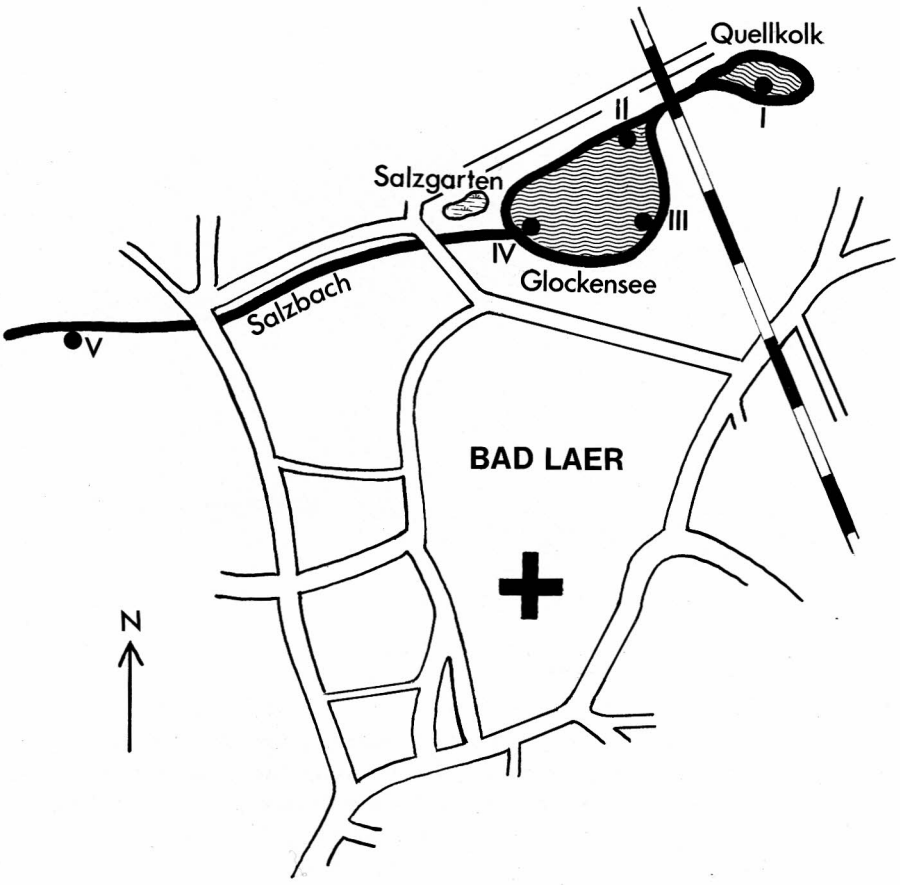


Abb. 2. Lage der Probenahmestellen

Topographische Karte Nr. 3814 Bad Iburg
Probenahmestelle I = r. 37860, h. 75400
Probenahmestelle II = r. 37740, h. 75000
Probenahmestelle III = r. 37740, h. 74940
Probenahmestelle IV = r. 37640, h. 74940
Probenahmestelle V = r. 37340, h. 74860
Nur die Probenahmestellen II, III und IV liegen im Bereich des Glockensees selbst.

belastet. Die Folge davon ist ein sehr üppiger Wuchs von schwimmenden Pflanzen. In unregelmäßigen Abständen müssen die mächtigen Pflanzenwatten von der Wasseroberfläche durch Rechen mechanisch beseitigt werden. Zudem ist im Winterhalbjahr 1978/79 mit Baggern ein Teil des Schlammes ausgehoben worden. Als Folge davon sind quantitative und auch qualitative Unterschiede der Besiedlung in den beiden Jahren festzustellen. Entkrautungen und Entschlammung konnten dem üppigen Wachstum der schwimmenden Pflanzenmassen allerdings nicht Einhalt gebieten.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.



Abb. 3. Der Glockensee 1974 (Aufnahme MERSCH)

Auffallend für das Jahr 1979 war das häufige Vorkommen des Teichfadens *Zanichellia palustris* im Glockensee. In allen drei Probenahmestellen dieses Gewässers wurde er beobachtet. 1978 war diese Pflanze im See nicht gefunden worden. Wahrscheinlich besteht ein Zusammenhang zwischen der Reinigung des Gewässers und dem Wiederauftreten des Teichfadens.

Die Probenahmestelle II am Nordufer des Sees, unweit des Zuflusses vom Quellkolk, war geprägt durch Sand und Schlamm am Bodengrund, der bedeckt war mit vielen abgestorbenen Ostracoden. Das Wasser bewegte sich hier relativ stark, beeinflußt durch den Durchfluß des Zuflußgrabens. Die Schlauchalge *Vaucheria geminata* mit der Schraubenalge *Spirogyra* sp. bildeten hier zäh zusammenhängende Algenwatten, in denen außer Diatomeen, besonders auffallend der Augenflagellat *Euglena* n.d. in Massen zu finden war.

Die Probenahmestelle III im flachen, kaum bewegten Wasser des Südostufers war gekennzeichnet durch sandigen, leicht steinigen Bodengrund mit spärlicher Ufervegetation. Vom Ufer etwas entfernt waren wieder dichte Algenwatten wie in der Probenahmestelle II zu sehen.

An der Probenahmestelle IV in der Nähe des Abflußwehres war eine stärkere Strömung des abfließenden Wassers zu beobachten, so daß die Algenwatten und Schwimmpflanzen sich in dichten Massen an den Auffangrechen stauten oder abgedrängt wurden. Das behinderte die Entnahme der Bodenproben an dieser Stelle. Die Algenwatten bestanden überwiegend aus den gleichen Arten wie in den Probenahmestellen II und III.

Die Probennahmestelle V lag am begradigten Salzbach, etwa 300 m vom Wehr des Glockensees entfernt, unterhalb des Friedhofes von Bad Laer. Der Bach, dessen

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.



Abb. 4. Faulschlamm im Glockensee 1979

Ufer teilweise mit Holzfaschinen befestigt war, ist hier schnurgerade und mit zur Nordseite hohen Böschungen ausgebaut. Der Bodengrund bestand aus Sand und Detritus, der kaum durch die geringe Fließgeschwindigkeit aufgewirbelt werden konnte. Die Vegetation im Bachbett war schwach entwickelt.

Zusätzlich wurde noch die Fauna von dem sogenannten „Salzgarten" untersucht. Der Salzgarten ist eine sumpfige Fläche von etwa 250 m^2 am Westrand des Kurgartens. Sie wird künstlich in unregelmäßigen Abständen mit Wasser aus dem Glockensee durch einen Überlauf bewässert. Der Salzgehalt ist durch Regenfälle sehr starken Schwankungen unterworfen. Dieser Salzgarten ist angelegt worden, um die früher an den Rändern des Salzbaches und des Mühlenteiches natürlich wachsenden Halophyten wieder anzusiedeln (HILTERMANN & KÖRBER-GROHNE 1974). Bis auf sehr vereinzelte Ausnahmen waren 1978/79 diese Halophyten weder im Salzgarten noch am Salzbach zu finden. Auf dem Boden des Salzgartens fanden sich massenhaft Ostracoden.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

2 Methoden der Probenentnahme und Bearbeitung der Organismen

An den fünf ausgewählten Probenahmestellen in den Kuranlagen von Bad Laer wurden Besatz- und Bodenproben zur Erfassung der Makrofauna und der Mikroflora entnommen. Begleitend sind Wasserproben für die chemische Wasseranalyse gezogen worden. Einige Parameter konnten mit Hilfe elektrometrischer Geräte ermittelt werden. Die Probenentnahmen fanden 1978 in der Zeit von Mai bis Oktober und 1979 von April bis September statt. Die Probenahmestellen I und V sind nur 1979 berücksichtigt worden.
Diatomeen sind nach dem kalten Schwefelsäure-Verfahren aufgeschlossen, in Epoxol eingeschlossen und mit Hilfe starker Vergrößerungen unter dem Mikroskop bestimmt worden, zum größeren Teil mit Hilfe des Phasenkontrastes. Lebenduntersuchungen von allen Algen gingen dieser Verarbeitung voran.

3 Berechnung der Häufigkeitsindexzahl

Bei der Feststellung der Häufigkeit von Fauna und Flora, außer Diatomeen, ist die Berechnung von UHLMANN (1975) zugrunde gelegt worden.

ss	sehr selten	= 1
s	selten	= 2
m	mehrfach	= 3 (vereinzelt)
h	häufig	= 5
sh	sehr häufig	= 7
ma	massenhaft	= 9

Zur Berechnung der Diatomeen ist die relative Häufigkeit der Art durch Auszählen von etwa 400 Schalen je Probe ermittelt worden.
Probenfrequenz (Pf) = Prozentzahl der Proben, in denen die Art beobachtet wurde.

$$\text{Häufigkeitsindexzahl} = \frac{\text{Häufigkeit x Probenfrequenz}}{10}$$

4 Artenlisten der Fauna und Flora

4.1 Artenliste der Fauna 1978, mit Häufigkeitsindexzahlen

Von den Ostracoden wurden nur die lebend vorgefundenen Tiere erfaßt.

