Ber. naturhist. Ges. Hannover	126	91 – 135	Hannover 1983

Beziehungen zwischen der Diatomeen-Flora und dem Wasserchemismus in Fließgewässern des Sauerlandes. 1. Die Ruhr

von

DIETRICH HARTMANN

mit 9 Tafeln, 6 Tabellen und 1 Karte

Zusammenfassung: Die Ruhr im Sauerland mit ihrem Gesamtfließgewässergebiet von der Quelle bis zur Mündung im Hengstey-See, einschließlich aller Nebenzuflüsse (ca. 680 km), wurde wasserchemisch sowie diatomeen-floristisch in 87 Proben untersucht. 190 Diatomeenarten unterschiedlichen Vorkommens und verschiedenartiger Häufigkeit wurden festgestellt. Die Auswertung der chemischen und diatomeenfloristischen Ergebnisse zeigt, daß Zusammenhänge zwischen Diatomeenarten und deren Häufigkeit einerseits und der Carbonathärte und den Salzen der Gesamthärte des Ruhrwassers andererseits bestehen, wobei einige Diatomeenarten als Bioindikatoren für den wechselnden Wasserchemismus zu bezeichnen sind.

Summary: The relation between diatom flora and water chemistry in the rivers and streams of Sauerland, 1. The river Ruhr. – The river Ruhr in the area known as "Sauerland" has been investigated throughout its length including tributaries, from its source up to entry into lake Hengstey (about 680 km). 87 samples were taken and examined for water chemistry and diatom flora and 190 diatom species of varying distribution and frequency were found. Evaluation of the chemical and diatom floral findings showed that connections between the occurrence of diatom species and their frequency on the one hand and carbonate hardness and total hardness of Ruhr water salts on the other does exist, certain diatoms being seen as bio-indicators for the differences in the water chemistry.

0 Einleitung: Zielsetzung und Vorbemerkungen

1. Methoden

1.1 Allgemeines
1.2 Probeentnahme
1.3 Entnahmemarkierungen auf der Gewässerkarte und Tabelle zu den Probeentnahmestellen

2. Wasserchemische Untersuchung

2.1 Allgemeines
2.2 Ergebnisse
2.3 Diskussion

3. Biologische Bestandsaufnahmen

3.1 Allgemeines
3.2 Artenspektrum der beobachteten Diatomeen
3.3 Bewertung
3.4 Diskussion

4. Zusammenfassung

5. Literatur

0 Einleitung: Zielsetzung und Vorbemerkungen.

Über die Fließgewässer einiger deutscher Mittelgebirge liegen nur wenige biologische Untersuchungen vor (BUDDE 1927, 1928, SALDEN 1978). Diese Tatsache gab Veranlassung, das S a u e r l a n d als Großbiotop mit Ruhr, Lenne und Volme von den Quellen bis zum Zusammenfluß im Hengstey-See (Hagen-Westfalen) einschließlich der zufließenden Bäche und den eingebetteten Talsperren einer Studie zu unterziehen. Der Wasserchemismus und die Diatomeen in diesen Quell-, Bach- und Flußregionen könnten als Grundlage dienen, um Zusammenhänge und abhängige Beeinflussungen zu ermitteln (LANGE-BERTALOT 1979, FRIEDRICH 1973). Beachtenswert sind hierbei besonders die Veränderungen der natürlichen Verhältnisse durch Industrie, Bevölkerung, Land- und Forstwirtschaft, also Umweltfaktoren, die bereits eine Beeinflussung hervorgerufen haben oder noch hervorrufen könnten. Die hier vorliegenden Ergebnisse stellen somit eine Bestandsaufnahme zum Zeitpunkt der Untersuchung dar, die bei späteren Beurteilungen herangezogen werden kann. Hierbei wurden folgende Fragestellungen verfolgt:

Wasserchemismus
- Welche natürlichen Unterschiede werden sich bereits im Wasserchemismus der Quellgebiete zeigen?
- Welchen Veränderungen werden die Fließgewässer nach Durchfließen von Industriegebieten, Ortschaften, Weide- und landwirtschaftlich genutzten Gebieten unterliegen?
- Wie verhält sich nach Zusammenfluß verschiedenartiger Fließgewässer der Wasserchemismus und tritt bei Belastung noch eine Selbstreinigung ein?

- Gibt es in Fließgewässern gelöste chemische Substanzen, die sich besonders nachhaltig und lange auswirken?

Diatomeen-Flora

- Benötigen die verschiedenen Diatomeenarten unterschiedliche Voraussetzungen, um in Fließgewässern existieren zu können?
- Kennzeichnet das Massenauftreten bestimmter Diatomeenarten wasserchemische Besonderheiten, die ökotypisch für besondere Wasserverhältnisse und damit Bioindikatoren in Fließgewässern sind?

Aus den vorgenannten Fragestellungen ergibt sich das Problem, inwieweit Beziehungen zwischen der Diatomeen-Flora und dem Wasserchemismus hergestellt werden könnten. Eine weitergehende Frage wäre, ob aus dem Wasserchemismus Rückschlüsse auf vorhandene Diatomeenarten gezogen werden könnten, also bestimmte Diatomeenarten Indikatoren für den bestehenden oder sich ändernden Wasserchemismus darstellen.

1. Methoden

1.1 Allgemeines

Die Ruhr wurde als erstes Fließgewässer des Sauerlandes auf den Wasserchemismus von der Quelle (Ruhrkopf 625 m über NN bei Winterberg) bis zum Einfluß in den Hengstey-See (ca. 150 m über NN) untersucht. Das Gesamtgefälle beträgt etwa 475 m auf einer Strecke von 122,1 Ruhrkilometern. Ein größerer Zufluß zur Ruhr ist die Möhne mit 61,4 km. Das Fließgewässergebiet der Ruhr, der Möhne und aller Nebengewässer, einschließlich aller Quellen, Quellbäche und Bäche hat eine Länge von ca. 680 km.

1.2 Probeentnahme

In dem Fließgewässerverlauf der Gesamtruhr wurde an 95 Entnahmestellen (siehe Gewässerkarte) je eine Wasserprobe und eine biologische Probe entnommen, wovon 87 bearbeitet und ausgewertet wurden. Als Entnahmepunkte wurden möglichst ruhige Stellen des Fließgewässers (mit hereinhängenden Grasbüscheln oder Pflanzenteilen für die biologischen Proben) gewählt.

Die biologischen Proben (die meistens Gammariden, Ephemeriden- und Chironomidenlarven, Cyclopiden, Daphniden enthielten) wurden mit Formalin fixiert, durch ein Trennsieb mit einer Maschenweite von 0,13 mm von gröberen Bestandteilen befreit und nach Absitz wieder als feines Schlammkonzentrat erneut fixiert.

1.3 Entnahmemarkierungen auf der Gewässerkarte und Tabelle der Probeentnahmestellen

In dem Ausschnitt aus der Gewässerkarte des Landes Nordrhein-Westfalens (Maßstab 1 : 200 000, Landesanstalt für Wasser und Abfall Düsseldorf 1974), die die Ruhr und die Zuflußgewässer zeigt, wurden die Probeentnahmestellen mit Vollkreisen markiert.

Die obere Zahl in diesen Kreisen ist die Probennummer, die untere Zahl gibt die in jeder Probe festgestellten Diatomeenarten an. Um eine geographische Ordnung für diese Probeentnahmestellen zu erreichen, erhielt die Probe: Ruhrquelle bei Winterberg = die Nummer 1.

Von der Ruhrquelle beginnend wurden die Proben bis zum Zusammenfluß mit dem nächsten größeren Bach fortlaufend numeriert. Beispiel: Proben-Nr. 1 - 6 von der Ruhrquelle ruhrabwärts bis Assinghausen, Zuläufe: Probe 3 - Vosmeskopf, Probe 4 - Springbach, dann Probe Nr. 7 - 13 Lamelofebach, Renau, Negerbach bis vor Einmündung in die Ruhr.

Von der Probe Nr. $\frac{55}{27}$ = Ruhr - unterhalb von Arnsberg bei Neheim-Hüsten - springt die Nummernbezeichnung $\frac{58}{28}$ an das Möhne-Quellgebiet nördlich von Brilon zurück und erfaßt die Probeentnahmestellen an der Möhne bis zur Probe Nr. $\frac{77}{48}$ = Möhne vor Ruhreinfluß bei Neheim.

Ausgenommen von den Probeentnahmen blieben die Talsperren: Möhne, Sorpe, Henne, dazu auch die südlichen Quell-Bachzuflüsse zur Möhne und Sorpe. Die Talsperren des Sauerlandes bleiben einer besonderen Untersuchung vorbehalten.

Die letzte Probe Nr. $\frac{95}{29}$ wurde aus der Ruhr vor Einfluß in den Hengstey-See entnommen, in den die drei wichtigsten Fließgewässer des Sauerlandes, nämlich Ruhr, Lenne und Volme münden. Parallel zur Gewässerkarte der Ruhr mit den markierten Entnahmestellen zeigt die Tabelle 1 (vgl. Anlage) die tabellarische Aufstellung. Die laufenden Probe-Nummern beschreiben den Punkt der Entnahmestellen, geben die Zahlen der gefundenen Diatomeenarten an und weisen aus, ob es sich um eine Entnahmestelle im

\+ = Quell- oder Quell-/Bachgebiet
* = Bachgebiet
= = Bach-/Flußgebiet
oder // = Flußgebiet

handelt.

In der Tabelle 1 sind nicht nur die Probeentnahmestellen an der Ruhr beschrieben, es sind auch zahlenmäßig die gefundenen Diatomeenarten der Proben vermerkt, aus welchem Fließgewässertyp die Probe entnommen wurde und alle Analysenwerte der wasserchemischen Ruhruntersuchung.

Die waagerechten Unterteilungen in der Tabelle 1 fassen einzelne Abschnitte der Ruhrgewässerstrecken zusammen, sofern es sich um größere oder längere Zuflüsse von Fließgewässerstrecken handelt.

2. Wasserchemische Untersuchungen

2.1 Allgemeines

Alle Proben für die Untersuchung der Ruhr wurden in den Monaten Juli/August 1979 während relativ konstanter Wetterlage entnommen. Normale und gleichbleibende Wasserführung waren Voraussetzung für gleichmäßige Untersuchungsverhältnisse.

Colorimetrischen Analysen-Methoden wurde bei den wasserchemischen Untersuchungen der Vorzug gegeben, weil diese ohne großen Laboraufwand auszuführen und für unsere Fragestellung ausreichend genau sind. Es wurden Methoden der Fa. Gebrüder Heyl KG "Gesellschaft für Analysentechnik", Hildesheim, angewendet. Weitere Literatur (KLUT-OLSZEWSKI 1946, CZENSNY R. 1960).

Untersucht wurden die Wasserproben auf: pH-Wert, Carbonat-Härte, Gesamthärte, Ammonium, Nitrate, Silikate, Phosphate und Chloride.

Ammonium-Test: Hinweise auf mögliche Verunreinigung durch organische Abwässer oder Düngemittel.

Der Nitrat-Test gibt Hinweise auf künstliche Düngung landwirtschaftlich genutzter Böden.

Silikat-Test: Jedes natürliche Gewässer enthält Kieselsäure, die von Diatomeen zum Aufbau ihres Kieselskelettes benötigt wird.

Phosphat ist bei Fließgewässern als Test von Abwasserzuflüssen wichtig.

Chlorid-Test. Die Höhe des Cl-Gehaltes ist bei Abwässern und in natürlichen Gewässern ein I n d i k a t o r für Abwasserbelastung.

Die Untersuchung der entnommenen Wasserproben fand innerhalb von 12 bis 24 Stunden, vom Entnahmezeitpunkt an gerechnet, statt. Die Entnahmeflaschen (210 ccm-Flaschen mit Plastikverschluß) befanden sich während dieser Zeit verdunkelt in geschlossenen Reise-Untersuchungstaschen.

Die Tabelle 1 (s. Anlage) gibt Aussagen über den Wasserchemismus von der Ruhrquelle bis zum Einfluß in den Hengstey-See. Zusammengehörige Fließgewässerstrecken sind in waagerechten Rubren zusammengefaßt worden und Unterstreichungen einzelner Analysenwerte

TABELLE 1

Pr. Nr.	Entnahmestelle	Diatom Arten je Pr.	+ * = //	pH Wert	Carb. Härte	Ges. Härte	NH_4 mg	NO_3 mg	SiO_2 mg	P_2O_5 mg	Cl mg	Gewässer-bezirke (vgl.Kte.)
1	Ruhrquelle b. Winterberg	9	+	5,8	0,6	4,5	0,0	13,0	6,0	3,5	3,5	
2	Ruhr n. Zufluß v. Bach Winterbg.	16	+	5,8	0,6	3,5	0,0	4,0	7,0	0,3	25,0	
3	Ruhr n. Zufluß v. Voßmeskopf	28	+	7,0	0,8	4,0	0,0	4,5	8,0	0,4	15,0	1
4	Springbach b. Strickmühle	13	+	7,1	0,9	3,9	0,0	4,0	7,0	0,4	8,0	
5	Ruhr unterh. Niedersfeld-Hillebach	21	+	7,1	1,6	4,0	0,0	5,5	7,0	0,5	20,0	
6	Ruhr unterh. Assinghausen-Brücke	31	*	7,0	2,5	4,0	0,0	16,0	7,0	1,0	4,0	
7	Lamelofebach b. Altersheim	18	+	6,8	0,6	2,5	0,0	4,5	8,0	0,3	8,0	
8	Lamelofebach vor Silbach	11	+	6,9	0,8	3,5	0,0	3,5	7,5	0,5	5,0	
9	Lamelofebach unterh. Eisenbahn	13	+	7,0	1,2	4,0	0,0	7,0	8,0	1,0	3,0	2
10	Renau - Bach, Schafsbrücke	14	+	6,7	0,8	3,2	0,0	6,0	8,5	3,0	7,0	
11	Neger nach Zulauf Renau	11	*	6,0	1,0	3,0	0,0	3,5	8,5	3,0	9,0	
12	Neger n. Zul. Namenlose (VEW-Stau)	25	*	6,8	1,5	4,0	0,0	4,0	8,5	1,5	8,0	
13	Neger unterh. Wulmeringhausen	28	*	7,1	2,5	4,5	0,0	14,0	8,0	0,5	1,0	
14	Ruhr n. Negerzufl. südl. Olsberg	43	=	7,2	2,0	4,0	0,0	16,0	6,0	0,2	1,0	
15	Gierskoppbach unterh. Elleringhs.	34	*	7,0	4,0	6,5	0,5	24,0	9,0	1,5	4,0	
16	Sitterbach, nördl. Olsberg	34	+	7,9	5,5	8,0	0,0	18,0	5,0	1,0	2,0	
17	Bach Vösmecke, südl. Ort Bigge	25	+	7,1	6,0	8,5	1,0	30,0	3,0	0,3	3,0	
18	Ruhr, unterh. Ort Bigge	27	=	7,4	2,5	5,5	0,0	18,0	3,0	0,3	2,0	
19	Desmecke Bach, unterh. Antfeld	48	*	7,9	10,0	13,0	0,0	25,0	7,0	0,2	3,0	3
20	Bach Scharmecke, Ort Dümel	31	*	8,0	8,5	11,0	0,0	20,0	8,0	0,0	1,0	
21	Bach Nuttlar, nördl. v. Nuttlar	27	*	6,9	1,5	3,5	0,0	14,0	9,0	2,5	2,0	
22	Bach Elpe, südl. Ostwig	34	*	7,7	3,0	6,0	0,0	18,0	2,5	4,0	4,0	
23	Bach Valme, südl. Bestwig	35	*	7,9	8,0	11,0	0,0	12,0	1,5	2,0	3,0	
24	Bach Gepke, v. Norden in Ruhr	30	*	6,8	1,5	3,0	0,0	10,0	2,0	1,5	5,0	
26	Ruhr, Zufl. Niederbach (Wehrstapel)	36	=	7,5	3,0	5,0	0,0	15,0	4,0	3,0	3,0	