Probenahmestelle II

Turbellaria	
Dendrocoelum lacteum (MÜLL.)	30,0
Oligochaeta	
n.d.	6,6
Tubifex sp.	16,7
Crustacea	
Asellus aquaticus (L.)	27,0
Cyclops sp.	13,3
Candona cf. *candida* O. F. MÜLL.	57,0

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Heterocypris incongruens	6,6
Ostracoda div. sp.	53,0
Herpetocypris reptans (BAIRD)	3,3
Heteroptera	
Corixa sp.	3,3
Diptera (Larven)	
Chironomidae n.det.	13,0
Chironomus sp.	9,9
Pericoma canenscens (MEIG)	6,6
Acaria	
Hydrozetes lacustris	9,9

Probenahmestelle III

Turbellaria	
Dendrocoelum lacteum (MÜLL.)	3,3
Oligochaeta	
n. det.	20,0
Tubifex sp.	30,0
Crustacea	
Asellus aquaticus (L.)	13,0
Cyclops sp.	26,7
Candona cf. *candida* O. F. MÜLLER	37,0
Collembola	
n.det.	6,6
Coleoptera	
Haliplus sp. (Larven und Imagines)	13,0
Helophores sp. (Imagines)	3,3
Diptera (Larven)	
Anopheles sp.	5,0
Chironomidae n.det.	16,5
Chironomus sp.	9,9
Hermione sp.	3,3
Pericoma canenscens (MEIG)	3,3
Acaria	
Hydrozetes lacustris	3,3

Probenahmestelle IV

Turbellaria	
Dendrocoelum lacteum (MÜLL.)	9,9
Oligochaeta	
n.det.	9,9
Tubifex sp.	13,2
Crustacea	
Asellus aquaticus (L.)	33,0
Cyclops sp.	13,3
Candona cf. *candida* O. F. MÜLLER	27,0

Salzgarten

Nematoda	
n.det.	3,3
Oligochaeta	
cf. *Nais* sp.	6,6
Tubifex sp.	13,2
Crustacea	
Cyclops sp.	9,9
Ostracoda div. sp.	77,0

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Heteroptera	
Corixa sp.	9,9
Coleoptera	
Coelostoma orbiculare BRULLE (Larven)	6,6
Haliplus sp. (Imagines)	3,3
Helochares griseus FBR. (Imagines)	3,3
Diptera (Larven)	
Cerapotogonidae n.det.	33,4
Chironomidae n.det.	9,9
Culex sp.	6,6
Pericoma canenscens (MEIG)	3,3
Tabanus sp.	3,3

Die höchsten Individuenzahlen erreichten 1978 im Glockensee die Krebstiere. Von den Turbellarien wurde *Dendrocoelum lacteum* in den Probenahmestellen des Glokkensees überall nachgewiesen. *Dendrocoelum lacteum* meidet Gewässer mit einem pH-Wert unter sieben und niedrigem Sauerstoffgehalt sowie organische Verunreinigungen (LIEBMANN 1962). Wahrscheinlich begünstigte der Sauerstoffreichtum des Oberflächenwassers im Glockensee das vermehrte Vorkommen dieser Art. Tubificiden traten in allen Probenahmestellen auf, aber nie in Massen. Insektenlarven waren zur Zeit der Untersuchungen in geringer Arten- und Individuenzahl vertreten. Die Larven der Dipteren stellten den größten Teil der Insektenlarven. Mollusken fehlten in allen Probenahmestellen. Zusätzlich gezogene Proben an verschiedenen Stellen des Sees bestätigten dieses Fehlen. Die meisten der nachgewiesenen Tiere sind entweder salzliebend oder können Druckschwankungen vertragen. Die Fauna des Salzgartens beschränkt sich, wie im Quellkolk, auf wenige Arten.

4.2 Artenliste der Fauna 1979, mit Häufigkeitsindexzahlen

Von den Ostracoden wurden nur die lebend vorgefundenen Tiere erfaßt.

Probenahmestelle I

Oligochaeta	
n. det.	10,0
Tubifex sp.	11,7
Crustacea	
Asellus aquaticus (L.)	1,7
Candona cf. *candida* O. F. MÜLLER	31,5
Diptera (Larven)	
Chironomidae n.det.	1,7
Tipula sp.	1,7

Probenahmestelle II

Oligochaeta	
n.det.	41,5
Tubifex sp.	23,4
Crustacea	
Candona cf. *candida* O. F. MÜLLER	21,7
Coleoptera	
Dystidae (Larven n.det.)	1,7
Haliplus sp. (Imagines)	1,7

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Diptera (Larven)	
Cerapotogonidae n.det.	1,7
Chironomidae n.det.	13,5
Chironomus sp.	8,3
Probenahmestelle III	
Oligochaeta	
n.det.	25,0
Tubifex sp.	13,4
Crustacea	
Cyclops sp.	1,7
Candona cf. *candida* O. F. MÜLLER	3,3
Heteroptera	
Corixa sp.	1,7
Coleoptera	
Laccobius nigriceps (Imagines)	1,7
Diptera (Larven)	
Chironomidae n.det.	10,0
Chironomus sp.	3,3
Probenahmestelle IV	
Nematoda	
n.det.	1,7
Oligochaeta	
n.det.	13,7
Tubifex sp.	22,0
Crustacea	
Asellus aquaticus (L.)	3,3
Candona cf. *candida* O. F. MÜLLER	6,6
Cypria ophtalmica	3,3
Ephemeroptera (Larven)	
Baetis sp.	1,7
Heteroptera	
Corixa sp.	1,7
Coleoptera	
Agabus sp. (Imagines)	1,7
Hydrobius fuscipes (Imagines)	1,7
Laccobius minutus (Larven und Imagines)	3,3
Diptera (Larven)	
Chironomidae n.det.	5,0
Chironomus sp.	8,4
Probenahmestelle V	
Oligochaeta	
n.det.	26,7
Tubifex sp.	13,5
Gastropoda	
Bithynia sp.	22,0
Gyraulus albus MÜLLER	1,7
Crustacea	
Asellus aquaticus (L.)	8,5
Gammarus pulex L.	8,5
Candona cf. *candida* O. F. MÜLLER	6,6
Ostracoda n.det.	5,0
Collembola	
n.det.	1,7

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Heteroptera	
Corixa sp.	1,7
Coleoptera	
Haliplus sp. (Larven und Imagines)	6,6
Laccobius minutus (Imagines)	1,7
Laccophilus sp. (Imagines)	1,7
Diptera (Larven)	
Cerapotogonidae n.det.	3,3
Chironomidae n.det.	29,9
Chironomus sp.	22,0
Pericoma canenscens (MEIG)	1,7
Tipula sp.	5,0

Die meisten der 1978 in den Probenahmestellen II, III und IV nachgewiesenen Tiere traten 1979 wieder auf, allerdings oft mit einer geringeren Individuenzahl, was besonders für die Krebstiere gilt. *Dendrocoleum* oder andere Turbellarien fehlten 1979. Die verschiedenen Ergebnisse sind auf die zwischenzeitliche Entkrautung und Ausbaggerung des Sees zurückzuführen. In der Probenahmestelle I konnten nur wenige Tiere nachgewiesen werden. Alle dort vorkommenden Arten sind auch im Glockensee belegt.
Im Salzbach, der Probenahmestelle V, traten vorwiegend Tiere auf, die auch im Glokkensee angesiedelt waren. Eine Ausnahme bildeten Schnecken, die hier durch *Bithynia sp.* und *Gyraulus albus* MÜLLER vertreten waren.

4.3 Artenliste der Algen 1978/79 mit Häufigkeitsindexzahlen (+ Einzelvorkommen)

Nr.	Name	Probenahmestellen: I	II	III	IV	V
1.	*Achnantes brevipes* A.	–	–	–	–	+
2.	*coarctata* (BREB.) GRUN.	–	+	+	–	+
3.	*exigua* GRUN.	–	+	–	–	–
4.	*gibberula* GRUN.	12,5	5,6	3,5	4,4	2,2
5.	*lanceolata* (BREB.) GRUN.	–	+	–	–	+
6.	*linearis* (W.SM.) GRUN.	+	–	+	–	–
7.	*minutissima* KÜTZ.	616,0	605,0	523,0	632,0	193,0
8.	*Amphiprora alata* (EHR.) KÜTZ.	2,4	4,0	3,0	9,3	3,00
9.	*Amphora coffeaeformis* A.	4,7	5,0	24,1	31,0	9,0
10.	*commutata* GRUN.	–	1,3	0,9	0,6	–
11.	*exigua* GREGORY	–	0,8	2,0	+	–
12.	*lineolata* (EHR.) GRUN.	–	+	+	–	–
13.	*normannii* RABENH.	–	+	+	–	–
14.	*ovalis* KÜTZ.	+	1,4	0,4	+	0,9
15.	*Anemoeoneis exilis* (KÜTZ.) CLEVE	–	–	–	–	+
16.	*Bacillaria paradoxa* GMELIN	–	–	–	–	12,3
17.	*Caloneis amphisbaena* (BORY) CLEVE	–	–	0,4	0,4	0,3
18.	*Cocconeis diminuta* PANT.	–	0,4	+	–	1,2
19.	*placentula* EHR.	–	–	0,3	–	–
20.	*Cyclotella comta* (EHR.) KÜTZ.	–	+	15,0	0,5	–
21.	*striata* (KÜTZ.) GRUN.	–	0,3	+	16,7	14,7
22.	*Cymbella gracilis* (RABENH.) CLEVE	–	9,2	1,6	5,4	–
23.	*hebridica* (GREG.) GRUN.	–	+	–	–	+
24.	*microcephala* GRUN.	–	–	–	2,1	–

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Nr.	Name	Probenahmestellen: I	II	III	IV	V
25.	*perpusilla* GRUN.	–	–	7,3	2,1	–
26.	*ventricosa* KÜTZ.	–	–	12,6	14,2	0,5
27.	*Diatoma elongatum* (LYNGB.) AG.	11,5	1,5	160,5	18,0	7,5
28.	*vulgare* BORY	12,1	29,3	–	20,3	315,0
29.	*Diploneis interrupta* (KÜTZ.) CLEVE	–	23,3	30,9	–	–
30.	*Fragilaria capucina* (DESM..	4,5	+	+	8,5	39,3
31.	*construens* (EHR.) GRUN.	–	11,6	6,1	+	1,3
32.	*pinnata*	–	10,1		20,1	13,6
33.	*Gomphonema angustatum* (KÜTZ.) RABENH.	3,9	2,5	1,2	0,6	4,8
34.	*gracile* Ehr.	+	0,6	+	+	+
35.	*intricatum* KÜTZ.	0,7	1,1	0,3	0,4	+
36.	*olivaceum* (LNGB.) KÜTZ.	–	+	+	–	–
37.	*parvulum* (KÜTZ.) GRUN.	2,0	1,6	2,1	2,5	6,0
38.	*Gyrosigma acuminatum* (KÜTZ.) RABENH.	–	–	–	–	+
39.	*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.	+	0,6	+	–	+
40.	*Melosira varians* AG.	–	–	–	+	–
41.	*Navicula arenaria* DONKIN	–	–	–	–	1,7
42.	*avenacea* BREB.	–	–	–	–	4,0
43.	*cincta* (EHR.) KÜTZ.	0,7	1,4	0,8	0,7	0,8
44.	*cryptocephala* KÜTZ.	–	1,1	1,1	–	3,2
45.	*gracilis* EHR.	–	–	+	0,7	17,5
46.	*gregaria* DONKIN	+	2,2	0,5	+	41,7
47.	*hungarica* var. *capitata* GRUN.	16,8	51,7	4,9	7,7	28,3
48.	*hungarica* var. *linearis* GRUN./ÖSTR.	–	3,0	1,5	1,0	+
49.	*integra* (W.SM.) RALFS	–	–	–	–	+
50.	*menisculus* SCHUMANN	–	+	+	+	0,5
51.	*minima* GRUN.	3,9	–	–	+	–
52.	*mutica* KÜTZ.	–	0,6	–	+	–
53.	*peregrina* EHR.) KÜTZ.	0,5	3,6	+	1,9	3,0
54.	*protracta* (GRUN.) CLEVE	32,3	22,0	10,6	8,3	26,7
55.	*pygmaea* KÜTZ.	30,5	14,5	10,0	6,7	3,7
56.	*rhynchocephala* KÜTZ.	–	1,7	–	+	+
57.	*salinarum* GRUN.	124,7	66,0	76,5	59,6	23,0
58.	*viridula* KÜTZ.	–	+	0,5	+	11,0
59.	*Neidium productum* (W.SM.) CLEVE	–	–	+	–	–
60.	*Nitzschia amphibia* GRUN.	–	–	–	–	+
61.	*apiculata* (GREG.) GRUN.	–	+	+	+	+
62.	*capitellata* HUST.	–	–	–	–	+
63.	*dubia* W.SM.	0,7	–	–	–	+
64.	*fasciculata* GRUN.	–	+	–	+	–
65.	*frustulum* (KÜTZ.) GRUN.	–	+	–	–	+
66.	*hungarica* GRUN.	–	–	+	+	0,7
67.	*microcephala* GRUN.	–	0,6	0,3	1,5	+
68.	*palea* (KÜTZ.) W.SM.	–	+	–	–	0,7
69.	*sigma* (KÜTZ.) W.SM.	–	0,3	–	–	+
70.	*tryblionella* HANTZSCH	–	+	–	0,4	+
71.	*Opephora martyi* HERIBAUD	–	–	–	–	1,2
72.	*Pinnularia appendiculata* (AG.) CLEVE	+	+	–	–	–
73.	*mesolepta* (EHR.) W.SM.	–	+	–	–	–
74.	*microstauron* (EHR.) CLEVE	+	–	–	–	–
75.	*Rhopalodia musculus* (KÜTZ.) O.M.	+	–	–	–	+
76.	*Surirella angusta* KÜTZ.	–	+	–	–	+
77.	*elegans* EHR.	–	–	–	–	+
78.	*ovalis* BREB.	–	0,3	2,8	0,6	15,1

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Nr.	Name	Probenahmestellen: I	II	III	IV	V
79.	*ovata* KÜTZ.	4,0	3,4	+	1,7	4,8
80.	*Synedra acus* KÜTZ.	–	–	1,1	+	–
81.	*pulchella* (RALFS) KÜTZ.	–	3,0	5,3	1,6	13,3
82.	*tabulata* (AG.) KÜTZ.	–	4,7	84,3	6,3	7,8
83.	*ulna* (NITZSCH.) EHR.	104,0	82,1	+	80,9	129,0
84.	*Tabellaria fenestrata* (LYNGB.) KÜTZ.	–	+	–	–	–
85.	*flocculosa* (ROTH) KÜTZ.	–	+	–	–	–
86.	*Anabaena constricta*	5,0	–	3,8	–	–
87.	*solitaris*	–	–	11,3	–	11,4
88.	*Beggiatoa alba*	1,7	10,0	–	+	–
89.	*leptomitiformis*	–	2,9	–	–	–
90.	*Oscillatoria chalybea*	–	–	–	–	5,0
91.	*putria*	11,5	–	–	–	–
92.	*tenuis*	13,3	10,0	–	–	–
93.	*Merismopedia elegans*	–	+	25,0	–	–
94.	*Euglena* n. det.	15,0	50,0	–	25,0	–
95.	*Phacus pyrum*	–	10,0	7,2	6,3	–
96.	n.det.	–	12,9	–	5,7	–
97.	*Chlorhormidium flaccidum*	–	–	8,8	–	15,0
98.	*Cladophora crispata*	–	4,3	2,5	–	–
99.	*glomerata*	60,0	–	10,0	3,8	11,7
100.	*Clorella* n.det.	11,7	17,2	2,5	–	5,0
101.	*Coelastrum microporum*	–	2,9	–	–	–
102.	*Enteromorpha intestinalis*	–	–	–	–	3,3
103.	*Microspora amoena*	–	–	–	–	5,0
104.	*flaculosa*	–	–		–	3,3
105.	*quadrata*	–	–			13,3
106.	*Phacotus lenticularis*	–	–	11,3	–	–
107.	*Phormidium papyraceum*	5,0	–	–	–	–
108.	*Scenedesmus acutus*	–	–	1,3	–	–
109.	*Stigeoclonium tenue*	8,4	2,9	–	–	–
110.	*Synura* n.det.	–	5,0	2,5	–	–
111.	*Ulotrix* n.det.	3,3	7,2	–	–	16,7
112.	*Spirogyra* n.det.	25,1	45,6	35,8	38,7	–
113.	*Tribonema monochloron*	5,0	3,3	–	–	8,4
114.	*viridis*	–	+	–	–	–
115.	*vulgare*	–	–	11,3	–	–
125.	*Vaucheria geminata*	15,0	45,8	57,2	50,1	30,1
	Artenzahl je Probenahmestelle:	41	76	66	55	74