Forts. Tab. 1

28	Bach Kleine Henne b. Drasenbach	44	*	7,4	2,5	6,0	0,5	18,0	6,0	2,0	6,0	
29	Bach Kleine Henne süd. Meschede	31	*	7,4	3,5	6,0	0,0	20,0	6,0	2,0	3,0	4
30	Horbach, Südzufl. Henne (Talsp.)	35	*	7,2	2,8	5,8	1,5	18,0	8,0	2,0	8,0	
31	Bach Henne, Südzufl. Henne (Talsp.)	15	*	7,4	2,5	6,9	0,1	20,0	8,0	2,0	10,0	
32	Bach Kelbke, nördl. Ort Calle	27	*	7,4	7,5	10,0	0,0	25,0	5,0	2,5	3,0	
33	Bach Gelbke, nördl. v. Ruhr zufl.	41	*	6,6	0,5	2,0	0,0	14,0	0,5	6,0	3,0	5
34	Bach Leiße, nördl. Ort Dorlar	39	*	7,6	4,0	7,0	0,0	20,0	9,0	2,0	15,0	
36	Salweybach b. Sallinghausen	22	*	7,6	4,5	7,0	0,0	20,0	4,0	4,0	3,0	
37	Bach Wenne, südl. Wenholthausen	36	*	7,4	4,0	6,0	0,0	25,0	9,0	4,0	2,0	
38	Bach Arpe, v. Zufl. Wenne	28	*	7,6	5,0	7,5	0,0	30,0	4,0	0,5	3,0	
39	Bach Schwalbenhohl Siepen, nördl. Ruhrzufluß b. Wildeshausen	19	*	7,4	8,5	11,0	1,0	15,0	10,0	2,0	8,0	
40	Ruhr westl. Oeventrop	25	=	7,4	4,0	7,5	0,3	20,0	8,0	2,0	5,0	
41	Bach Strumecke v. Einfl. Ruhr	21	*	7,2	4,0	5,0	4,5	6,0	10,0	2,0	5,0	
42	Ruhr, Rumb. Hammer östl. Arnsberg	24	=	7,2	4,0	5,0	0,0	5,0	20,0	1,0	10,0	
43	Hellefelder Bach, Zufl. Arnsberg	41	*	6,7	1,0	3,0	0,0	5,0	9,0	1,5	8,0	6
44	Stockumer Bach, Zufl. Ruhr, Arnsbg.	30	*	7,2	2,0	4,5	0,0	4,5	7,0	1,5	15,0	
45	Ruhrschleife, Westteil, Arnsberg	26	=	7,6	4,5	8,0	0,0	19,0	8,0	0,2	20,0	
46	Bach Welpke Zufl. in Ruhr	36	*	7,9	7,0	10,5	0,0	11,0	8,0	4,0	25,0	
47	Ruhr vor Einfluß der Welpke	28	=	7,7	4,5	6,0	0,0	19,0	7,0	4,0	15,0	
48	Bach Röhr, östl. v. Recklinghaus.	19	+	7,4	3,5	5,5	0,1	12,0	9,0	9,0	30,0	
49	Bönkhauser Bach v. Einfl. Röhr	20	*	7,6	3,5	5,5	0,0	18,0	6,0	1,5	8,0	
50	Bach Linnepe v. Einfl. in d. Röhr	24	*	7,6	4,0	7,5	1,0	18,0	8,0	0,3	15,0	
51	Bach Flamecke, Quellgebiet	33	+	6,5	0,5	3,6	0,0	4,5	9,0	0,2	10,0	7
52	Bach Röhr, v. Einfl. Sorpe Talsp.	18	*	7,6	4,0	7,0	0,4	18,0	8,0	0,5	15,0	
53	Kl. Bach (Enkhausen) v. Einfl. Sorp.	24	*	7,8	9,0	13,0	0,1	30,0	7,0	7,0	15,0	
54	Bach Röhr, nördl. Müschede	30	*	7,6	4,5	8,0	0,1	18,0	9,0	9,0	8,0	
55	Ruhr b. Hüsten, Rumbecker Holz	27	=	7,4	5,5	9,0	0,1	14,0	7,0	4,0	40,0	

58	Möhne, Quellgeb. Hunebecker Bach u. Aa, nördl. Brilon	25	+	8,5	8,0	10,0	1,5	30,0	6,0	10,0	40,0	
59	Goldbach Zufl. Möhne (Osterhof)	33	+	7,4	4,0	7,0	0,1	12,0	6,0	0,5	6,0	
60	Bach Kloss-Siepen, v. Möhne-Einfl.	29	*	7,4	4,5	6,0	0,1	12,0	7,0	2,0	20,0	
61	Bach Stein-Beke, v. Möhne-Einfl.	35	*	7,9	1,0	2,0	0,0	4,0	9,0	0,5	4,0	
62	Möhne bei Heidelberg	28	*	7,8	6,0	8,0	0,0	20,0	7,0	3,0	20,0	
63	Bach Romecke, v. nordöstl.z.Möhne	29	*	6,8	2,0	3,0	0,0	4,0	9,0	0,5	8,0	
64	Bach Biber, südl. Möhnezulauf	31	*	6,9	2,0	3,0	0,1	4,0	8,0	1,0	8,0	
65	Möhne, westl. Rüthen (Waldesruh)	30	*	7,5	5,0	6,5	1,5	19,0	k.W.	1,0	20,0	8
66	Bach Glenne, südl. Möhnezulauf	33	*	7,8	4,0	6,0	0,0	12,0	8,0	0,2	2,0	
68	Wiedenbach, südwestl. Warstein	19	+	6,6	0,8	3,0	0,1	4,0	8,0	0,5	15,0	
69	Westerbach v. Möhnezufl. Belecke	16	*	7,9	9,3	11,5	0,8	20,0	8,0	2,0	80,0	
70	Möhne, östl. v. Ort Sichtigvor	18	*	7,9	8,3	12,3	0,2	19,0	8,0	7,0	100,0	
72	Möhne an Brücke vor Allagen	20	*	7,8	7,5	12,5	0,1	12,0	8,0	6,0	100,0	
73	Möhne, Brücke zur Vorsperre	13	*	8,0	8,0	11,5	0,1	18,0	9,0	1,6	80,0	
74	Möhne - Vorbecken, Abfluß (Gasth.)	26	//	7,9	6,0	9,5	0,1	16,0	6,0	0,3	30,0	
75	Möhne, westl. d. Talsperre, Günne	33	*	7,5	3,5	6,5	0,0	10,0	8,0	0,3	80,0	
76	Möhne, Brücke vor Niederense	40	*	7,3	4,0	7,5	0,0	8,0	7,0	0,2	40,0	
77	Möhne vor Ruhreinfluß, Neheim	48	*	7,8	4,0	7,0	0,0	12,0	3,0	0,5	40,0	
78	Ruhr vor Brücke in Wickede	39	=	7,4	4,6	7,5	0,0	18,0	7,0	1,5	20,0	
80	Rammbach, nördl. Ruhrzufluß	22	*	7,8	6,5	14,5	0,1	30,0	10,0	8,0	50,0	
81	Ruhr bei Fröndenberg, Brücke	39	=	7,4	5,0	8,0	0,4	18,0	7,0	3,0	30,0	
82	Bach Wellingse b. Langenholth.	40	*	7,8	5,0	9,0	0,0	20,0	7,0	2,0	15.0	
83	Borkenbach b. Langenholthausen	33	*	7,8	6,0	9,5	0,1	25,0	8,0	1,0	20,0	
84	Bach Hönne, nördl. v. Garbeck	30	*	7,9	8,5	9,5	8,0	18,0	8,0	7,0	25,0	
85	Glarbach Zufl. z. Hönne b. Balve	24	*	7,6	3,5	5,0	0,0	3,0	6,0	4,0	5,0	9
86	Bach Hönne, nördl. Oberrödingh.	27	*	7,8	8,5	13,0	0,0	18,0	9,0	3,0	60,0	
87	Bach Hönne süd. Menden	35	*	8,4	9,0	15,0	0,0	16,0	8,0	0,3	90,0	
88	Bach Ose, nördl. v. Hemer b. Becke	34	*	7,0	10,0	15,5	0,0	10,0	9,4	3,5	20,0	
89	Bach Hönne v. Ruhreinfl. Fröndenbg.	28	*	8,5	7,5	13,5	2,0	25,0	9,0	5,0	60,0	
90	Ruhr, 7km abwärts v. Fröndenberg	32	//	7,4	5,3	11,0	0,1	40,0	12,0	1,5	30,0	
91	Baarbach v. Einfluß Ruhr	26	*	6,8	7,1	15,0	1,0	110,0	8,0	7,0	90,0	
92	Ruhr bei Gesecke	20	//	6,9	5,2	9,0	0,0	19,0	8,0	3,0	40,0	10
93	Ruhr östl. v. Villigst	40	//	7,5	4,7	9,3	0,8	20,0	7,0	3,0	40,0	
94	Ruhr, Brücke Westhofen/Garenfeld	34	//	7,3	4,5	9,5	0,1	18,0	8,0	2,0	40,0	
95	Ruhrmündung in Hengstey See	29	//	7,2	6,0	9,0	0,5	19,0	6,0	0,3	40,0	

In einem Rubrum weisen auf Über- oder Unterschreitung der Analysenwerte eines unbeeinflußten Gewässers in diesem Biotop hin.

2.2 Ergebnisse

Die Ruhr entspringt in moorigem Wiesengelände und verändert sich (Proben-Nr. 1 bis 6) chemisch in den ersten Kilometern. Das Quellwasser ist anfangs sauer bis neutral, hat eine geringe Carbonat- und Gesamthärte, weist Düngeeinwirkungen von NO_3 auf und zeigt im Quellbachgebiet (Probe 2 und 5) Zuflüsse mit höherem Chlorid-Wert an, wahrscheinlich durch die Stadt Winterberg und den Ort Niedersfeld beeinflußt.

Die Analysenwerte bei NO_3 und Cl springen stark, d.h., die geringen Wassermengen in den Quellbächen sind noch stark beeinflußbar. Die Werte der Carbonat- und Gesamthärte sind noch klein. Die zweite Gruppe - der Langelofebach und Negerbach, Probe 7 bis 13 -, liegt mit dem pH-Wert meist im sauren Bereich und weist noch geringe Carbonat- und Gesamthärtewerte auf. Die steigenden NO_3-Ergebnisse weisen auf landwirtschaftliche Düngeeinflüsse hin. Die dritte Gruppe (Probe 14 bis 25) zwischen Olsberg und Meschede - mit vielen von Süden kommenden Bachzuläufen -, ist durch landwirtschaftliche Düngemitteleinflüsse geprägt. In Proben 19 und 20 wurde ein hoher Gehalt an Carbonat- und Gesamthärte gemessen, möglicherweise verursacht durch kalkhaltiges Gestein im Untergrund. In den nächsten vier Gruppen (Proben 28 bis 31, 32 bis 38, 39 bis 47, 48 bis 50), ist noch immer eine niedrige Carbonat- und Gesamthärte bei den Quellbächen festzustellen; auch der meist hohe Gehalt an NO_3 (Düngemittel) ist gebliebenen. In den Proben 30, 39, 41 und 50 wurde höherer Ammoniumgehalt festgestellt, der SiO_2-Gehalt in den Proben 39, 41 und 42 ist ebenfalls gestiegen. In Industrie- und Stadtnähe betragen die Cl-Werte wieder über 20 mg/l.

Die Proben 58 bis 77 geben Aussagen über die Analysenwerte des Quell-Bachgebietes der Möhne bis zur Einmündung in die flußartige Ruhr, also von Brilon bis Neheim-Hüsten.

Vollkommen andere chemische Verhältnisse gegenüber der Ruhr wurden im Quellgebiet der Möhne festgestellt. Die Abwässer der Stadt Brilon fließen in das Quellgebiet der Möhne. - Hunebeckerbach und Aa -. Die Analysenwerte: pH-Wert = 8,5; Carbonathärte = 8,0 DH^o; Gesamthärte = 10,0 DH^o; Ammonium = 1,5 mg; $N=_3$ = 30 mg; P_2O_5 = 10 mg; Cl = 40,0 mg.

Die Analysenwerte aus einem nicht beeinflußten Quellgebiet sind die der Probe 59 = Goldbach (pH = 7,4; Carbonat-Härte 4,0 DH^o; Ges.-Härte = 7,0 DH^o; NH_4 = 0,1; NO_3 = 12,0; SiO_2 = 6,O; P_2O_5 = 0,5; Cl = 8,0). Dieses in die Möhne einfließende Quellwasser bewirkt eine erhebliche Änderung des Oberlaufes der Möhne, wie es die Probe 62 aufzeigt.

Ab Probe 69 gelangen große Mengen von Chloriden in die Möhne (Analysenwerte bis 100 mg), die auch unterhalb der Möhne-Talsperre noch meßbar sind. Verfolgt man die Chlorid-Werte bis zum Einfluß der Ruhr in den Hengstey-See (Probe 95), so kann man ein Anhalten hoher Cl-Gehalte bis dorthin feststellen.

Auch die Nitrate behalten hohe Werte, aber es scheint, daß diese Substanzen teilweise biologisch abgebaut werden.

Die Analysenwerte der Carbonat- und Gesamthärte sind im Gesamtverlauf ruhrabwärts gestiegen. Kleinere Bachzuläufe, die teilweise noch saures Wasser in die Ruhr als Fluß einfließen lassen, können keine Veränderungen bewirken. Der Fluß "Ruhr" hat sich, wenn man nur die Proben 90 bis 95 in Betracht zieht, bezüglich seines Wasser-Chemismus ausgependelt, was auch zu erwarten war, da die Ruhr bei Mittelwasser immerhin = 13,5 cbm/sec. in den Hengstey-See einbringt.

2.3 Diskussion

Die Aufstellung der Analysenwerte der Ruhr vom Quellgebiet an bis zum Hengstey-See, einschließlich der Analysenwerte von Nebenbächen zeigt die Beeinflussungen auf, denen die untersuchte Gesamtgewässerstrecke von ca. 680 km ausgesetzt ist. Erkennbar wird, wie der natürliche Wasserchemismus durch Abwässer aus Wohn- und Industriegebieten sowie durch die Landwirtschaft verändert wird. Die Folgerung aus diesen Erkenntnissen wäre: Die Ruhr und ihr Einzugsgebiet müßte in noch stärkerem Maße von Schadstoffen befreit werden.

Durch Beobachtungen und laufende chemische Untersuchungen wären Verunreiniger und Art der Abwässer zu ermitteln. Einzelne Überwachungen kämen der Ruhr mit ihren Nebenbächen zugute. Die vorliegende wasserchemische Bestandsaufnahme ist ein Weg, um erkennbaren Veränderungen nachgehen zu können.

3. Biologische Bestandsaufnahme

3.1 Allgemeines

Ein zweiter Weg könnte eine biologische Bestandsaufnahme der Ruhrfließgewässerstrecke durch die Feststellung der vorhandenen Diatomeenarten sein. An den in Tabelle 1 (vgl. Anlage) aufgeführen Probeentnahmestellen wurden neben dem Wasser - an Grasstellen oder hineinhängenden Pflanzenteilen - Schlammproben entnommen, die schnellstens mit Formalin fixiert wurden. Anschließend wurden mit Hilfe eines Trennsiebes (0,13 mm) Grobsubstanzen entfernt und der Absitz des Durchlaufes wiederum mit Formalin fixiert. Zur Erstellung von Streupräparaten wurde der Schlammabsitz nach den Methoden von F. HUSTEDT (1930) aufgeschlossen.

Tabelle 2

Diatomeen - Arten der Ruhr

(zwischen Quellgebiet und Hengstey - See)

Diatomeen - Art Systematische Ordnung nach F. Hustedt (Pascher: Die Süsswasser-Flora Mitteleuropas)	Gef. in.. Pr.	Häufigkeitsstufen 1	2	3	4	5	Zeichen: +=Ausw.2-5 ++=Ausw. ab 1	Foto
Melosira arenaria Moore	9	5	2	1	1	-		
Melosira granulata (Ehrbg.) Ralfs	38	19	13	6	-	-		
Cyclotella spec.	5	4	-	1	-	-		
Stephanodiscus dubius (Fricke) Hust.	2	2	-	-	-	-		
Stephanodiscus rotula ? (Hakannson)	11	6	1	3	-	1		
Coscinodiscus rothii v.subs.(Juhl-Dannf)Hust.	7	5	1	1	-	-		
Coscinodiscus spec.	3	3	-	-	-	-		
Tetracyclus rupestris (A.Br.) Grun.	6	6	-	-	-	-		
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Ktz.	1	1	-	-	-	-		o
Tabellaria flocculosa (Roth) Ktz.	9	7	1	1	-	-	++	o
Diatoma vulgare Bory + 2 Var.	62	35	16	9	2	-	+	d(3)
Diatoma hiemale (Lyngbye) Heiberg	12	8	3	1	-	-	++	
Diatoma hiemale v. mesodon (Ehr.) Grun.	14	12	-	2	-	-	++	d(2)
Diatoma anceps (Ehr.) Grun.	5	4	-	1	-	-	++	o
Meridion circulare Agardh	77	33	20	20	3	1		d(2)
Ceratoneis arcus Kütz.	1	1	-	-	-	-		o
Fragilaria crotonensis Kitton	1	1	-	-	-	-		o
Fragilaria capucina Desmazières	37	15	11	7	3	1		o
Fragilaria harrissonii W. Smith	1	1	-	-	-	-		o
Fragilaria construens (Ehrbg.) Grun.	26	22	1	2	1	-		o
Fragilaria virescens Ralfs	49	28	11	7	3	-	+	d(2)
Fragilaria pinnata Ehrbg.	8	8	-	-	-	-		
Fragilaria brevistriata Grun.	2	2	-	-	-	-		
Fragilaria lapponica Grun.	8	8	-	-	-	-		
Fragilaria spec.	2	2	-	-	-	-		
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrbg.	81	3	15	31	26	6		o
Synedra ulna v. oxyrhynchus (Kütz.) v.Heurck	37	17	13	6	-	1	+	o
Synedra ulna v. impressa Hust.	4	3	-	1	-	-		o
Synedra ulna v. amphirhynchus (Ehr.) Grun.	4	1	1	2	-	-		
Synedra ulna v. danica (Kütz.) Grun.	33	16	9	8	-	-	+	o
Synedra acus Kütz.	8	8	-	-	-	-		o
Synedra parasitica v. subconstricta Grun.	2	2	-	-	-	-		o
Synedra vaucheriae Kütz.	1	1	-	-	-	-		o
Eunotia praerupta Ehr.	3	3	-	-	-	-		o
Eunotia arcus Ehrbg.	11	11	-	-	-	-		
Eunotia tenella (Grun.) Hust.	2	2	-	-	-	-		
Eunotia trinacria Krasske	1	1	-	-	-	-		
Eunotia exigua (Brêb.) Grun.	1	1	-	-	-	-		o
Eunotia valida Hust.	6	4	1	1	-	-		
Eunotia pectinalis v. minor (Kütz.) Rabh.	3	3	-	-	-	-		
Eunotia faba (Ehr.) Grun.	2	1	1	-	-	-		
Eunotia lunaris (Ehr.) Grun.	2	1	1	-	-	-		
Eunotia lunaris v. subarcuata (Naeg.) Grun.	1	1	-	-	-	-		o
Eunotia formica Ehr.	1	1	-	-	-	-		o
Cocconeis pediculus Ehr.	11	5	3	2	1	-		o
Cocconeis placentula Ehr.	19	8	6	5	-	-		o
Cocconeis plac. v. euglypta (Ehr.) Cleve	33	16	4	7	3	1	+	o
Achnanthes minutissima Kütz.	4	3	1	-	-	-		
Achnanthes exigua Grun.	1	1	-	-	-	-		
Achnanthes lanceolata Brêb.	60	25	22	9	4	-		o
Achnanthes lanceolata v. minor ?	1	1	-	-	-	-		o
Achnanthes lanceol. v. capitata O. Müller	3	2	1	-	-	-		o
Achnanthes lanceol. v. lutheri (Schimanski)	2	2	-	-	-	-		o
Rhoicosphenia curvata (Kütz.) Grun.	17	14	3	-	-	-		o
Amphipleura pellucida Kütz.	5	5	-	-	-	-		o
Frustulia rhomboides (Ehr.) de Toni	7	4	2	1	-	-		o
Frustulia vulgaris Thwaites	11	8	2	1	-	-	++	o

Fortsetzung : Tabelle 2

Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabh.	32	15	5	2	9	1	+	o
Gyrosigma kützingii (Grun.) Cleve	35	14	7	5	7	2	+	o
Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabh.	1	1	–	–	–	–		o
Gyrosigma spencerii (W. Smith) Cleve	2	–	2	–	–	–		
Caloneis amphisbaena (Bory) Cleve	3	2	1	–	–	–		o
Caloneis bacillum (Grun.) Mereschkowsky	1	1	–	–	–	–		o
Caloneis silicula (Ehr.) Cleve	7	4	3	–	–	–		o
Caloneis silic. v. gibberula (Kütz.) Grun.	1	1	–	–	–	–		o
Caloneis silic. v. truncatula Grun.	2	2	–	–	–	–		o
Caloneis schumanniana (Grun.) Cleve	2	2	–	–	–	–		o
Caloneis schum. v. biconstricta Grun.	1	1	–	–	–	–		o
Neidium affine (Ehr.) Cleve	5	5	–	–	–	–		o
Neidium affine v. amphirhynchus (Ehr.) Cleve	3	3	–	–	–	–		
Neidium iridis (Ehr.) Cleve	11	9	2	–	–	–		o
Neidium iridis f. vernalis Reichelt	2	2	–	–	–	–		
Neidium iridis v. ampliata (Ehr.) Cleve	1	1	–	–	–	–		o
Neidium iridis v. amphigomphus (Ehr.) Heurck	2	2	–	–	–	–		o
Neidium iridis v. undulata A. Mayer	2	2	–	–	–	–		o
Neidium productum (W. Smith) Cleve	4	3	1	–	–	–		o
Neidium dubium (Ehr.) Cleve	1	1	–	–	–	–		o
Diploneis ovalis (Hilse) Cleve	5	5	–	–	–	–		
Diploneis oval. v. oblongella (Naegeli)Cleve	2	2	–	–	–	–		
Stauroneis phoenicenteron Ehr.	59	30	16	7	5	1	+	o
Stauroneis anceps Ehr.	2	2	–	–	–	–		
Stauroneis acuta W. Smith	3	3	–	–	–	–		o
Navicula cuspidata Kütz.	42	14	17	8	3	–	+	o
Navicula cuspid. v. ambigua (Ehr.) Cleve	2	2	–	–	–	–		
Navicula pupula Kütz.	1	1	–	–	–	–		
Navicula mutica Kütz.	1	1	–	–	–	–		o
Navicula fluens Hust.	2	1	1	–	–	–		
Navicula longirostris Hust.	9	5	4	–	–	–		
Navicula rhynchocephala Kütz.	14	11	2	1	–	–		
Navicula viridula Kütz.	74	11	10	23	28	2		
Navicula hungarica v. capitata (Ehr.) Cleve	2	1	1	–	–	–		o
Navicula radiosa Kütz.	57	18	15	14	8	2	+	o
Navicula gracilis Ehr.	2	1	1	–	–	–		
Navicula lanceolata (Agardh) Kütz.	6	4	2	–	–	–		
Pinnularia appendiculata (Agardh) Cleve	3	1	2	–	–	–		
Pinnularia subcapitata Gregory	4	2	2	–	–	–		
Pinnularia polyonca (Brêb.) O. Müller	3	2	1	–	–	–		o
Pinnularia microstauron (Ehr.) Cleve	4	3	1	–	–	–		o
Pinnularia legumen Ehrbg.	1	1	–	–	–	–		o
Pinnularia lata (Brêbisson) W. Smith	11	10	1	–	–	–	++	o
Pinnularia borealis Ehrbg.	4	3	1	–	–	–	++	o
Pinnularia borealis v. brevicostata Hust.	1	1	–	–	–	–		o
Pinnularia interrupta W. Smith	13	13	–	–	–	–		o
Pinnularia gibba Ehrbg.	19	15	2	1	–	1		o
Pinnularia gibba v. parva (Ehr.) Grun.	5	3	1	–	–	1		o
Pinnularia gibba v. linearis Hust.	3	2	1	–	–	–		o
Pinnularia brevicostata Cleve	1	1	–	–	–	–		o
Pinnularia acrosphaeria Brêbisson	1	1	–	–	–	–		o
Pinnularia maior (Kütz.) Cleve	13	8	3	2	–	–	++	o
Pinnularia maior v. transversa A.S.	3	2	1	–	–	–		o
Pinnularia viridis (Nitzsch.) Ehr.	65	18	16	21	10	–		o
Pinnularia viridis v. sudetica (Hilse)Hust.	24	18	4	2	–	–		o
Pinnularia virid. v. intermedia Cleve	2	2	–	–	–	–		o
Pinnularia gentilis (Donkin) Cleve	15	11	3	1	–	–	++	o
Pinnularia nobilis Ehrbg.	1	1	–	–	–	–		o
Pinnularia streptoraphe Cleve	1	1	–	–	–	–		o
Pinnularia divergens W. Smith	2	2	–	–	–	–		
Amphora ovalis Kütz.	22	19	1	–	2	–		o 2
Amphora ovalis v. libyca (Ehr.) Cleve	2	2	–	–	–	–		
Amphora ovalis v. pediculus Kütz.	3	3	–	–	–	–		
Cymbella ehrenbergii Kütz.	1	1	–	–	–	–		o
Cymbella naviculiformis Auerswald	2	2	–	–	–	–		o
Cymbella prostrata(Berkeley) Cleve	5	5	–	–	–	–		o
Cymbella minuta v. silesiaca Kütz.	51	35	8	7	1	–	+	o