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

4.4 Artenliste der salzliebenden Diatomeen 1978/79

Nr.	Name	Probenahmestellen I	II	III	IV	V
1.	*Achnanthes brevipes*	–	–	–	–	+
2.	*coarctata*	–	+	+	–	
3.	*Amphiprora alata*	2,4	4,0	3,0	9,3	3,0
4.	*Amphora coffeaeformis*	4,7	5,0	24,1	31,0	9,0
5.	*commutata*	–	1,3	0,9	0,6	–
6.	*exigua*	–	0,8	2,0	+	–
7.	*lineolata*	–	+	+	–	–
8.	*Bacillaria paradoxa*	–	–	–	–	12,3
9.	*Caloneis amphisbaena*	–	0,4	–	0,4	0,3
10.	*Cyclotella striata*	–	9,2	15,0	16,7	14,7
11.	*Diatoma elongatum*	11,5	29,3	12,6	18,0	7,5
12.	*Diploneis interrupta*	–	+	–	–	–
13.	*Gomphonema angustatum*	3,9	2,5	1,2	0,6	4,8
14.	*parvulum*	2,0	1,6	2,1	2,5	6,0
15.	*Navicula arenaria*	–	–	–	–	1,7
16.	*avenacea*	–	–	–	–	4,0
17.	*gregaria*	+	2,2	0,5	+	41,7
18.	*hungarica var. capitata*	16,8	51,7	4,9	7,7	28,3
19.	*integra*	–	–	–	–	+
20.	*mutica*	–	0,6	–	+	–
21.	*peregrina*	0,5	3,6	+	1,9	3,0
22.	*protracta*	32,3	22,0	10,6	8,3	26,7
23.	*pygmaea*	30,5	14,5	10,0	6,7	3,7
24.	*salinarum*	124,7	66,0	76,5	59,6	23,0
25.	*Nitzschia apiculata*	–	+	+	+	+
26.	*dubia*	0,7	–	–	–	+
27.	*fasciculata*	–	+	–	+	–
28.	*frustulum*	–	+	–	–	+
29.	*hungarica*	–	–	+	+	0,7
30.	*palea*	–	+	–	–	0,7
31.	*sigma*	–	0,3	–	–	+
32.	*tryblionella*	–	+	–	0,4	+
33.	*Rhopalodia musculus*	+	–	–	–	+
34.	*Surirella ovalis*	–	0,3	+	0,6	15,1
35.	*Synedra pulchella*	–	3,0	1,1	1,6	13,3
36.	*tabulata*	–	4,7	5,3	6,3	7,8
Anteil am Gesamtaufkommen der Diatomeen:		23,3%	22,8%	17,0%	17,8%	23,6%

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

4.5 Artenliste der oligohaloben Diatomeen 1978/79

Nr.	Name	Probenahmestellen I	II	III	IV	V
1.	*Achnanthes lanceolata*	–	+	–	–	+
2.	*linearis*	+	–	+	–	–
3.	*minutissima*	616,0	605,0	523,0	632,0	193,0
4.	*Amphora normannii*	–	+	+	–	–
5.	*ovalis*	+	0,4	1,4	+	0,9
6.	*Cymbella gracilis*	–	+	+	5,4	–
7.	*microcephala*	–	–	–	2,1	–
8.	*ventricosa*	–	1,5	7,3	14,2	0,5
9.	*Diatoma vulgare*	12,1	23,3	160,5	20,3	315,0
10.	*Fragilaria capucina*	4,5	11,6	30,9	8,5	39,3
11.	*construens*	–	–	+	+	1,3
12.	pinnata	–	10,1	6,1	20,1	13,6
13.	*Gomphonema gracile*	+	0,6	+	+	+
14.	*Melosira varians*	–	–	–	+	–
15.	*Navicula cincta*	0,7	1,4	0,8	0,7	0,8
16.	*cryptocephala*	–	1,1	1,1	–	3,2
17.	*gracilis*	–	–	+	0,7	17,5
18.	*hungarica var. linearis*	–	3,0	1,5	1,0	+
19.	*menisculus*	–	+	+	+	0,5
20.	*Nitzschia amphibia*	–	–	–	–	+
21.	*Pinnularia appendiculata*	+	+	–	–	–
22.	*mesolepta*	–	+	–	–	–
23.	*Surirella ovata*	4,0	3,4	2,8	1,7	4,8
24.	*Synedra acus*	–	–	+	+	–
25.	*ulna*	104,0	82,1	84,3	80,9	129,0
Anteil am Gesamtaufkommen der Diatomeen:		75%	76,2%	82,3%	81,3%	74,7%

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

4.6 Artenliste der sauerstoffliebenden Diatomeen 1978/79

Nr.	Name	Probenahmestellen I	II	III	IV	V
1.	*Achnanthes coarctata*	–	+	+	–	+
2.	*exigua*	–	+	–	–	–
3.	*lanceolata*	–	+	–	–	+
4.	*minutissima*	616,0	605,0	523,0	632,0	193,0
5.	*Cymbella gracilis*	–	+	+	5,4	–
6.	*microcephala*	–	–	–	–	+
7.	*perpusilla*	–	–	–	2,1	–
8.	*ventricosa*	–	1,5	7,3	14,2	0,5
9.	*Diatoma elongatum*	11,5	29,3	12,6	18,0	7,5
10.	*vulgare*	12,1	23,3	160,5	20,3	315,0
11.	*Fragilaria capucina*	4,5	11,6	30,9	8,5	39,3
12.	*construens*	–	–	+	+	1,3
13.	*pinnata*	–	10,1	6,1	20,1	13,6
14.	*Gomphonema angustatum*	3,9	2,5	1,2	0,6	4,8
15.	*Navicula mutica*	–	0,6	–	+	–
16.	*Surirella angusta*	–	+	–	–	+
17.	*ovata*	4,0	3,4	2,8	1,7	4,8
18.	*Synedra acus*	–	–	+	+	–
19.	*pulchella*	–	3,0	1,1	1,6	13,3
20.	*tabulata*	–	4,7	5,3	6,3	7,8
21.	*ulna*	104,0	82,1	84,3	80,9	129,0
Anteil am Gesamtaufkommen der Diatomeen:		76,5%	79,7%	83,9%	84,0%	75,8%

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

5. Artenliste zur Wassergütebeurteilung durch Algen mit Errechnung der Wassergüte (relevante Arten nach SLÁDEČEK)

				Probenahmestellen:									
				I		II		III		IV		V	
Nr.	Name	G	s	h	s.h	h	s.h	h	s.h	h	s.h	h	s.h
1.	*Achnanthes minutissima*	2	1,45	616,0	893,2	605,0	877,3	523,0	758,4	632,0	916,4	193,0	279,9
2.	*Bacillaria paradoxa*	4	2,8	–	–	–	–	–	–	–	–	12,3	34,4
3.	*Cocconeis diminuta*	3	0,5	–	–	–	–	0,4	0,2	–	–	1,2	0,6
4.	Cyclotella comta	3	1,15	–	–	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,6	–	–
5.	*Cymbella gracilis*	4	0,2	–	–	–	–	–	–	5,4	1,1	–	–
6.	*Diatoma elongatum*	3	1,5	11,5	17,3	29,3	44,0	12,6	18,9	18,0	27,0	7,5	11,3
7.	*Fragilaria capucina*	3	1,6	4,5	7,2	11,6	18,6	30,9	49,4	8,5	13,6	39,3	62,9
8.	*Gomphonema angustatum*	3	1,15	3,9	4,5	2,5	2,9	1,2	1,4	0,6	0,7	4,8	5,5
9.	*Gomph. intricatum*	4	0,7	0,7	0,5	1,1	0,8	0,3	0,2	0,4	0,3	–	–
10.	*Hantzschia amphioxys*	5	2,9	–	–	0,6	1,7	–	–	–	–	–	–
	Navicula												
11.	*cincta*	3	2,6	0,7	1,8	1,4	3,6	0,8	2,1	0,7	1,8	0,8	2,1
12.	*cryptocephala*	4	2,7	–	–	1,1	3,0	1,1	3,0	–	–	3,2	8,6
13.	*gregaria*	3	2,25	–	–	2,2	5,0	0,5	1,1	–	–	41,7	93,8
14.	*hung. v. capitata*	3	2,4	16,8	40,3	51,7	124,1	4,9	11,8	7,7	18,5	28,3	67,9
15.	*menisculus*	3	2,6	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5	1,3
16.	*pygmaea*	4	2,7	30,5	82,4	14,5	39,2	10,0	27,0	6,7	18,1	3,7	10,0
17.	*rhynchocephala*	4	2,7	–	–	1,7	4,6	–	–	–	–	–	–
18.	*virudula*	4	2,8	–	–	–	–	0,5	1,4	–	–	11,3	31,6
	Nitzschia												
19.	*hungarica*	5	2,9	–	–	–	–	–	–	–	–	0,7	2,0
20.	*microcephala*	4	2,3	–	–	0,6	1,4	0,3	0,7	1,5	3,5	–	–
21.	*palea*	3	2,75	–	–	–	–	–	–	–	–	0,7	1,9
22.	*tryblionella*	4	2,7	–	–	–	–	–	–	0,4	1,1	–	–
	Synedra												
23.	*pulchella*	4	2,2	–	–	3,0	6,6	1,1	2,4	1,6	3,5	13,3	29,3
24.	*tabulata*	4	2,7	–	–	4,7	12,7	5,3	14,3	6,3	17,0	7,8	21,1
25.	*ulna*	4	1,2	104,0	124,8	82,1	98,5	84,3	101,2	80,9	97,1	129,0	154,8
	Anabaena												