Fortsetzung : Tabelle 2

Cymbella sinuata Gregory	3	3	–	–	–	–			
Cymbella tumida Grun.	1	1	–	–	–	–			
Cymbella affinis Kütz.	1	1	–	–	–	–			
Cymbella cymbiformis (Agardh?)(Ktz.)Heurck	5	5	–	–	–	–		o	
Cymbella parva (W. Smith) Cleve	1	1	–	–	–	–		o	
Cymbella cistula (Hemprich) Grun.	2	2	–	–	–	–			
Cymbella lanceolata (Ehr.) van Heurck	1	1	–	–	–	–		o	
Cymbella aspera (Ehr.) Cleve	36	30	4	2	–	–		o	
Cymbella helvetica Kütz.	3	3	–	–	–	–	++	o	2
Gomphonema acuminatum Ehr.	2	1	1	–	–	–		o	
Gomphonema acumin. v. coronata (Ehr.) Smith	4	3	1	–	–	–		o	
Gomphonema parvulum (Kütz.) Grun.	9	6	–	2	1	–	++	o	
Gomphonema angustatum (Kütz.) Rabh.	2	1	1	–	–	–		o	
Gomphonema angust. v. producta Grun.	1	1	–	–	–	–		o	
Gomphonema longiceps Ehrbg.	2	2	–	–	–	–			
Gomphonema intricatum Kütz.	7	6	1	–	–	–		o	
Gomphonema intricatum v. pumila Grun.	4	4	–	–	–	–			
Gomphonema lanceolatum Ehrbg.	2	1	1	–	–	–		o	
Gomphonema gracile Ehrbg.	2	2	–	–	–	–			
Gomphonema constrictum Ehrbg.	3	3	–	–	–	–		o	
Gomphonema tergestinum (Grun.) Fricke	4	4	–	–	–	–			
Gomphonema olivaceum (Lyngbye) Kütz.	8	6	2	–	–	–		o	
Epithemia turgida v. granulata (Ehr.) Grun.	2	2	–	–	–	–		o	
Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun.	9	9	–	–	–	–			
Hantzschia amphioxys f. capitata O. Müller	10	9	1	–	–	–	++	o	
Hantzschia virgata v. capitellata Hust.	4	3	1	–	–	–		o	
Nitzschia hungarica Grun.	5	3	2	–	–	–		o	
Nitzschia dubia W. Smith	3	2	1	–	–	–		o	
Nitzschia commutata Grun.	4	4	–	–	–	–		o	
Nitzschia linearis W. Smith	73	13	9	15	28	8		o	
Nitzschia recta Hantzsch	33	17	10	5	1	–	+	o	
Nitzschia sublinearis Hust.	5	4	1	–	–	–			
Nitzschia vitrea Norman	1	1	–	–	–	–			
Nitzschia dissipata (Kütz.) Grun.	13	9	3	1	–	–		o	
Nitzschia acuta Hantzsch	14	13	1	–	–	–			
Nitzschia capitellata Hust.	5	4	1	–	–	–			
Nitzschia romana Grun. ?	1	1	–	–	–	–			
Nitzschia frustulum (Kütz.) Grun. ?	2	2	–	–	–	–			
Nitzschia palea (Kütz.) W. Smith ?	1	1	–	–	–	–			
Nitzschia spectabilis (Ehr.) Ralfs	44	16	13	9	5	1	+		
Nitzschia sigmoidea (Ehr.) W. Smith	46	22	14	7	3	–	+		
Nitzschia vermicularis (Kütz.) Grun.	9	6	3	–	–	–			
Cymatopleura solea (Brébisson) W. Smith	68	14	14	16	20	4		o	
Cymatopleura solea v. gracilis Grun.	15	10	4	–	1	–		o	
Cymatopleura sol. v. apiculata (W.Smith)Ral.	7	2	4	1	–	–		o	
Cymatopleura elliptica (Bréb.) W. Smith	30	20	3	4	2	1	+	o	
Cymatopleura ellip. v. constricta Grun.	3	2	1	–	–	–		o	
Cymatopleura ellip. v. nobilis (Hantz.)Hust.	1	1	–	–	–	–		o	
Cymatopleura angulata Greville	1	1	–	–	–	–			
Surirella biseriata Brébisson	16	10	2	2	2	–	+	o	
Surirella biser. v. bifrons (Ehr.) Hust.	1	1	–	–	–	–		o	
Surirella biseriat. v. rostrata Schulz	2	2	–	–	–	–		o	
Surirella turgida W. Smith	9	4	2	3	–	–	++	o	
Surirella linearis W. Smith	17	12	4	1	–	–		o	2
Surirella lin. v. constricta (Ehr.) Grun.	2	1	1	–	–	–			
Surirella lin. v. helvetica (Brun.) Meist.	4	3	–	1	–	–		o	
Surirella gracilis (W. Smith) Grun.	2	2	–	–	–	–			
Surirella angusta Kütz.	3	2	1	–	–	–		o	
Surirella robusta Ehrbg.	10	9	1	–	–	–			
Surirella rob. v. splendida (Ehr.) v.Heurck	4	4	–	–	–	–		o	
Surirella tenera Gregory	51	25	11	6	7	2	+	o	
Surirella tenera v. nervosa Mayer	1	1	–	–	–	–			
Surirella elegans Ehrbg.	16	13	1	2	–	–		o	
Surirella ovalis Brébisson	4	4	–	–	–	–		o	
Surirella ovata Kütz.	45	31	4	7	2	1	+	o	
Surirella ovata v. pinnata (W. Smith)	4	4	–	–	–	–		o	
Campylodiscus noricus v. hibernica (Ehr.)Grun.	7	3	2	1	–	1	++	o	

Zur Bestimmung der gefundenen Diatomeen dienten die Arbeiten von

(BUDDE 1922, 1928; CLEVE-EULER 1952-1955; FOGED, 1948, 1951, 1954, 1974, 1981; VAN HEURCK 1896; HUSTEDT 1909, 1927, 1930, 1957, 1959; MAYER 1940, 1953; RAABE 1951; SCHIMANSKI 1973, 1978; SCHLÜTER 1956, 1959; SCHMIDT 1874 - 1944; MÖLDER und TYNNI 1967 - 1980; WUTHRICH 1975).

Zur Bewertung der in den Einzelproben gefundenen Diatomeen wurde eine 5stufige Schätz- oder Häufigkeitsskala zugrunde gelegt (Friedrich G. 1973; SCHIMANSKI H. 1973, 1978):

1. Stufe = selten
2. Stufe = einige Individuen pro Diatomeenart
3. Stufe = viele Individuen pro Diatomeenart
4. Stufe = sehr viele Individuen pro Diatomeenart
5. Stufe = massenhafte Individuenzahl pro Diatomeenart

3.2 Artenspektrum der Diatomeen

Bei der Bestimmung der Diatomeen wurden in den entommenen Proben insgesamt 190 Arten gefunden, die (vgl. Tabelle 2) nach der Systematik von (HUSTEDT 1930) aufgeführt worden sind. In diese Tabelle 2 mit aufgenommen wurde die Zahl der Proben, in denen die aufgeführten Diatomeenarten vorhanden waren, die Häufigkeitsstufe der Diatomeen, welche Diatomeenarten für eine Auswertung zur Mittelwertberechnung herangezogen wurden (+ und ++), und von welchen Diatomeenarten eine Mikrophotographie (O) in den Bildtafeln vorhanden ist.

(Bei der nachfolgenden Auswertung der Diatomeenarten sind immer nur die Zahlen für die Häufigkeitsstufen verwendet worden = 1, 2, 3, 4, 5).

Zusätzlich sagt Tabelle 2 aus, daß ruhrabwärts prozentual die Häufigkeiten der Diatomeenarten in den Stufen 3 und 4 zunehmen, die Häufigkeitsstufe 2 etwa konstant bleibt, und das Massenauftreten einer Diatomeenart, ausgedrückt in der Häufigkeitsstufe 5, selten bleibt.

Beispiel:

Zahlenmäßige Häufigkeitsaufgliederung der Diatomeenarten aus 20 Proben:

Probe Nr.	Zahl der gefundenen Arten	Häufigkeit in %-Anteilen				
		1	2	3	4	5
14	42	64	19	12	5	0
16	35	69	20	8	3	0
19	48	66	16	17	3	3
23	35	57	14	20	5	3
26	36	47	33	14	6	0
28	44	52	25	11	9	3
30	36	50	14	22	3	11
33	41	60	17	17	6	0
34	39	51	15	26	5	3
37	36	58	16	14	9	6
43	41	53	24	15	8	0

Probe Nr.	Zahl der gefundenen Arten	Häufigkeit in %-Anteilen				
		1	2	3	4	5
46	36	47	25	6	14	8
61	35	50	31	11	8	0
76	40	51	22	17	10	0
77	48	48	16	23	11	2
78	39	59	20	13	8	0
81	39	51	29	13	8	0
82	40	55	10	17	15	3
87	35	74	14	6	6	0
93	40	50	27	17	8	3

3.3 Bewertung

Um beweiskräftig herauszufinden, ob überhaupt Abhängigkeiten zwischen Wasserchemismus und Diatomeen bestehen, wurde eine Einengung des untersuchten Diatomeenmaterials vorgenommen. Die Diatomeenarten, die in sehr vielen Proben festgestellt worden waren, also euryök sind, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Es sind diese:	In Zahl der Proben vorgekommen:
Meridion circulare AGARDH	77
Synedra ulna (Nitzsch.) EHRBG.	81
Achanthes lanceolata BRÉB.	60
Navicula viridula KÜTZ.	74
Pinnularia viridis (Nitzsch.) EHRBG.	65
Nitzschia linearis W. SMITH	73
Cymatopleura solea (Bréb.) W. SMITH	68

Diatomeenarten, die nur in wenigen Proben gefunden worden waren, wurden ebenfalls bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt, weil ein zu geringes zahlenmäßiges Vergleichsmaterial vorgelegen hätte. Nur die mittlere Gruppe, wo Diatomeenarten in den Häufigkeitsstufen 2 bis 4 vorkamen - 20 bis 60 % der untersuchten Proben - wurde in eine Auswertung mit einbezogen. Einige Diatomeenarten, die in bezug auf die wasserchemischen Untersuchungsergebnisse interessant zu sein scheinen, wurden jedoch in der weiteren Auswertung berücksichtigt.

Diese mit in die Auswertung einbezogenen Diatomeen-Arten der Häufigkeitsstufe 1 sind in Tabelle 2, Spalte 4, mit ++ gekennzeichnet. Wenn eine Diatomeenart in großer Häufigkeit auftritt (evtl. massenhaft), dürften die Lebensbedingungen in diesem Abschnitt des Fließgewässers optimal sein.

Das Einzelvorkommen einer Diatomeenart in Fließgewässern könnte durch ungünstige Voraussetzungen, durch zufälliges Hineinkommen oder Wasserstandsveränderungen verursacht sein.

Das Einzelvorkommen von Diatomeenarten könnte auch auf Spezialisten hinweisen, die nur unter spezifischen Bedingungen in Fließgewässern existent sein können, dann aber möglicherweise in großer Häufigkeit auftreten. (Die Art Campylodiscus noricus var. hibernica (Ehr.) Grun. könnte so ein Spezialist sein, sie wurde in die Bewertung mit aufgenommen.)

3.4 Diskussion

Eine Konzentrierung auf einen bestimmten Teil des untersuchten Diatomeenmaterials war notwendig, um aus der Vielzahl der Ergebnisse, sowohl bei den wasserchemischen wie auch floristischen Untersuchungen zu ermitteln, ob und welche Zusammenhänge zwischen dem Wasserchemismus und den vorhandenen Diatomeenarten und ihren Häufigkeiten bestehen. 32 Diatomeenarten wurden willkürlich zur Spezialauswertung ausgewählt (in der Tabelle 2 gekennzeichnet mit dem Merkmal + oder ++), wobei möglichst viele Diatomeenfamilien einbezogen wurden. Es war schon bei den Untersuchungen beobachtet worden, daß Diatomeenfamilien bestimmte wasserchemische Faktoren benötigen und dann aber artenspezifisch auftreten.

Für die 32 ausgewählten Diatomeenarten wurden nunmehr - für jede Diatomeenart und deren berücksichtigte Häufigkeitsstufe gesondert - aus den chemischen Untersuchungen Mittelwerte und aus diesen einzelnen chemischen Mittelwerten dann der Endmittelwert für die ausgewählte Diatomeenart errechnet. An Beispielen wird diese Endmittelwertberechnung erläutert.

Beispiel 1: Diatomeenart Gyrosigma acuminatum Auswertungszeichen = +

Gefunden in 30 Proben die Häufigkeit 1 = in 15 Proben (weggelassen)
die Häufigkeit 2 = in 4 Proben = bewertet
die Häufigkeit 3 = in 2 Proben = bewertet
die Häufigkeit 4 = in 8 Proben = bewertet
die Häufigkeit 5 = in 1 Probe = bewertet

Häufigkeitsergebnis für die Diatomee:

Gyrosigma acuminatum (Kütz)

Probe Nr.	pH Wert	Carb. Härte	Ges. Härte	NH_4 mg/l	NO_3 mg/l	SiO_2 mg/l	P_2O_5 mg/l	Cl mg/l	Häuf. Stuf.
55	7,4	5,5	9,0	0,1	14,0	7,0	4,0	40,0	2
73	8,0	8,0	11,5	0,1	18,0	9,0	1,6	80,0	2
81	7,4	5,0	8,0	0,4	5,0	18,0	3,0	30,0	2
89	8,5	7,5	13,5	2,0	25,0	9,0	5,0	60,0	2
Mittelwert	7,8	6,5	10,5	0,6	15,5	10,7	3,4	52,5	2
53	7,8	9,0	13,0	0,1	30,0	7,0	7,0	15,0	3
82	7,8	5,0	9,0	0,0	20,0	7,0	2,0	15,0	3
Mittelwert	7,8	7,0	11,0	0,0	25,0	7,0	4,5	15,0	3

32	7,4	7,5	10,0	0,0	25,0	5,0	2,5	3,0	4
46	7,0	7,0	10,5	0,0	11,0	8,0	4,0	25,0	4
59	7,4	4,0	7,0	0,1	12,0	6,0	0,8	8,0	4
74	7,9	6,0	9,5	0,1	16,0	6,0	0,3	80,0	4
76	7,3	4,0	7,5	0,0	8,0	7,0	0,2	40,0	4
77	7,8	4,0	7,0	0,0	12,0	3,0	0,8	40,0	4
80	7,8	6,5	14,0	0,1	30,0	10,0	8,0	50,0	4
83	7,8	6,0	9,5	0,1	25,0	8,0	1,0	20,0	4
Mittelwert	7,5	5,6	9,4	0,0	17,5	6,6	2,2	33,0	4
88	7,0	10,0	15,5	0,0	10,0	9,5	3,5	20,0	5

Zusammenstellung der Einzelmittelwerte

Mittelwerte	7,8	6,5	10,5	0,6	15,5	10,7	3,4	52,5	2
	7,8	7,0	11,0	0,0	25,0	7,0	4,5	15,0	3
	7,5	5,6	9,4	0,0	17,5	6,6	2,2	33,0	4
	7,0	10,0	15,5	0,0	10,0	9,5	3,5	20,0	5
Endmittelwert	7,5	7,3	11,6	0,2	17,0	6,8	3,4	25,1	

Beispiel 2: Diatomeenart Gomphonema parvulum Auswertungszeichen = ++

Gefunden in 9 Proben die Häufigkeit 1 = in 6 Proben = bewertet
die Häufigkeit 2 = in - Proben = entfällt
die Häufigkeit 3 = in 2 Proben = bewertet
die Häufigkeit 4 = in 1 Probe = bewertet

Häufigkeitsergebnis für die Diatomee:

Gomphonema parvulum (Kütz.) ++

Probe Nr.	pH Wert	Carb. Härte	Ges. Härte	NH_4 mg/l	NO_3 mg/l	SiO_2 mg/l	P_2O_5 mg/l	Cl mg/l	Häuf. Stuf.
29	7,4	3,5	6,0	0,0	20,0	6,0	2,0	3,0	1
75	7,5	3,5	6,5	0,0	10,0	8,0	0,3	30,0	1
81	7,4	5,0	8,0	0,4	5,0	18,0	3,0	30,0	1
87	8,4	9,0	16,0	0,0	16,0	8,0	0,3	90,0	1
94	7,3	4,5	9,5	0,1	18,0	8,0	2,0	40,0	1
95	7,2	6,0	9,0	0,5	19,0	6,0	k.W.	40,0	1
Mittelwert	7,5	5,3	9,1	0,1	14,7	9,0	1,5	39,0	1
86	7,8	8,5	13,0	0,0	18,0	9,0	3,0	60,0	3
89	8,5	7,5	13,5	2,0	25,0	9,0	5,0	60,0	3
Mittelwert	8,1	8,0	13,2	1,0	21,5	9,0	4,0	60,0	3
91	6,8	7,1	15,0	1,0	110,0	8,0	7,0	90,0	4

Zusammenstellung der Einzelmittelwerte:

Mittelwerte	7,5	5,3	9,1	0,1	14,7	9,0	1,5	39,0	1
	8,0	8,0	13,2	1,0	21,5	9,0	4,0	60,0	3
	6,8	7,1	15,0	1,0	110,0	8,0	7,0	90,0	4
Endmittelwert	7,5	6,5	12,4	0,7	49,0	8,7	4,2	63,0	

Beispiel 3: Diatomeenart Nitzschia spectabilis Auswertungszeichen = +

Gefunden in 44 Proben die Häufigkeit 1 = in 16 Proben = (weggelassen)
die Häufigkeit 2 = in 13 Proben = bewertet
die Häufigkeit 3 = in 9 Proben = bewertet
die Häufigkeit 4 = in 5 Proben = bewertet
die Häufigkeit 5 = in 1 Probe = bewertet

Häufigkeitsergebnis für die Diatomee:

Nitzschia spectabilis (Ehr.) Ralfs +

Probe Nr.	pH Wert	Carb. Härte	Ges. Härte	NH_4 mg/l	NO_3 mg/l	SiO_2 mg/l	P_2O_5 mg/l	Cl mg/l	Häuf. Stuf.
23	7,9	8,0	11,0	0,0	12,0	1,5	2,0	3,0	2
26	7,5	3,0	5,0	0,0	15,0	4,0	3,0	3,0	2
43	6,7	1,0	3,0	0,0	5,0	9,0	1,5	8,0	2
46	7,9	7,0	10,8	0,0	11,0	8,0	4,0	25,0	2
47	7,7	4,5	8,0	0,0	19,0	7,0	4,0	15,0	2
49	7,6	3,8	6,5	0,0	18,0	6,0	1,5	8,0	2
65	7,5	5,0	6,5	1,5	19,0	k.W.	1,0	20,0	2
75	7,5	3,5	6,5	0,0	10,0	8,0	0,3	30,0	2
76	7,3	4,0	7,5	0,0	8,0	7,0	0,2	40,0	2
86	7,8	8,5	13,0	0,0	18,0	9,0	3,0	60,0	2
89	8,5	7,8	13,5	2,0	25,0	9,0	5,0	60,0	2
91	6,8	7,1	15,0	1,0	110,0	8,0	7,0	90,0	2
95	7,2	6,0	9,0	0,5	19,0	6,0	k.W.	40,0	2
Mittelwert	7,5	5,3	8,8	0,4	22,0	6,8	2,6	31,0	2
22	7,7	3,0	6,0	0,0	18,0	2,5	4,0	4,0	3
42	7,2	4,0	5,0	0,0	5,0	20,0	1,0	10,0	3
58	8,5	8,0	10,0	1,5	30,0	6,0	10,0	40,0	3
80	7,8	6,5	14,0	0,1	30,0	10,0	8,0	50,0	3
81	7,4	5,0	8,0	0,4	5,0	18,0	3,0	30,0	3
82	7,8	5,0	9,0	0,0	20,0	7,0	2,0	15,0	3
87	8,4	9,0	16,0	0,0	16,0	8,0	0,3	90,0	3
88	7,0	10,0	15,5	0,0	10,0	9,5	3,5	20,0	3
94	7,3	4,5	9,5	0,1	18,0	8,0	2,0	40,0	3
Mittelwert	7,7	6,1	10,3	0,2	17,0	10,0	3,7	33,0	3
20	8,0	8,5	11,0	0,0	20,0	8,0	0,0	1,0	4
29	7,4	3,5	6,0	0,0	20,0	6,0	2,0	3,0	4
77	7,8	4,0	7,0	0,0	12,0	3,0	0,8	40,0	4
85	7,5	3,5	5,0	0,0	3,0	6,0	4,0	5,0	4
90	7,4	5,9	11,0	0,1	110,0	8,0	7,0	90,0	4
Mittelwert	7,7	5,0	8,0	0,0	33,0	6,2	2,7	28,0	4
83	7,6	6,0	9,5	0,1	25,0	8,0	1,0	20,0	5

Zusammenstellung der Einzelmittelwerte

Mittelwerte	7,5	5,3	8,0	0,4	22,0	6,8	2,6	31,0	2
	7,7	6,1	10,3	0,2	17,0	10,0	3,7	33,0	3
	7,7	5,0	8,0	0,0	33,0	6,2	2,7	28,0	4
	7,6	6,0	9,5	0,1	25,0	8,0	1,0	20,0	5
Endmittelwert	7,6	5,6	9,1	0,1	25,0	7,6	2,5	28,0	

Es wurden extreme Häufigkeitsergebnisse zur Erläuterung der Mittelwertberechnungen herangezogen. Nach dieser Mittelwertberechnungsmethode ist bei allen 32 Proben verfahren worden.

Alle ausgewählten 32 Diatomeenarten sind in der Tabelle 3 mit ihren Endmittelwerten zusammengefaßt worden.

Auf einige Zusammenhänge und Aussagen sei hier hingewiesen:

Nr. 2 = Diatoma vulgare
und
Nr. 4 = Diatoma hiemale
) weisen in allen chemischen Ergebnissen große Ähnlichkeiten auf, während

Nr. 3 = Diatoma anceps
stark von diesen Ergebnissen abweicht im pH-Wert, Carbonathärte, Gesamthärte, Nitrat, Chlorid.

Nr. 11 = Gyrosigma acuminatum
und
Nr. 12 = Gyrosigma kützingii
weisen in ihren Ergebnissen große Übereinstimmungen auf

Nr. 18 = Pinnularia lata
und
Nr. 19 = Pinnularia borealis
haben ebenfalls große Übereinstimmungen

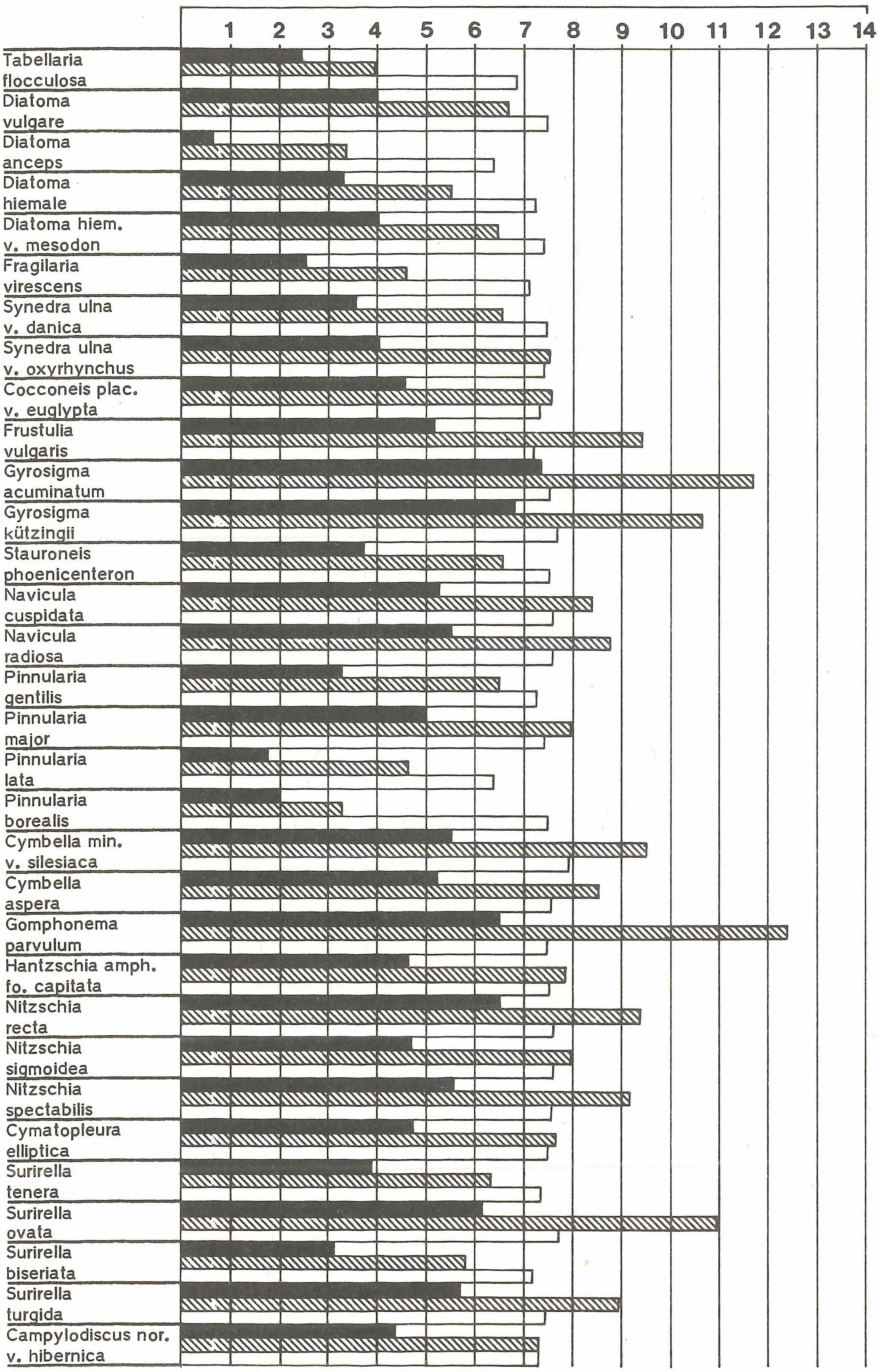
Nr. 22 = Gomphonema parvulum
ist in allen Analysenwerten ein Außenseiter

Nr. 29 = Surirella ovata
und
Nr. 31 = Surirella turgida
) zeigen in wasserchemischen Werten erhebliche Übereinstimmungen

Tabelle 3: Ermittelte wasserchemische Analysenwerte von 3 2 Proben für die ausgesuchten Diatomeenarten (Zahlenwerte)

Nr.	pH Wert	Carb. Härte	Ges. Härte	NO_3	SiO_2	P_2O_5	Cl	Diatomeenart	
1	6,8	2,4	3,9	11,0	8,3	1,3	12,3	Tabellaria flocculosa	
2	7,4	4,0	6,7	17,1	7,6	2,0	13,7	Diatoma vulgare	* gr. Ähnlichk.
3	6,4	0,6	3,3	6,6	5,8	11,7	17,0	Diatoma anceps	)
4	7,2	3,3	5,6	17,0	7,5	2,1	8,2	Diatoma hiemale	* gr. Ähnlichk.
5	7,4	4,0	6,3	10,0	7,5	4,6	11,3	Diatoma hiemale var.mesodon	
6	7,1	2,5	4,5	9,7	7,6	2,0	12,3	Fragilaria virescens	
7	7,4	3,6	6,5	14,3	5,8	2,8	14,0	Synedra ulna var. danica	
8	7,4	4,0	7,5	21,2	7,3	2,8	2,4	Synedra ulna var. oxyrhynchus	
9	7,3	4,6	7,6	20,0	7,8	3,5	17,5	Cocconeis placentula var. euglypta	
10	7,2	5,2	9,3	11,7	8,7	2,1	15,3	Frustulia vulgaris	
11	7,5	7,3	11,7	17,0	6,8	3,5	25,1	Gyrosigma acuminatum	* gr. Übereinst.)
12	7,6	6,8	10,7	23,1	7,9	2,3	22,5	Gyrosigma Kützingii	* gr. Übereinst.)
13	7,4	3,7	6,5	14,6	7,2	2,2	11,2	Stauroneis phönicenteron	
14	7,6	5,2	8,3	18,1	7,6	1,9	21,0	Navicula cuspidata	
15	7,5	5,5	8,8	17,8	7,1	2,8	17,5	Navicula radiosa	
16	7,2	3,2	6,5	11,8	7,9	1,6	29,0	Pinnularia gentilis	
17	7,4	5,0	7,9	17,0	5,8	1,6	18,0	Pinnularia maior	
18	6,4	1,75	4,7	13,8	6,5	2,8	7,0	Pinnularia lata	* gr. Übereinst.)
19	7,0	2,0	3,3	7,5	6,7	1,2	8,2	Pinnularia borealis	* gr. Übereinst.)
20	7,8	5,5	9,5	18,0	8,2	3,2	36,0	Cymbella minuta var. silesiaca	
21	7,5	5,2	8,5	12,5	5,3	2,0	14,0	Cymbella aspera	
22	7,5	6,5	12,4	49,0	8,7	4,2	63,0	Gomphonema parvulum	o Außenseiter
23	7,5	4,6	7,8	17,0	7,6	2,0	19,0	Hantzschia amphioxys var. capitata	
24	7,6	6,4	9,3	20,0	7,7	1,4	12,3	Nitzschia recta	
25	7,5	4,7	7,9	20,0	6,6	1,9	16,3	Nitzschia sigmoidea	
26	7,6	5,6	9,1	25,5	7,6	2,5	29,0	Nitzschia spectabilis	
27	7,5	4,8	7,7	15,6	7,2	2,2	26,0	Cymatopleura elliptica	
28	7,3	3,9	6,3	12,0	7,9	2,4	18,0	Surirella tenera	
29	7,7	6,1	10,9	19,0	8,6	2,6	31,0	Surirella ovata	* erh. Übereinst.
30	7,2	3,1	5,8	13,7	7,8	1,9	13,5	Surirella biseriata	)
31	7,4	5,6	8,9	14,0	8,7	2,5	31,5	Surirella turgida	* erh. Übereinst.
32	7,3	4,3	7,3	9,1	8,6	1,8	35,0	Campylodiscus noricus var. hibernica	

Tabelle 4: Gemittelte wasserchemische Analysenwerte von 32 Proben für Carbonathärten, Gesamthärten und pH-Werte.
Schwarzer Balken = Carbonathärte in DH°; schraffierter Balken = Gesamthärte in DH°;



Zur besseren Veranschaulichung wurden die Ergebnisse der Tabelle 3 in einem Säulendiagramm (Tabelle 4) dargestellt. Diese optische Darstellung hebt gegenüber der Tabellenaufstellung die stark unterschiedlichen Ergebnisse bei der Carbonathärte hervor, zu der die Werte der Gesamthärte in Beziehung stehen. Die pH-Werte geben keine bestimmende Aussage. Die Diatomeenarten benötigen die im Süßwasser gelösten Carbonate und Bicarbonate, sowie Silikate und weitere Salze der Gesamthärte.