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

26.	*constricta*	5	4,5	5,0	22,5	–	–	–	–	–	–	–	–
27.	*solitaris*	3	1,6	–	–	–	–	3,8	6,1	–	–	11,4	18,2
	Beggiatoa												
28.	*alba*	5	5,4	1,7	9,2	10,0	54,0	11,3	61,0	–	–	–	–
29.	*leptomitiformis*	5	6,0	–	–	2,9	17,4	–	–	–	–	–	–
	Oscillatoria												
30.	*putria*	4	3,8	11,5	43,7	–	–	–	–	–	–	–	–
31.	*tenuis*	3	2,85	13,3	37,9	10,0	28,5	–	–	–	–	–	–
32.	*Cladophora crispata*	5	2,0	–	–	4,3	8,6	8,8	17,6	–	–	–	–
33.	*Coelastrum microp.*	4	2,0	–	–	2,9	5,8	2,5	5,0	–	–	–	–
34.	*Phacotus lenticulat.*	5	2,0	–	–	–	–	11,3	22,6	–	–	–	–
35.	*Stigeoclonium tenue*	4	2,7	8,4	22,7	2,9	7,8	–	–	–	–	–	–
				828,5	1308,0	846,4	1366,4	715,2	1106,1	771,2	1120,3	510,5	837,2

Wassergüte:

Probenahmestelle I: $\frac{1308,0}{828,5} = 1,6$

Probenahmestelle II: $\frac{1366,4}{846,4} = 1,6$

Probenahmestelle III: $\frac{1106,1}{715,2} = 1,5$

Probenahmestelle IV: $\frac{1120,3}{771,2} = 1,5$

Probenahmestelle V: $\frac{837,2}{510,5} = 1,6$

Berechnung nach der Formel: $S = \frac{\Sigma\ (s \cdot h)}{\Sigma\, h}$ = Wassergüte (WG)

Die errechneten Wasser-Gütezahlen der fünf Entnahmestellen schwanken zwischen 1,5 bis 1,6. Das ergibt für die Jahre 1978/79 einen durchschnittlichen Wasser-Gütewert von I bis II bezogen auf die relevanten Algen.

Erläuterungen zur Artenliste und Wassergüteerrechnung.

G = Indikatorgewicht; s = Saprobiennote; S = Saprobien-Index = Wassergüte; h = Häufigkeit. Nach UHLMANN (1975) sollten bei der Auswertung der G = Werte nur solche über G3 und aufwärts berücksichtigt werden. Dieser Vorschlag ist bei der Ermittlung der Wasser-Güte befolgt worden. Eine Ausnahme bildet *Achnanthes minutissima* KÜTZING, der SLÁDEČEK (1973) den G = Wert 2 zubilligte. Die Angaben zur s-Note entsprechen denen SLÁDEČEKS (1973).

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

6 Arten- und Standortverzeichnis interessanter Diatomeen mit Angabe ökologischer Valenzen

Folgende Arbeiten sind zum Vergleich der eigenen Befunde herangezogen worden: BOURRELLY & MANGUIN (1952), BUCK (1971), BUDDE (1942), CHOLNOKY (1968), HEYNIG (1968), HUSTEDT (1930), KALBE (1973), KOLKWITZ (1950), LIEBMANN (1951), OKOLOTOWCZI (1971), SALDEN (1978), SCHEELE (1952), SLÁDEČEK (1973), STREIF (1973) und VAN DER WERFF & HULS (1957–1974).
Wassergüte = WG. Pf = Probenfrequenz.

Achnanthes minutissima KÜTZING
Diese Diatomee entwickelte die größten Populationen in den Probenahmestellen I bis IV. Als Aufwuchsalge war sie an Fadenalgen, wie *Vaucheria, Tribonema* und anderen massenhaft zu beobachten. Ein eindeutiges Vegetationsmaximum war nicht zu erkennen.
CHOLNOKY bezeichnet sie als guten Indikator sauerstoffreicher Gewässer, bei einem pH-Optimum von 7,5–7,8.
KALBE kennzeichnet sie als Bewohner oligo- bis betamesosaprober, eutropher, alkalischer Gewässer.
KOLKWITZ meint, die Art sei typisch für die oligosaprobe Zone.
SCHEELE beobachtete sie bei pH-Werten von 6,3–8,2 und nannte sie haloxen.
SLÁDEČEK bedachte sie mit der Saprobien-Note 1,45.
VAN DER WERFF & HULS nennen diese Alge oligohalob, bei einem pH-Optimum von 6 bis 8,5.
SALDEN nennt die pH-Werte von 7,2–7,8 optimal und die Saprobien-Note 1,6–1,8. WG = I–II.
Eigene Beobachtung: WG I–II. Sauerstoffliebend.

Amphora coffeaeformis AG.
Diese Diatomee kam an allen Probenahmestellen mit einer Pf von 67 bis 100 % vor. Die relat. Häufigkeiten lagen an den Probenahmestellen III und IV etwa 3–4mal höher als an den übrigen Entnahmestellen.
KALBE nennt sie polyhalob.
SCHEELE bezeichnet sie als mesohalob.
STREIF meint sie sei polyhalob.
VAN DER WERFF & HULS halten sie für eine mesohalobe Brackwasserart.
Eigene Beobachtung: polyhalob.

Bacillaria paradoxa GMELIN.
Diese Art konnte nur im Salzbach (V), mit einer Pf von 83 % und einer relativen Häufigkeit von i.M. 1,5 % beobachtet werden.
KALBE bezeichnet sie als betamesosaprob, mesohalob und eutroph.
SCHEELE meint sie sei mesohalob.
SLÁDEČEK nennt für diese Alge die Saprobien-Note 2,8 und meint, sie sei mesohalob.
STREIF bestätigt den mesohaloben Charakter der holoeuryhalinen Stufe.
VAN DER WERFF & HULS ordnen sie den Brackwasserarten zu (euryhalin).
Eigene Beobachtung: WG II–III, mesohalob.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Cyclotella striata (KÜTZING) GRUNOW
Im Quellkolk, Probenahmestelle I, konnte diese Diatomee nicht beobachtet werden. Dies könnte ein Hinweis auf den rheophilen Charakter der Art sein.
CHOLNOKY bezeichnet sie als Brackwasserart.
KALBE zählt sie zu den Arten mäßig bis stark versalzener Gewässer.
HUSTEDT reiht sie in die Brackwasser-Diatomeen ein, die auch im Meereswasser höherer Konzentration leben können. In seiner Arbeit über die Weser und ihre Nebenflüsse nennt er sie die wichtigste Art dieser Gewässer, die im Gezeitenfluß, flußabwärts an Häufigkeit zunimmt (HUSTEDT 1957).
STREIF meint, sie sei betamesohalob.
VAN DER WERFF & HULS nennen sie mesohalob, stark euryhalin. Lebensraum: Aestuare, brackiges Wasser.
Eigene Beobachtungen: mesohalob, WG I–II.

Diatoma elongatum (LANGB.) AG.
Diese Art kam in allen Probenahmestellen mit unterschiedlichen Häufigkeiten vor. Ein Maximum der Vegetation war nicht zu erkennen.
BUDDE rechnet diese Alge zur oligosaproben Zone und bezeichnet sie als oligohalob-halophil (1000 bis 2000 mg Cl^-/l).
Nach CHOLNOKY kann *Diatoma elongatum* keine osmotischen Druckschwankungen ertragen und hat einen hohen Sauerstoffbedarf. PH-Optimum 7,4–7,8.
KALBE zählt sie zu den betamesosaproben und halophilen Diatomeen.
KOLKWITZ und LIEBMANN ordnen sie der WG II zu.
SALDEN meint Schwankungen zum sauren Bereich könnte diese Alge gut ertragen, pH-Optimum 7,3–7,8. WG II.
SLÁDEČEK ordnet sie in oligo- bis betamesosaproben Bereich ein. Saprobiennote 1,5.
STREIF hält sie für oligohalob (indifferente Stufe).
VAN DER WERFF & HULS nennen sie halophil, alkaliphil mit einem pH-Optimum von 7,0.
Eigene Befunde: halophil, WG II, oxibiont.

Diatoma vulgare BORY
Die größte Populationsdichte erreichte diese Alge im Salzbach (V). Ein deutliches Vegetationsmaximum konnte in den Monaten März, April und Mai beobachtet werden.
BUCK, BUDDE und LIEBMANN ordnen sie der WG II zu.
Nach CHOLNOKY bevorzugt *Diatoma vulgare* sauerstoffreiche Gewässer mit einem pH-Optimum von 8,0–8,2.
FOTT bezeichnet sie als Indikator reiner Quellgewässer.
HEYNIG beobachtete sie in einer Salzquelle mit einem Chlorid-Gehalt von 3140 bis 4900 mg/l.
SALDEN billigt ihr die WG von II bis III zu.
Eigene Befunde: WG II bis III

Fragilaria capucina DESM.
BOURRELLY & MANGUIN nennen sie eine oligohalobe, litorale Form, die zum Tychoplankton eutropher Seen zählt.
CHOLNOKY erwähnt ein pH-Optimum von 7,4 bis 7,7. Ferner sieht er sie als Indikator sauerstoffreicher Gewässer an.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

KALBE bezeichnet sie als oligo- bis betamesosaprob.
KOLKWITZ hält sie für oligosaprob.
SALDEN billigt ihr die WG II zu mit einem pH-Optimum von 7,2 bis 7,4.
SLÁDEČEK gibt ihr die Saprobiennote 1,15.
VAN DER WERFF & HULS bezeichnen *F. capucina* als oligohalob, oligosaprob mit einem pH-Optimum von 7,0 bis 8,5.
Eigene Befunde: WG II–III; oligohalob