Nach den ermittelten Wasseranalysenwerten wurden nun die Diatomeenarten nach den ansteigenden Carbonat-Werten in der Tabelle 5 neu geordnet, um zu erkennen, von welchen chemischen Faktoren die Diatomeenpopulationen abhängig sein könnten. Die Tabelle 5 beginnt mit dem Minimalwert von 0,6 DH° und endet mit einem Wert von 7,3 DH° für die Carbonat-Härte, während die Werte der Gesamthärtegrade von 3,3 DH° bis 12,4 DH° reichen. Zwischen den Analysenwerten der Carbonathärte und der Gesamthärte besteht eine gewisse Parallelität, wenn auch die absoluten Werte differieren. Die Numerierung der Tabelle 5 mußte dementsprechend geändert werden.

Tabelle 5: Ergebnisse der Tabelle 3 sind nach ansteigenden Carbonatwerten geordnet worden.

pH Wert	Carb. Härte	Ges. Härte	NO_3	SiO_2	P_2O_5	Cl	Diatomeenart
6,4	0,6	3,6	6,6	5,8	11,7	17,0	Diatoma anceps
6,4	1,75	4,4	13,8	6,5	2,8	7,0	Pinnularia lata
7,0	2,0	3,3	7,5	6,7	1,2	8,2	Pinnularia borealis
6,8	2,4	3,9	11,0	8,3	1,3	12,3	Tabellaria flocculosa
7,0	2,5	4,6	9,7	7,6	2,0	12,3	Fragilaria virescens
7,4	3,0	6,5	14,3	5,8	2,8	14,0	Synedra ulna. v. danica
7,2	3,1	5,8	13,7	7,8	1,9	13,5	Surirella biseriata
7,2	3,2	6,5	11,8	7,9	1,6	29,0	Pinnularia gentilis
7,2	3,3	5,6	17,0	7,5	2,1	8,2	Diatoma hiemale
7,4	3,7	6,5	14,6	7,2	2,2	11,2	Stauroneis phönicenteron
7,3	3,9	6,3	12,0	7,9	2,4	18,0	Surirella tenera
7,4	4,0	6,7	17,1	7,6	2,0	13,7	Diatoma vulgare
7,4	4,0	6,3	10,0	7,5	4,6	11,3	Diatoma hiemale var. mesodon
7,4	4,0	7,5	21,2	7,3	2,8	2,4	Synedra ulna v. oxyrhynchus
7,3	4,3	7,3	9,1	8,6	1,8	35,0	Campylodiscus noricus var. hibernica
7,3	4,6	7,6	20,0	7,8	3,5	17,5	Cocconeis placentula var. euglypta
7,5	4,6	7,8	17,0	7,6	2,0	19,5	Hantzschia amphioxys var. capitata
7,5	4,7	7,9	20,0	6,6	1,9	16,3	Nitzschia sigmoidea
7,5	4,8	7,7	15,6	7,2	2,2	26,0	Cymatopleura elliptica
7,4	5,0	7,9	17,0	5,8	1,6	18,0	Pinnularia maior
7,4	5,2	8,3	18,1	7,6	1,9	21,0	Navicula cuspidata
7,5	5,2	8,5	12,5	5,3	2,0	14,0	Cymbella aspera
7,2	5,2	9,3	11,7	8,7	2,1	15,3	Frustulia vulgaris
7,5	5,5	8,8	17,8	7,1	2,8	17,5	Navicula radiosa
7,8	5,5	9,5	18,0	8,2	3,2	36,0	Cymbella minuta var. silesiaca
7,6	5,6	9,1	25,5	7,6	2,5	29,0	Nitzschia spectabilis
7,4	5,6	8,9	14,0	8,7	2,5	31,5	Surirella turgida
7,7	6,1	10,9	19,0	8,6	2,6	31,0	Surirella ovata
7,6	6,4	9,3	20,0	7,7	1,4	12,3	Nitzschia recta
7,5	6,5	12,4	49,0	8,7	4,2	53,0	Gomphonema parvulum
7,6	6,8	10,7	23,1	7,9	2,3	22,5	Gyrosigma Kützingii
7,5	7,3	11,7	17,0	6,8	3,5	25,1	Gyrosigma acuminatum

Ohne Eliminationsmethode und Mittelwertberechnungen wären Ergebnisse nicht erkennbar geworden, denn die einflußausübenden Faktoren sind zu zahlreich. Dabei ist zu fragen, ob die Ruhr in ihrem gesamten Einzugsgebiet noch natürlich genug ist, um Erkenntnisse und Schlüsse zuzulassen. In den Quellgebieten ist die Frage zu bejahen, für die talwärts geflossene Ruhr sind aber die chemischen Veränderungen erheblich. Da aus früherer Zeit ähnliche großräumige Untersuchungen nicht vorliegen, können nur die derzeitigen Verhältnisse beurteilt werden.

In der C a r b o n a t - H ä r t e scheint ein maßgeblicher Faktor gefunden worden zu sein, der das unterschiedliche Vorkommen der Diatomeen nach Arten und Häufigkeiten bestimmt oder beeinflußt. Umgekehrt kann man dann aus dem Auftreten bestimmter Diatomeenarten Rückschlüsse auf die C a r b o n a t - H ä r t e in den Fließgewässern des Sauerlandes ziehen.

Tabelle 6 gibt für die ausgewählten 32 Diatomeenarten eine optische Darstellung, um die Zusammenhänge zwischen Carbonat-Härte, Gesamthärte und Diatomeenarten erkennbar zu machen, mit dem Ziel festzustellen, inwieweit Diatomeenarten als Bioindikatoren in Fließgewässern herangezogen werden können. Es zeichnen sich dabei in der Tabelle 6 Gruppen von Diatomeenarten ab.

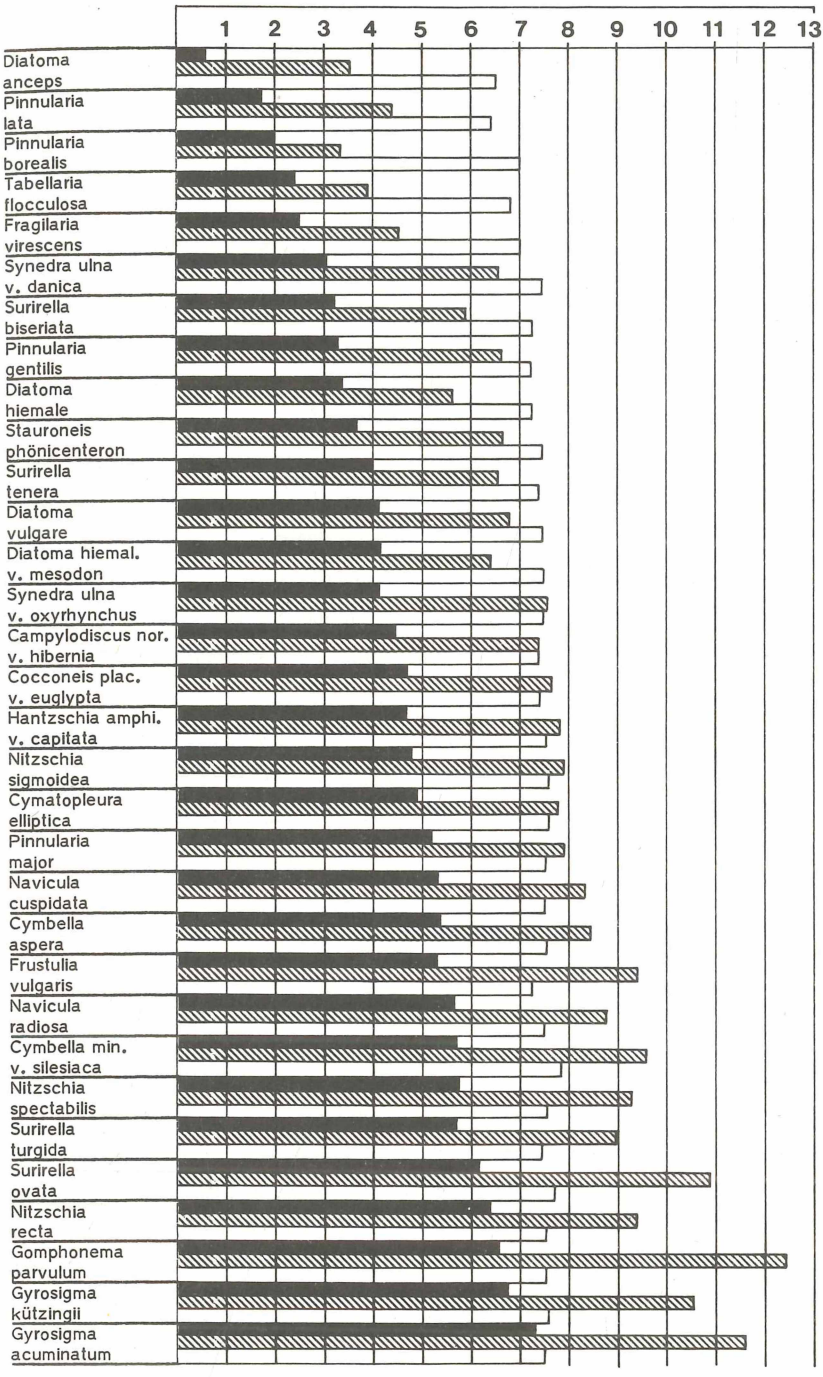
1. Mit geringer Carbonat-Härte (0,6 DH^{o}) = Diatoma anceps,
2. Mit wenig Carbonat-Härte (1,8 - 3,2 DH^{o}) = Pinnularien, Tabellarien,
3. Mit großer Carbonat-Härte von 4,8 - 7,3 DH^{o} = Gyrosigma- und Surirella-Arten.

Tabelle 6 vermittelt die Erkenntnis, daß die Carbonat-Härte noch mehr als die Gesamthärte für die Diatomeen-Populationen der ausschlaggebende Faktor ist. Es soll damit nicht ausgeschlossen sein, daß die anderen festgestellten Substanzen des Ruhrwassers, wie Gehalte an NO_3, P_2O_5 und Cl von Bedeutung für das Vorkommen spezifischer Diatomeenarten sind.

Festzustellen ist auch, daß das Vorkommen der Diatomeenarten Campylodiscus noricus, var. hibernica, Surirella turgida und Gyrosigma acuminatum von einem höheren Chloridgehalt des Ruhrwassers abhängig ist.

Diese Feststellungen sollen durch weitere Untersuchungen an Fließgewässern erhärtet werden, die an der Lenne und Volme im Sauerland, aber auch an Fließgewässern in Spanien und Schottland erfolgt sind (in Vorbereitung). Aus den untersuchten Ruhrgewässerstrecken ist somit zu erkennen, daß Wasser-Chemismus und festgestellte Diatomeenarten zueinander in enger Beziehung stehen.

Tabelle 6: Carbonathärte-Werte aus Tab. 5 in aufsteigender Folge geordnet. Zusätzlich wurden Gesamthärte und pH-Wert mit eingezeichnet.
Legende: Wie Tab. 4.



Aus gefundenen Diatomeenarten, ihrer Häufigkeit und ihrer Artenzusammensetzung können Rückschlüsse auf den Wasser-Chemismus gezogen werden, also könnten bestimmte Diatomeenarten Bioindikatoren von Gewässertypen sein.

4. Zusammenfassung

1. Vom Sauerland wurde die Ruhr mit ihrem Gesamtfließgewässergebiet von ca. 680 km von der Quelle bei Winterberg bis zur Einmündung in den Hengstey-Stausee wasserchemisch sowie auch biologisch auf Diatomeenarten untersucht.

2. Quellen, Bäche und Flüsse weisen erhebliche Unterschiede und Veränderungen in den wasserchemischen Ergebnissen auf, die am wenigsten durch natürliche Ursachen, sondern vor allem bedingt sind durch Abwässer der Industrie, der Ortschaften sowie landwirtschaftliche Düngemittel. Extreme Werte wurden bei Nitraten und Chloriden erreicht.

3. Bei den Untersuchungen von 87 Wasser- und biologischen Proben konnten 190 Diatomeenarten in verschieden großer Häufigkeit ermittelt werden. Artenzahl und Häufigkeit nehmen ruhrtalwärts zu. Neben euryöken Diatomeenarten wurden auch solche mit einer spezifischen Abstimmung auf den jeweiligen Wasser-Chemismus festgestellt.

4. 32 Diatomeenarten wurden einer Auswertung sowie Bewertung unterzogen. Mit Hilfe einer Eliminationsmethode und Mittelwertberechnung konnte eine zahlenmäßige Aussage über Zusammenhänge zwischen Wasser-Chemismus und Vorkommen von Diatomeenarten erreicht werden.

5. Das unterschiedliche Artenvorkommen von Diatomeen in Fließgewässern wird beeinflußt durch den Wasser-Chemismus und scheint vor allen Dingen von der Carbonat-Härte = Säurebindungsvermögen abhängig zu sein, auch die Gesamthärte ist von Bedeutung. Daneben sind die Nitrate und Chloride beeinflussende Faktoren für das Vorkommen bestimmter Diatomeenarten.

6. Es bedarf noch weiterer gleichartiger Untersuchungen von Fließgewässern, um die bisher festgestellten Ergebnisse zu bestätigen.

Besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. L. BENDA (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover), der die schwierige Aufgabenstellung gelenkt und geleitet hat und Hindernisse immer wieder zu überbrücken wußte, Herrn Dr. Josef MERKT, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover, der das Manuskript mehrfach kritisch durchgelesen und im Hinblick auf limnologische Probleme geprüft hat, Frau Dr. B. HICKEL, Max-Planck-Institut für Limnologie (Plön), für ihre Hilfe in der letzten Phase der Arbeit, Herrn Dipl.-Ing. A. SCHIMANSKI (Berlin), für seine Hilfe bei der Bestimmung der Diatomeen, Herrn Dr. K. KRAMMER, für seine Ratschläge in der Mikrophotographie und Präparatenerstellung und Herrn Wasserbau-Ing. P. SPRICK für seine Hilfe bei der Beschaffung statistischer Unterlagen und geographischen Kartenmaterials.