Fragilaria pinnata EHRENBERG
Diese Alge konnte im schwach bewegten Wasser des Quellkolkes, Probenahmestelle I, nicht beobachtet werden. Der niedrige Sauerstoffgehalt dieses Gewässers könnte die Ursache sein.
CHOLNOKY meint, sie sucht ständig hohen Sauerstoffgehalt und kann osmotische Druckschwankungen ertragen.
SALDEN weist ihr die WG II zu.
Nach STREIF oligohalob

Navicula gracilis EHRENBERG
Nur in den Probenahmestellen III, IV und V selten beobachtet.
BOURRELLY & MANGUIN bezeichnen diese Alge als euryhaline, indifferente, litorale Form des stehenden und fließenden Gewässers.
BUCK nennt sie oligo- bis betamesosaprob.
Nach CHOLNOKY kann sie Druckschwankungen ertragen.
KALBE nennt sie oligo- bis betamesosaprob.
SLÁDEČEK gibt ihr die Saprobiennote 1,65.
STREIF nennt sie oligohalob.
Eigene Bewertung: WG I bis II

Navicula gregaria DONKIN
Diese Alge war in den Proben der Entnahmestellen I bis IV sehr selten vertreten. Im Salzbach, Probenahmestelle V, kam sie mit einer 100 %igen Probenfrequenz vor bei einer relativen Häufigkeit von 4,2 %.
KALBE hält sie für halophil.
SLÁDEČEK belegt sie mit der Saprobiennote 2,23.
VAN DER WERFF & HULS halten sie für mesohalin.
Eigene Bewertung: halophil, WG II bis III.

Navicula hungarica GRUN. var. *capitata* (EHR.) CLEVE
COLNOKY nennt den pH-Wert 8 als optimal für diese Alge.
KOLKWITZ bezeichnet sie als oligosaprob.
SALDEN weist ihr die WG II zu.
SLÁDEČEK gibt ihr die Saprobiennote 2,4.
Nach STREIF ist sie mesohalob.
Eigene Bewertung: halophil, WG II bis III.

Navicula protracta (GR.) CLEVE
Sie wurde in allen Probenahmestellen mit geringer Häufigkeit beobachtet.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

KALBE meint, sie sei halophil.
SCHEELE und VAN DER WERFF & HULS bestätigen den halophilen Charakter.
Eigene Bewertung: WG II.

Navicula pygmaea KÜTZING
KALBE und SCHEELE nennen sie mesohalob.
SLÁDEČEK gibt ihr die Saprobiennote 2,7.
Eigene Bewertung: mesohalob, WG II bis III.

Navicula salinarum GRUNOW
Eine häufige Diatomee, die ihre größte Populationsdichte im Quellkolk, Probenahmestelle I erreichte.
Nach KALBE, SCHEELE, STREIF und VAN DER WERFF & HULS ist sie mesohalob.
Eigene Bewertung: mesohalob, WG II bis III

Synedra pulchella (RALFS) KÜTZING
Diese Diatomee war im Quellkolk nicht zu beobachten. An den anderen Probenahmestellen war sie selten bis sehr selten zu finden.
CHOLNOKY bezeichnet sie als Brackwasserdiatomee.
SLÁDEČEK gibt ihr die Saprobiennote 2,2.
KALBE, SCHEELE, STREIF und VAN DER WERFF & HULS meinen, sie sei mesohalob.
Eigene Bewertung: mesohalob, WG II bis III.

Synedra ulna (NITZSCH.) EHR.
Im Untersuchungsgebiet eine häufige Alge mit einer Probenfrequenz von 100 %.
KALBE nennt sie betamesosaprob.
SLÁDEČEK gibt ihr die Saprobiennote 1,95.
Nach STREIF ist sie oligohalob.
VAN DER WERFF & HULS nennen sie eine oligohalobe Alge eutropher Gewässer.
Eigene Bewertung: WG II.

7 Physikalisch-chemische Wasseruntersuchungen

Die Bestimmungen der Parameter sind, wo es möglich war, vor Ort und der Rest am gleichen Tage im Labor durchgeführt worden.

1.	Temperaturen	elektrometrisch.
2.	Farbe des Wassers	kolorimetrisch mit dem HELLIGE-Komparator.
3.	Sauerstoff	elektrometrisch unter Berücksichtigung des Salzgehaltes.
4.	pH-Wert	elektrometrisch.
5.	m-Alkalität	Titration mit 0,1 n-Salzsäure gegen Methylorange.
6.	Gesamthärte	komplexometrische Bestimmung mit Titriplex A.
7.	elektr. Leitfähigkeit	elektrometrisch.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

8.	Chlorid	Titration mit 1/35,5 n-Silbernitratlösung gegen 10 %ige Kaliumchromatlösung.
9.	Ammonium	kolorimetrisch mit dem HELLIGE-Komparator.
10.	Nitrit	wie vor.
11.	Nitrat	wie vor.
12.	Phosphat	wie vor.
13.	Freie Kohlensäure	1/50 n-Natronlauge gegen Phenolnaphthlein.
14.	Silizium	kolorimetrisch mit dem HELLIGE-Komparator.
15.	Eisen II und III wertig	wie vor.

Ergebnisse der Probenahmestellen:	I	II	III	IV	V
Temperaturen °C i. Mittel					
100 cm über Boden	13,7	14,8	14,8	13,9	13,8
100 cm über Wasser	13,3	14,6	14,6	13,7	13,5
Oberflächenwasser	10,6	12,0	12,2	12,2	12,1

Die Wassertemperaturen lagen nur im Quellbereich unter dem Niveau der anderen Probenahmestellen. Beachtenswert sind die Unterschiede zwischen Lufttemperatur 100 cm über dem Boden gemessen zu den Oberflächenwassertemperaturen. Sie sind beim Quellkolk, Probenahmestelle I, größer (kaltes Quellwasser) und nehmen fast gleichmäßig zu den anderen 4 Probenahmestellen ab.

Farbe des Rohwassers in mg Pt/l					
max.	25,0	30,0	25,0	40,0	20,0
min.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
i. Mittel	5,8	10,0	9,6	12,5	7,1
Farbe des gefilterten Wassers in mg Pt/l					
max.	10,0	10,0	15,0	20,0	15,0
min.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
i. Mittel	2,0	6,0	7,0	8,0	4,8

Die Farbe des gefilterten Wassers i.M. stieg von dem Wert 0,0 mg Pt/l im März und April kontinuierlich bis zum September auf den Gehalt von 14 mg Pt/l an. Es kann vermutet werden, daß farbige Lösungen aus abgestorbenen organischen Substanzen die Ursache waren.

Sauerstoffsättigung in Prozenten					
max.	64,7	170,3	185,4	182,4	150,0
min.	33,0	64,4	66,5	107,8	91,1
i. Mittel	46,0	117,4	127,3	130,4	122,2

Die 46 %ige Sauerstoffsättigung des Wassers vom Quellkolk (Probenahmestelle I) i. Mittel ist für ein Quellgewässer dieses Types charakteristisch. Das austretende Wasser der Quellen hat kaum löslichen Sauerstoff. Außerhalb der Quellmünder reichert sich das Wasser erst mit Luftsauerstoff und dem Sauerstoff der assimilierenden Pflanzen an.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Die Sauerstoffübersättigung des Glockensees und des Salzbaches ist mit der hohen Assimilationstätigkeit des sehr starken Pflanzenbewuchses zu erklären. Die Minimumwerte waren vor der starken Vegetationsentwicklung im März zu beobachten. Hohe Übersättigungswerte in den Probenahmestellen II bis V waren in den Folge-Monaten bis zum September zu verzeichnen. Durch den Abbau abgestorbener Organismen in der anschließenden Zeit durch Destruenten, die einen sehr hohen Sauerstoffbedarf z. T. haben, fiel der Sauerstoffsättigungs-Wert erheblich ab.

Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden BSB_2 mg/l

max.	0,3	4,0	6,0	6,5	3,0
min.	0,2	0,2	2,2	0,5	1,5
i. Mittel	0,25	1,7	3,4	2,9	2,2

Zur Zeit der höchsten Übersättigung des Wassers mit gelöstem Sauerstoff ist auch der Höchststand der Sauerstoffzehrung zu beobachten. Dies ist begründet durch den starken Organismen-Umsatz.

pH-Wert

max.	6,9	7,5	7,7	7,5	7,6
min.	6,6	6,8	6,8	6,9	6,9
i. Mittel	6,8	7,2	7,3	7,2	7,4

Die Schwankungsbreite des pH-Wertes ist gering und bleibt im neutralen Bereich. Die Assimilationstätigkeit der Pflanzen und die Atmung anderer Organismen werden, trotz des gut gepufferten Wassers, die leichten Veränderungen des pH-Wertes bewirkt haben.

m-Alkalität

max.	10,7	10,4	10,4	11,0	10,5
min.	7,4	7,8	7,8	7,9	7,2
i. Mittel	9,0	9,2	9,2	9,3	8,9

Die Alkalität, das Säurebindungsvermögen eines Wassers, wird gemessen als Verbrauch an ml 0,1 n-Salzsäure/l gegen den Indikator Methylorange (m-Wert). Die relativ hohen Werte der Alkalität stehen im Zusammenhang mit den geringen Schwankungen des pH-Wertes. Das Wasser ist gut gepuffert. Assimilations- und Dissimilationsvorgänge, die pH Schwankungen bedingen, wirken wesentlich ausgeglichener.

Gesamthärte °dH

max.	61,6	63,3	61,6	60,5	61,6
min.	40,9	39,2	39,2	39,2	37,5
i. Mittel	53,1	52,1	51,6	51,7	45,7

Die sehr hohe Gesamthärte wurde durch den Gehalt an Erdalkali-Ionen des Einzugsgebietes (Plänerkalk) charakterisiert.

Elektrische Leitfähigkeit bei 20 °C

max.	14732	13812	13927	14272	14235
min.	5408	7653	7527	6463	4808
i. Mittel	10038	10686	10634	10273	9500

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Chlorid mg Cl^-/l					
max.	6400	5220	5800	5160	5340
min.	2700	3700	3500	3700	1950
i. Mittel	4603	4592	4512	4416	4165

Die elektrische Leitfähigkeit ermöglicht Rückschlüsse auf den Gehalt an Ionen bzw. dissoziierbaren Stoffen zu ziehen (Deutsche Einheitsverfahren 1972). Sie ist mit den hohen Chloridgehalten, die den Solequellen zu verdanken sind, im Zusammenhang zu sehen. Die sehr hohen Schwankungen der Chloridgehalte sind auf die verschiedenen Schüttungen der Salz- und Süßwasserquellen im Quellkolk, Probenahmestelle I, und den Einfluß starker Regenfälle, besonders in den Randbereichen des Sees, zurückzuführen.

Ammonium mg NH_4^+/l					
max.	5,0	5,3	5,3	7,5	4,5
min.	1,5	2,3	2,3	2,5	1,5
i. Mittel	3,3	3,7	3,2	4,1	2,8

Nitrit mg NO_2^-/l					
max.	0,200	1,200	1,200	1,200	0,500
min.	0,035	0,060	0,060	0,060	0,040
i. Mittel	0,090	0,360	0,350	0,350	0,270

Nitrat NO_3^-/l					
max.	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
min.	20,0	20,0	12,0	12,0	12,0
i. Mittel	34,4	33,6	29,6	26,4	31,2

Die Größen der Stickstoffverbindungen sind für den Trophiegrad eines Gewässers von hoher Bedeutung. Beim Glockensee in Bad Laer handelt es sich größtenteils um eine autochthone Belastung durch zersetzte Organismen und Exkremente der hier lebenden Tiere, die zu einer Hypertrophierung des Gewässers geführt haben. Die hohen Gehalte an Ammoniumstickstoff, die in den vegetationsstarken Monaten besonders stark ausgeprägt waren, weisen auf einen schnellen Abbau hin.
Nitritstickstoff ist ein relativ unbeständiges Zwischenprodukt des Stickstoffkreislaufes eines Gewässers. Er lag in den Probenahmestellen II bis V in beachtlichen Mengen vor. Die hohen Mengen an Nitritstickstoff beweisen den starken Umsatz bei der Nitrifikation in den genannten Probenahmestellen. Im Quellkolk ist die Menge an Nitritstickstoff relativ gering, ein Zeichen für die weit geringere Nitrifikation in diesem Gewässer. Der Nitratstickstoffgehalt des Quellkolkes, Probenahmestelle I, hatte einen erstaunlich hohen Wert. Als Endstufe des Nitrifikationsprozesses kann er wegen der Nitritwerte nicht mehr autochthon sein. Eine Reduktion ist wegen der starken Schüttung der Quellen und des raschen Abflusses des Wassers nicht wahrscheinlich. Vermutlich war austretendes Quellwasser schon mit Nitratstickstoff belastet.

Phosphat P_2O_5
Nach der Methode mit dem HELLIGE-Komparator konnten Werte unter 0,16 mg/l nicht erfaßt werden, das sind umgerechnet 0,07 mg P/l. Organisch gebundener Phosphor war mit dieser Analysenmethode nicht zu ermitteln.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

In allen Probenahmestellen der Gewässer in den Kuranlagen von Bad Laer fielen die Analysen negativ aus.
Nach CHOLNOKY (1968) gehört der Phosphor zu den allgemein begrenzenden Faktoren bei der Phytoproduktion, hat aber bei den Diatomeen nicht den selektiven Charakter wie der Salzgehalt, der pH-Wert, der Sauerstoffgehalt, usw. Es kann deshalb nicht erwartet werden, daß Vergesellschaftungen von Diatomeen Konzentrationen von Phosphorverbindungen anzeigen würden. Verschiedene Algen können bei günstigem Angebot Phosphat als Polyphosphat weit über ihren Bedarf speichern, z. B. *Euglena* das 100000fache, *Volvox* das 140000fache, *Spirogyra* sogar das 850000fache (SCHMIDT 1978). Es kann vermutet werden, daß in den untersuchten Gewässern in Bad Laer der weitaus größte Teil an Phosphat organisch gebunden war und der Rest mit der angewendeten Methode nicht erfaßt werden konnte oder spontan andere Verbindungen einging.

Freie Kohlensäure mg CO_2/l					
max.	263,6	95,0	95,0	95,0	52,8
min.	176,0	22,0	27,7	37,8	22,0
i. Mittel	204,6	57,0	51,0	63,9	36,4

Die Sole zirkuliert in den Klüften und Spalten der Plänerkalke (HILTERMANN 1975). Die hier am Quellkolk fehlende Mergelschicht läßt die Sole, die ihren notwendigen Auftrieb durch gasförmige freie Kohlensäure CO_2 erhält, zu Tage treten. Daher auch der hohe Gehalt an freier Kohlensäure im Wasser der Probenahmestelle I.
Pflanzen brauchen zu ihrem Aufbau Kohlensäure. Von allen Kohlensäureverbindungen können sie mit der geringsten Energie die freie Kohlensäure aufnehmen. Daher der rasche Abbau von CO_2 im Glockensee und Salzbach. Hierbei ist der Gasaustausch mit der Luft ebenfalls zu berücksichtigen. Dieser Austausch ist abhängig von der Sättigung der Luft mit CO_2.

Silizium mg SiO_2/l					
max.	7,5	5,0	5,0	5,0	5,0
min.	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
i. Mittel	4,6	3,8	3,5	3,8	4,3

Die stark schwankenden Siliziumwerte sind in Verbindung mit den Vegetationsschwankungen zu sehen, z. B. Verbrauch von Kieselsäure zum Aufbau der Kieselschalen bei Diatomeen u. a. Dies ist deutlich an den Veränderungen im Jahreslauf zu erkennen: März–April 5,5 mg/l; Mai 2,5 mg/l; Juni 3,2 mg/l und September 4,5 mg/l mit ansteigender Tendenz.

Eisen II und IIIwertig mg/l					
max.	0,25	1,50	0,50	1,00	0,17
min.	nn	0,03	0,03	0,03	0,03
i. Mittel	0,15	0,40	0,18	0,31	0,11

In Schichten des Tones sind vielfach als Endprodukte der organischen Zersetzung Eisen und Schwefel zu finden, die sich zu Schwefelkies vereinigt haben. Im Faulschlamm des Glockensees entstehen verschiedene Gase, wie z. B. Schwefelwasserstoff (SH_2), Methan (CH_4) u. a. Sie sind die Ursache der Gasblasenbildung unter dem Eis (Abb. 5).