5. Literatur

BENDA, L. (1972): The Diatoms of the Moler - Formation of Denmark (Lower Eocene). A Preliminary Report. - Nov. Hedw. Beih. 39, Verl. J. Cramer, Lehre

BETHGE, H. (1930): Einige Fälle von Massenentwicklungen bei Diatomeen. - Ber. deutsch. bot. Ges. 1930, Heft 9, Berlin

BOCK, W. (1961): Diatomeen aus zwei Waldsümpfen i.d. Nähe von Würzburg, Mitteil. d. Naturw. Museums der Stadt Aschaffenburg 1930, Heft 9, Aschaffenburg

BUDDE, H. (1927): Die Algen der Bäche des Sauerlandes. - Verh. d. Naturhist. Ver. d. preuß. Rhl. u. Westf. 1927, 84. Jhrg., 181 - 212, Bonn

" (1928): Die Algenflora des sauerländischen Gebirgsbaches. Arch. f. Hydrobiol. 1928, Bd. 19, 433 - 520, Stuttgart

" (1942): Die Algenflora Westfalens und der angrenzenden Gebiete. Decheniana. Festschrift Bd. 101, A, B, 131 - 214, Bonn

CHOLNOKY, B. J. (1968): Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern. Verlag v. J. Cramer 1968, (3301 Lehre)

CLEVE-EULER, A. I - V. Die Diatomeen von Schweden und Finnland (1951 - 55): I - V. K. Sv. Vet. - Akad. Handl., 4, ser. 2 (1), 4, (1), 4, (5), 5 (4), 3 (3), Stockholm

CZENSNY, R. (1960): Wasser-, Abwasser- und Fischereichemie, VEB Verlag Technik, Berlin

FOGED, N. (1948): Diatoms in water - courses in Funen. - Dansk Botanisk Arkiv, 1948, Bd. 12, Kopenhagen

" (1951): The Diatoms Flora of some Danish springs. Natura Jutlandic. vol. 4, 1951 (Naturhist. Mus. Aarhus)

" (1954): On the Diatom Flora of some Funen lakes. - Fol. Limnolog. Scandinavica, No. 6, København

" (1963): The Diatom Flora in some Lakes in Djursland (East-Jutland), Natura Jutlandica, vol. 10, (Naturhist. Mus. Aarhus)

" (1968): The Freshwater Diatom Flora of the Varanger Peninsula, North Norway, - Acta Borealia, A. Scientia No. 25, (Troms Museum), Tromsø/Oslo.

" (1974): Freshwater Diatoms in Iceland. - Bibliotheca Phycolog. Bd. 15, Verl. J. Cramer, Lehre

" (1981): Diatoms in Alaska. - Bibliotheca Phycolog. Bd. 53, Verl. J. Cramer, Lehre

FRIEDRICH, G. (1973): Ökologische Untersuchungen an einem thermisch anomalen Fließgewässer. - Schriftenr. d. Landesanst. f. Gewässerk. - Gewässerschutz d. Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 33, Düsseldorf

GEITLER, L. (1932): Der Formenwechsel der pennaten Diatomeen, (Kieselalgen). Arch. f. Protistenk., Bd. 78, Verl. Fischer, Jena

HÄKANSSON, H. (1980): Diatoméundersökning I Kalixälvens mynningsområde. - University of Lund, Department of Quaternary Geology, Uppdrag 7, Lund/Schweden (viel Literatur)

HERBST (1979/80): Erforschung der chemischen, physikalischen und biologischen Reaktionen beim Zusammentreffen und Mischen von Werra- und Fulda-Wasser. Mitteil. aus d. Niedersächs. Wasseruntersuchungsamt Hildesheim (in print), Hildesheim

VAN HEURCK (1896): A treatise on the Diatomaceae. - Verl. William Wesley & Sohn, London 1896. (Reprint 1962), Cramer-Weinhein

GEBR. HEYL KG: Hinweise für die Wasseruntersuchung. - Gesellschaft für Analysentechnik, 3200 Hildesheim, Orleansstr. 75

HICKEL, B. (1980): Diatomeen: Leben im Kieselpanzer. - Bild der Wissenschaft., Jahrgg. 1980, 44 - 55, Stuttgart

HUSTEDT, F. (1909): Beiträge zur Algenflora von Bremen. III Bacillariaceen aus der Ochtum. Abh. Naturw. Ver. Bremen, 20 (1), 91 - 120, Bremen

" (1911): Beiträge zur Algenflora von Bremen. IV Bacillariaceen aus der Wumme. - Abh. Naturw. Ver. Bremen, 20 (2), 257 - 315, Bremen

" (1927): Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas, sowie der angrenzenden Meeresgebiete. - Rabenhorst L., Kryptogamen-Flora, Bd. VII, Teil 1 - 3, 1: XII + 920 S., Akad. Verlagsges. Leipzig (Reprint 1977), Koeltz-Königstein)

" (1930): Bacillariophyta (Diatomeae). - in: PASCHERS A. Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas, Bd. 10, 466 S., Verlag G. Fischer, Jena (Reprint 1976 Koeltz-Königstein)

" (1957): Die Diatomeenflora des Flußsystems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. - Abh. Naturw. Ver. Bremen, Bd. 34, 3 (Reprint 1976 Koeltz-Königstein)

" (1959): Die Diatomeenflora der Unterweser von der Lesummündung bis Bremerhaven mit Berücksichtigung des Unterlaufs der Hunte und der Geeste. - Veröff. Inst. f. Meeresforsch. Bremerhaven, Bd. 6

JÖRGENSEN, E. (1948): Diatom Communities in some Danish lakes and ponds. K. danske vidensk. Selsk., Biol. Sekr. 5 (2), 140 S., Kopenhagen

KANN, E. (1978): Systematik und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 53, Stuttgart, (viel Literatur)

KLUT & OLSZEWSKI, W. (1945): Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle, seine Beurteilung und Aufbereitung. Springer Verlag Berlin, 9. Auflage, Berlin

KOLBE, R. W. (1932): Grundlinie einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. Ergebn. Biol. 8, 221 - 348, Springer, Berlin

KRASSKE, G. (1925): Die Bacillariaceen - Vegetation Niederhessens. - Abh. Ber. Ver. Naturk. Cassel, 56: 1 - 119, Kassel 1925

LANGE-BERTALOT, H. u. DEWITZ, V. (1977): Differenzierung starker und übermäßig starker Abwasserbelastung im Main bei Frankfurt durch quantitative Analyse der Kieselalgenbesiedlung. - Gwf wasser/abwasser 118, H. 5, 1977

LANGE-BERTALOT, H. (1978): Diatomeen - Differentialarten anstelle von Leitformen - ein geeignetes Kriterium der Gewässerbelastung. Arch. Hydrobiol./Suppl. 51, 393 - 427, Stuttgart

" (1979): Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung. Arch. Hydrobiol./Suppl. 56, 184 - 219, Stuttgart

LANGE-BERTALOT, H. (1980): Kieselalgen als Indikatoren der Wasserqualität, Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 41, 97 - 110, Frankfurt

MAYER, A. (1940): Die Diatomeenflora Erlangens. - Denkschr. Bayr. Bot. Ges., Bd. 21, Neue Folge: 15. Bd., Regensburg

" (1943) und (1946): Die Diatomeenflora Mainfrankens und einiger angrenzender Gebiete. - Ber. naturw. Ver. Regensburg 1943, Denkschr. bayr. bot. Ges. Regensburg 22 (N.F. 16), 178 S., Regensburg

NEUMANN, H. (1979): Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften und das Selbstreinigungsvermögen von Fließgewässern. - Osnabrücker naturw. Mitt. 6, 123 - 161, Osnabrück

RAABE, H. (1951): Die Diatomeenflora der ostholsteinischen Fließgewässer. - Arch. Hydrobiologie, Bd. XLIV, 521 - 638, Stuttgart

REICHARDT, E. (1979): Diatomeen aus der Fossa Carolina. - Ber. Bayr. Bot. Ges., Bd. 50, 99 - 113, München

RICARD, M. (1977): Les peuplements de Diatomées des Lagons de l' Archipel de la société (Polynésie Francaise). - Rev. Algolog. Nouv. Série, Tome XII, Fasc., 3 - 4

SALDEN, N. (1978): Beiträge zur Ökologie der Diatomeen (Bacillarophyceae) des Süßwassers. Decheniana - Beih. 22, Bonn

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

SCHIMANSKI, H. (1973): Beitrag zur Diatomeenflora von Erlangen. Nova Hedwig. Bd. XXIV, 237 - 334, Lehre

" (1978): Beitrag zur Diatomeenflora des Frankenwaldes. - Nova Hedwigia, Bd. XXX, 537 - 633, Braunschweig

SCHLÜTER, M. (1956): Die Diatomeenflora des Naturschutzgebietes Strausberg. - Wiss. Zeitschr. d. Pädagog. Hochsch. Potsdam, Math.-Naturwiss. Reihe, Jgg. 2, H. 2, 231 - 253, Potsdam

" (1959): Neue Ergebnisse und Ergänzungen zur Diatomeen-Flora des Naturschutzgebietes Strausberg. - Wiss. Zeitschr. d. Pädagog. Hochsch. Potsdam, Math.-Naturw. Reihe, Jahrgg. 4, H. 2, 181 - 206, Potsdam

SCHMIDT, A. fortgesetzt von: SCHMIDT, M., FRICKE, F., MÜLLER, O., HEIDEN und HUSTEDT, F. (1874 - 1944): Atlas der Diatomeenkunde. - 4 Bd. Aschersleben - Leipzig

SCHWÖRBEL, J. (1971): Einführung in die Limnologie. - Verl. G. Fischer, Stuttgart

SPÄH, H. u. GERHARDT, A. (1979): Limnologische und saprobiologische Untersuchungen der Else und einige ihrer Nebenbäche. - 24 Ber. der naturwiss. Ver. Bielefeld, 411 - 456, Bielefeld

MÖLDER, K. und TYNNI, R. (1967): Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen I Compt. Rend. d. 1. Soc. géolog. d. Finnlands, No. XXXIX, 199 - 217

" : Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen II

" (1968): Bull. Geol. Soc. Finnland 40, 151 - 170

MÖLDER, K. und TYNNI, R.: Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen III

" (1969): Bull. Geol. Soc. Finland, 41, 235 - 251

" : Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen IV

" (1970): Bull. Geol. Soc. Finland, 42, 129 - 144

" : Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen V

" (1971): Bull. Geol. Soc. Finland, 43, 203 - 220

" : Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen VI

" (1972): Bull. Geol. Soc. Finland, 44, 141 - 159

" : Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen VII

" (1973): Bull. Geol. Soc. Finland, 45, 159 - 179

TYNNI, R. (1975): Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen VIII
Geological Survey of Finland, Bulletin 274, - Espoo

" (1976): Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen IX
Geological Survey of Finland, Bulletin 284, Espoo

" (1978): Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen X
Geological Survey of Finland, Bulletin 296, Espoo

" (1980): Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen XI
Geological Survey of Finland, Bulletin 312, Espoo

WUTHRICH, M. (1975): Les Diatomés, Contribution à la connaissance de la flore algologique du Parc National Suisse
Ergebn. d. wiss. Unters. i. Schweizer Nationalpark, Bd. XIV 72, Liestal

Manuskript eingegangen am 10. 1. 1983

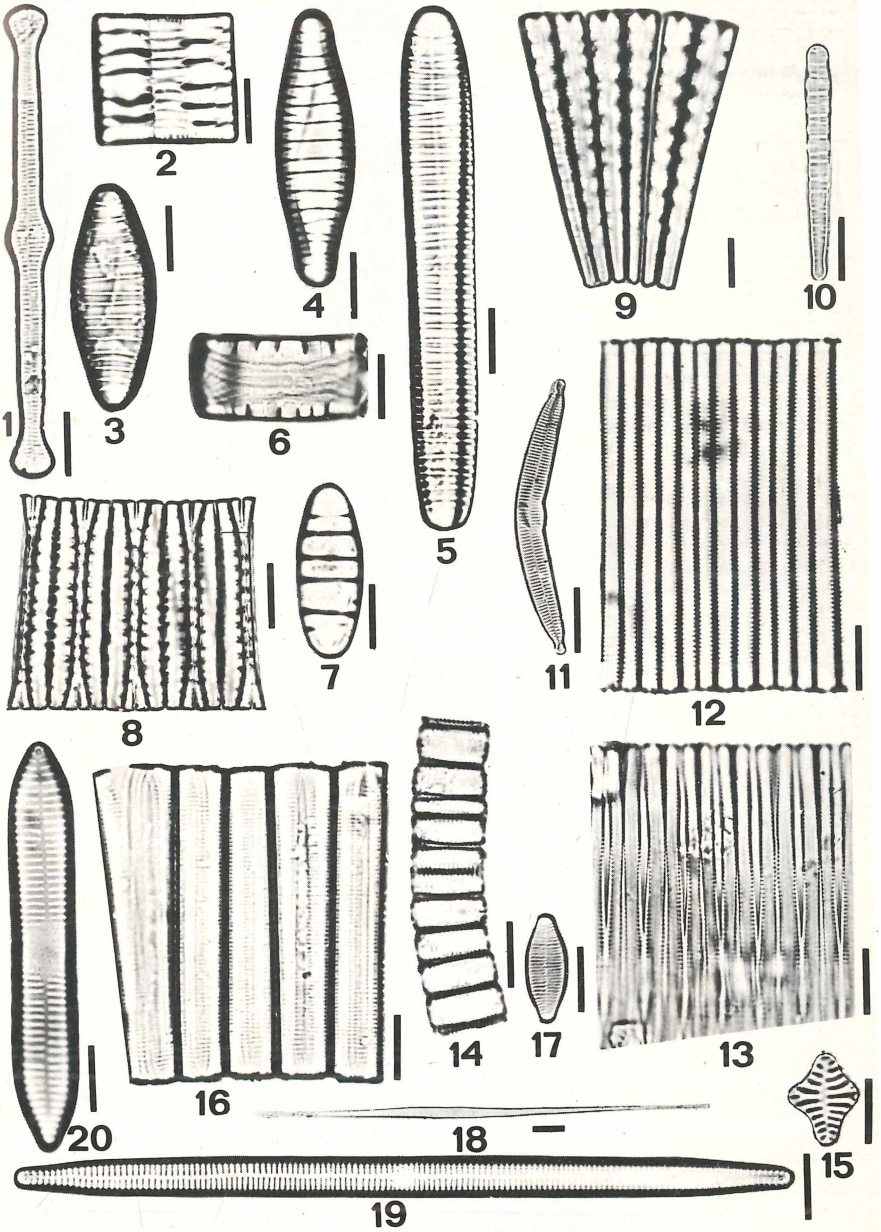
Anschrift des Verfassers: Dr. Dietrich HARTMANN
Gustav-Vorsteher-Str. 14
5802 Wetter/Ruhr

Erläuterung zu Tafel 1

Fig. Nr.		Breite/Länge in µm
1	Tabellaria fenestrata (LYNGB) KTZ.	7/74
2	Tabellaria flocculosa (ROTH) KTZ.	20/18
3	Diatoma vulgare (DE CAND) BORY Schale	11/32
4	Diatoma vulg. (DE CAND) v. prod. GRUN.	11/39
5	Diatoma vulg. (DE CAND) v. lin. GRUN.	13/80
6	Diatoma hiemale v. mesodon (EHRBG) GRUN.	11/25
7	Diatoma hiemale v. mesodon (EHRBG) GRUN.	9/25
8	Diatoma anceps (EHRBG) GRUN. Gürtel	8/28
9	Meridion circulare AGARDH Gürtel	7/55
10	Meridion circulare AGARDH Schale	4/40
11	Ceratoneis arcus KÜTZ.	5/40
12	Fragilaria capucina DESMAZIÈRES	3/51
13	Fragilaria crotonensis KITTON	3/68
14	Fragilaria construens (EHRBG) GRUN.	4/10
15	Fragilaria harrissonii W. SMITH	10/12
16	Fragilaria virescens RALFS Kette	8/45
17	Fragilaria virescens RALFS Schale	7/15
18	Synedra acus KÜTZ	4/154
19	Synedra ulna (NITZSCH) EHRBG.	5/117
20	Synedra ulna v. impressa HUST.	9/61

Der Maßstab neben den Figuren zeigt jeweils die Länge von 10 µm an.