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

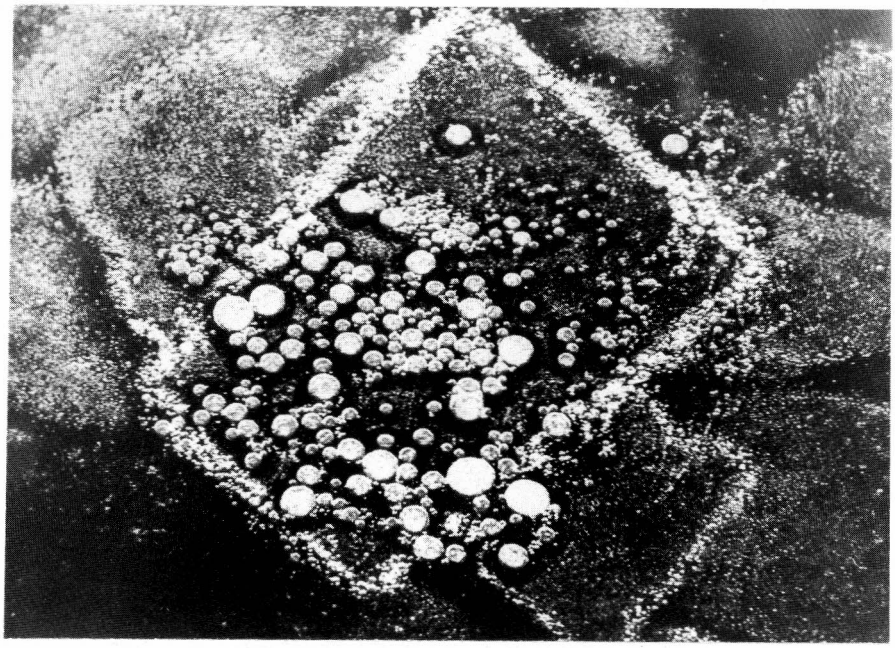


Abb. 5. Gasblasen im Eis des Glockensees 1977 (Aufnahme WILTMANN)

8 Diskussion

Die Errechnung des Saprobien-Index durch Algen ergab die Wassergüte I bis II in allen Probenahmestellen.
Im Widerspruch dazu stehen die hohen Gehalte an Stickstoffverbindungen. Etwa 80 % der Diatomeen sind nach der aufgeführten Liste sauerstoffliebend und können deshalb nicht in einem Milieu leben, das sauerstoffarm ist. Die meisten dieser Diatomeen sind Aufwuchsalgen oder suchen das Licht, leben an oder zwischen den Pflanzenpolstern der obersten Wasserschicht. Die Hypertrophierung der untersuchten Probenahmestellen des Glockensees bringt am Tage durch die assimilierenden Pflanzenmassen einen sehr hohen Sauerstoffeintrag, bis zu 185 % der Sättigung des Wassers. Aus dieser sauerstoffreichen Zone des Wassers im Glockensee kommen die Algen, die zur Errechnung der Wassergüte I bis II führte.
Die Wassergüte in den unteren Wasserschichten konnte nach der biologischen Methode nicht ermittelt werden. Durch das Absinken abgestorbener Organismen ist der Boden mit einer Faulschlammschicht bedeckt. Die hohen Werte der Stickstoffverbindungen signalisieren eine starke Nitrifikation. Die daran beteiligten aeroben Bakterien haben einen hohen Sauerstoffbedarf, so daß bei Dunkelheit, wenn die Pflanzen nicht mehr assimilieren können, der Sauerstoffgehalt bis auf 0 mg/l in dieser Wasserzone absinken kann. Es kann dabei leicht zu einer Denitrifikation unter Beteiligung anaerober Bakterien kommen.
Der Restsauerstoff in der oberen Wasserschicht, die auch aus der Luft angereichert werden kann, scheint den sauerstoffliebenden Diatomeen zum Überleben gereicht zu haben.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Durch den Sauerstoffschwund in den unteren Wasserschichten ist auch vielen Bodentieren eine Überlebenschance genommen worden.
Der Glockensee, ein hypertrophiertes Gewässer, ist gekennzeichnet durch unterschiedliche Lebensräume:

a. sauerstoffreiches Oberflächenwasser,
b. sauerstoffarme Bodenschicht,
c. bewegtes Wasser am und im Durchflußgraben und
d. gestautes Wasser am Überlauf.

Diese verschiedenen Biozönosen wurden in der Untersuchungszeit durch Ausbaggerung und Entfernen der Oberflächenpflanzen verändert. Dadurch war im zeitlichen Ablauf der Untersuchungen kein einheitliches Vorkommen der verschiedenen Organismen festzustellen.
Die Therapie eines solchen belasteten Gewässers sollte auf die Symptone abgestimmt sein (LIEBMANN 1975). Stickstoff- und Phosphorverbindungen müßten stark reduziert werden, weil sie als Hauptursache für die Belastung anzusehen sind. Die teilweise Einschränkung der Lichteinstrahlung könnte helfen, die Pflanzenvermehrung zu reduzieren. Damit würde vor allem auch eine Verringerung der Sauerstoffzehrung erreicht und somit vor allem die Bildung der Faulschlammschicht am Boden vermindert.
Anregungen zur Therapie:

a. starke Verminderung des Wasservogelbestandes zur Phosphor- und Stickstoffreduzierung,
b. Bepflanzung des Südufers mit Bäumen, z. B. schnellwachsende Trauerweiden,
c. Wasserbaumaßnahmen, die zum Abtragen des Sedimentes vom Boden führen, z. B. Abfluß vom Boden nach vorherigem Ausbau.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Schriftenverzeichnis

BAUR, W. (1980): Gewässergüte bestimmen und beurteilen. – S. 1–144; Hamburg (Parey).

BOURRELLY, P. & MAUGUIN, E. (1952): Algues d'eau la guadeloupe et de depaudenee. – Paris.

BRAUER, A. (1909): Die Süßwasserfauna Deutschlands, **11.** – Jena (G. Fischer; Neudruck 1961, Weinheim, J. Cramer).

BUCK, H. (1971): Statistische Untersuchungen zur Saprobität und zum Leitwert versch. Organismen. – Münchener Beitr. zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, **19:** 14–44.

BUDDE, H. (1942): Die Algenflora Westfalens und der angrenzenden Gebiete. – Decheniana (Festschrift), **101,** A, B: 131–214; Bonn.

CHOLNOKY, B. J. (1968): Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern. S. 1–677; Lehre (Cramer).

ENGELHARDT, W. (1967): Was lebt in Tümpel Bach und Weiher? 4. Aufl. – Stuttgart.

FOTT, B. (1971): Algenkunde. 2. Aufl. – Jena (G. Fischer).

HEYNIG, B. (1968): Das neuerrichtete Helme-Staubecken bei Kelbra (Kyffhäuser) im ersten Jahre seines Anstaus. – Limnologika, **6** (1): 117–133; Berlin.

HILTERMANN, H. (1979): Kleiner Führer durch das Solbad Laer T.W. – Suderberger Hefte, **1;** Bad Laer.

HILTERMANN, H. & KÖRBER-GROHNE, U. (1974): Die Salzpflanzen vom Solbad Laer T.W. – Natur und Heimat, **34:** 53–56; Münster.

HUBER PESTALOZZI, G. (1938–1961): Das Phytoplankton des Süßwassers, Teil 1–5. – Die Binnengewässer, **16,** Stuttgart (Schweizerbart).

HUSTEDT, F. (1927): Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas, sowie der angrenzenden Meeresgebiete. – Kryptogamen-Flora, **VII,** Teil 1–3: XII + 920 S., Leipzig. (Reprint 1977, Koeltz-Königstein).

– (1930): Bacillariophyta (Diatomeae). – In PASCHERS, A.: Die Süßwasserflora Mitteleuropas, Bd. **10.** Jena, (Reprint 1976, Koeltz-Königstein).

– (1959): Die Diatomeenflora der Unterweser von der Lesummündung bis Bremerhaven mit Berücksichtigung des Unterlaufs der Hunte und Geeste. – Veröff. Inst. Meeresforschung in Bremerhaven, **VI:** 13–176; Bremen.

KALBE, L. (1973): Kieselalgen in Binnengewässern. – Wittenberg.

KOLKWITZ, R. (1950): Ökologie der Saprobien. – Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene Berlin-Dahlem, **4;** Stuttgart.

LIEBMANN, H. (1951): Handbuch der Frischwasser- u. Abwasserbiolgie. – Bd. **1,** 1. Aufl.; München (Oldenbourg).

– (1960): Handbuch der Frischwasser- u. Abwasserbiologie. – Bd. **2,** 1. Aufl.; München (Oldenbourg).

OKOLOTOWICZ, G. (1971): Preliminary investigation to determine biological indicators of seawater pollution by Diatoms – Bacillariophyceae. – Fisheries Improvement Committee, C., M. 1971/E: ICES/SCOR Meeting Helsinki.

SALDEN, N. (1978): Beiträge zur Ökologie der Diatomeen (Bacillarophyceae) des Süßwassers. – Decheniana, Beih. **22:** 1–231; Bonn.

SCHEELE, M. (1952): Systematisch-ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora der Fulda. – Arch. Hydrobiologie, **46:** 305–423; Stuttgart.

SCHMIDT, E. (1978): Ökosystem See. – 3. Aufl. Heidelberg.

SLÁDEČEK, V. (1973): System of Water Quality from Biological Point of View. – Arch. f. Hydrobiol., **7:** 1–128; Stuttgart.

STREBLE, H. & KRAUTER, D. (1973): Das Leben im Wassertropfen. – Stuttgart.

STREIF, H. (1971): Stratigraphie und Faziesentwicklung im Küstengebiet von Woltzeten in Ostfriesland. – Beih. geol. Jb., **119:** 3–61; Hannover.

UHLMANN, D. (1975): Hydrobiologie. – G. Fischer, Jena. Ausg. der Bundesrepublik Deutschland G. Fischer, Stuttgart 1975.

VAN DER WERFF, A. & HULS, H. (1957–1974): Diatomeeenflora van Nederland. – Koenigstein (Reprint 1976, Koenigstein).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Hoffmeister Maria, Hoffmeister Walter

Artikel/Article: Hydrobiologische Untersuchungen der Gewässer in den Kuranlagen von Bad Laer 221-248