Tafel 1

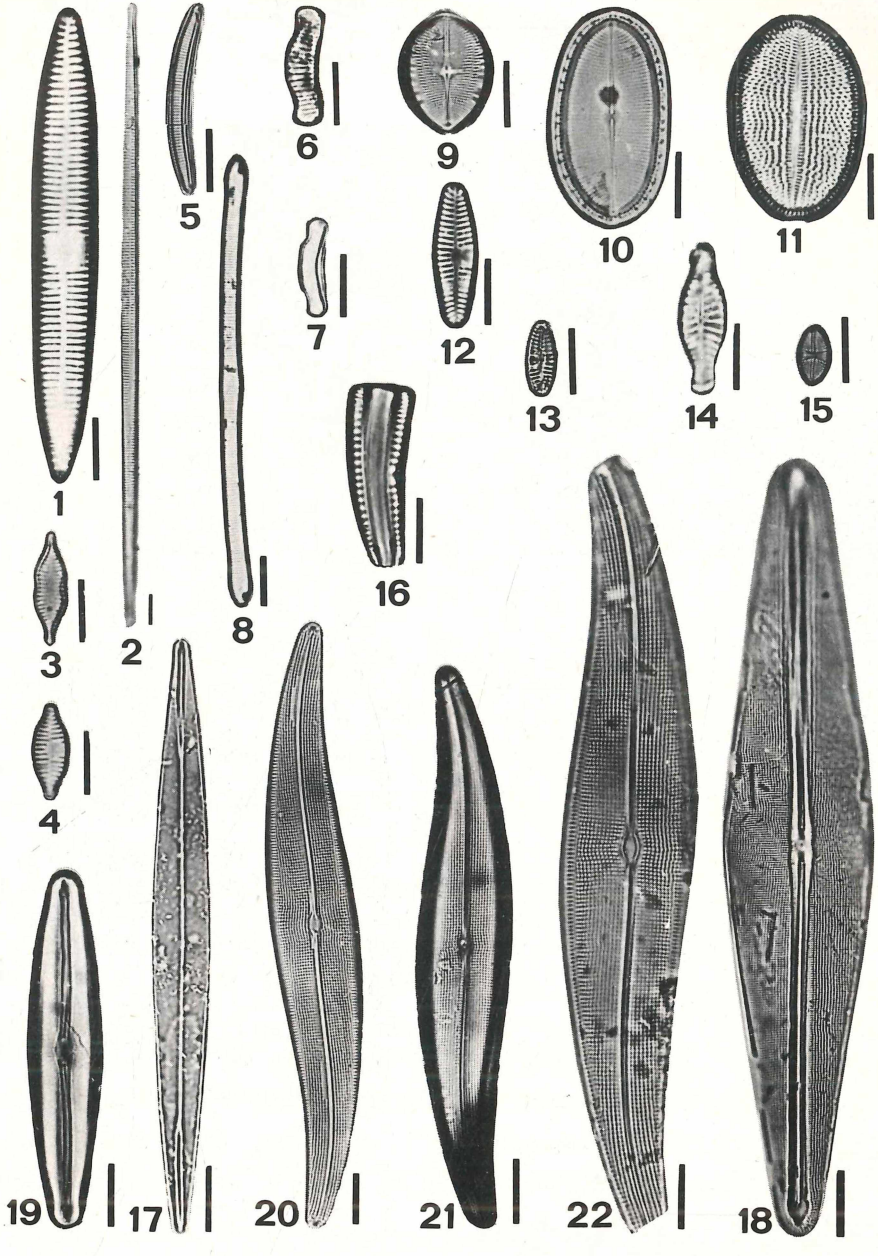


Erläuterung zu Tafel 2

Fig. Nr.		Breite/Länge in µm
1	Synedra ulna v. oxyrhynchus (KÜTZ)	10/69
2	Synedra ulna v. danica (KTZ) GRUN.	6/201
3	Synedra parasitica v. biconstr. GRUN.	5/16
4	Synedra Vaucheriae KÜTZ.	5/14
5	Eunotia lunaris v. subarcuata (NAEG.) (GRUN.)	3/28
6	Eunotia praerupta EHRBG.	5/18
7	Eunotia exigua (BRÉB.) GRUN.	3/13
8	Eunotia formica EHRB.	7/87
9	Cocconeis pediculus EHRBG.	12/16
10	Cocconeis placentula (EHRBG)	19/32
11	Cocconeis placentula v. euglypta (EHR.) (CLEVE)	21/30
12	Achnanthes lanceolata BRÉB.	8/20
13	Achnanthes lanceolata v. minor?	5/10
14	Achnanthes lanceolata v. capitata	9/20
15	Achnanthes Lutheri SCHIMANSKI II, 20 vgl. Literatur	6/9
16	Rhoicosphenia curvata (KÜTZ.) GRUN.	9/27
17	Amphipleura pellucida KÜTZ.	8/93
18	Frustulia rhomboides (EHR.) DE TONI	23/118
19	Frustulia vulgaris THWAITES	11/53
20	Gyrosigma acuminatum (KÜTZ.) RABH.	16/120
21	Gyrosigma Kützingii (GRUN.) CLEVE	13/84
22	Gyrosigma attenuatum (KÜTZ) RABH.	19/117

Der Maßstab neben den Figuren zeigt jeweils die Länge von 10 µm an.

Tafel 2

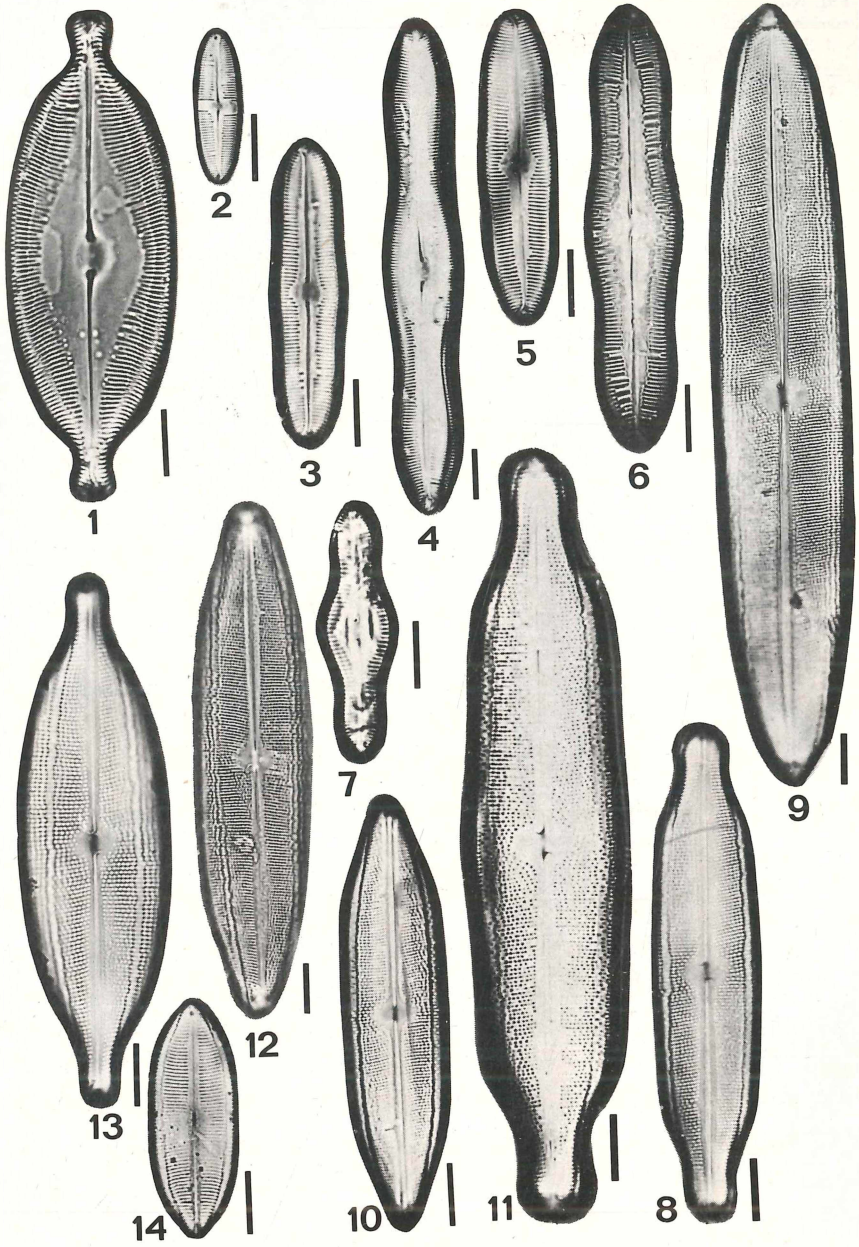


Erläuterung zu Tafel 3

Fig. Nr.		Breite/Länge in µm
1	Caloneis amphisbaena (BORY) CLEVE	24/78
2	Caloneis bacillum (GRUN.) MERESCHKOW.	7/23
3	Caloneis silicula (EHR.) CLEVE	11/50
4	Caloneis sil. v. gibberula (KTZ) GRUN.	16/97
5	Caloneis sil. v. truncatula GRUN.	11/48
6	Caloneis Schumanniana (GRUN) CLEVE	15/66
7	Caloneis Schum. v. biconstricta GRUN.	10/37
8	Neidium affine (EHR.) CLEVE	12/75
9	Neidium iridis (EHR.) CLEVE	22/159
10	Neidium iridis v. ampliata (EHR.) CLEV.	15/62
11	Neidium iridis f. undulata A. MAYER?	23/115
12	Neidium irid. v. amphigomphus (EHR.)V. HEURCK	21/104
13	Neidium productum (W. SMITH) CLEVE	21/78
14	Neidium dubium (EHR.) CLEVE	13/34

Der Maßstab neben den Figuren zeigt jeweils die Länge von 10 µm an.

Tafel 3

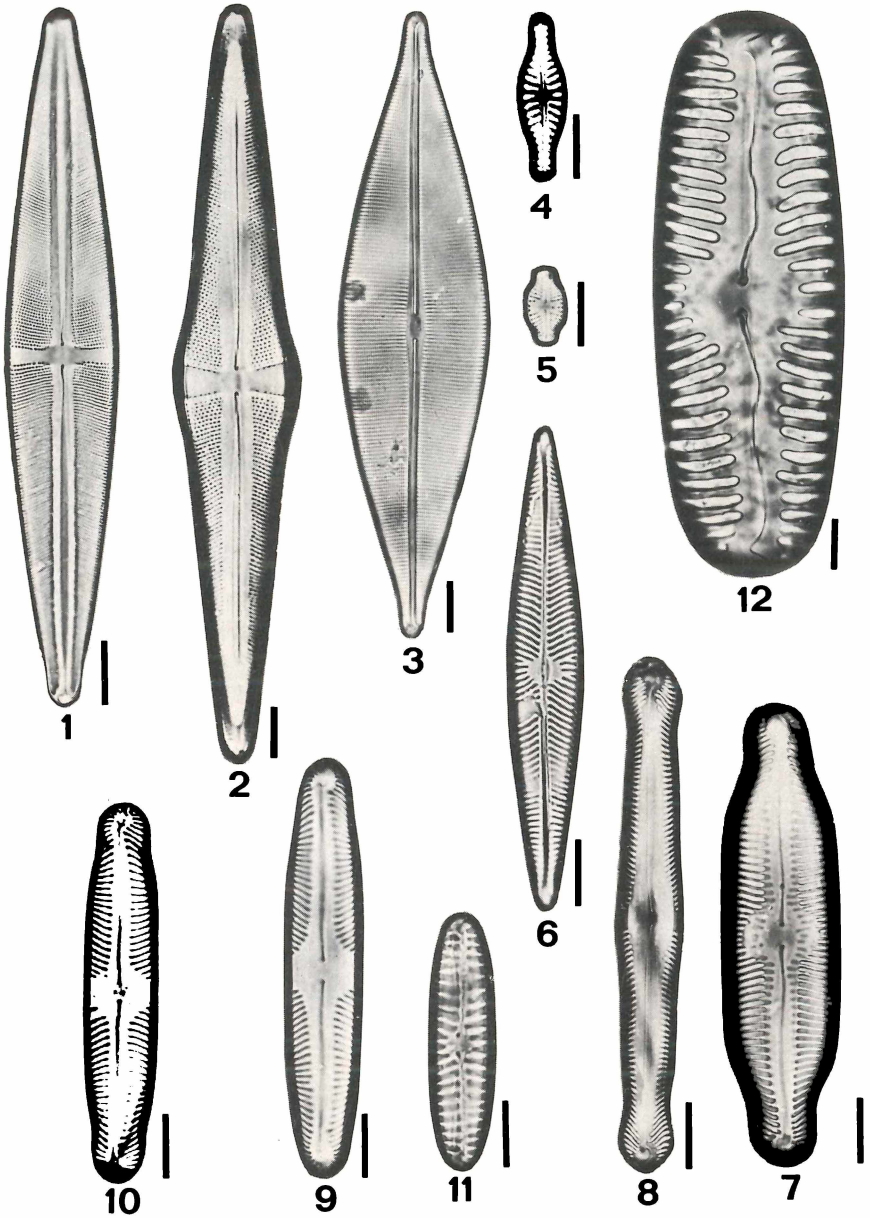


Erläuterung zu Tafel 4

Fig. Nr.		Breite/Länge in µm
1	Stauroneis phoenicenteron EHRBG.	16/101
2	Stauroneis acuta W. SMITH	22/145
3	Navicula cuspidata KÜTZ.	22/119
4	Navicula hungarica v. capitata (EHR.) CLEVE	8/25
5	Navicula mutica KÜTZ	6/11
6	Navicula radiosa KÜTZ.	12/75
7	Pinnularia interrupta W. SMITH	20/72
8	Pinnularia polyonca (BRÉB.) O. MÜLLER	12/80
9	Pinnularia microstauron (EHR.) CLEVE	12/65
10	Pinnularia legumen EHRBG.	10/57
11	Pinnularia borealis EHRBG.	9/37
12	Pinnularia lata (BRÉB.) W. SMITH	39/112

Der Maßstab neben den Figuren zeigt jeweils die Länge von 10 µm an.

Tafel 4

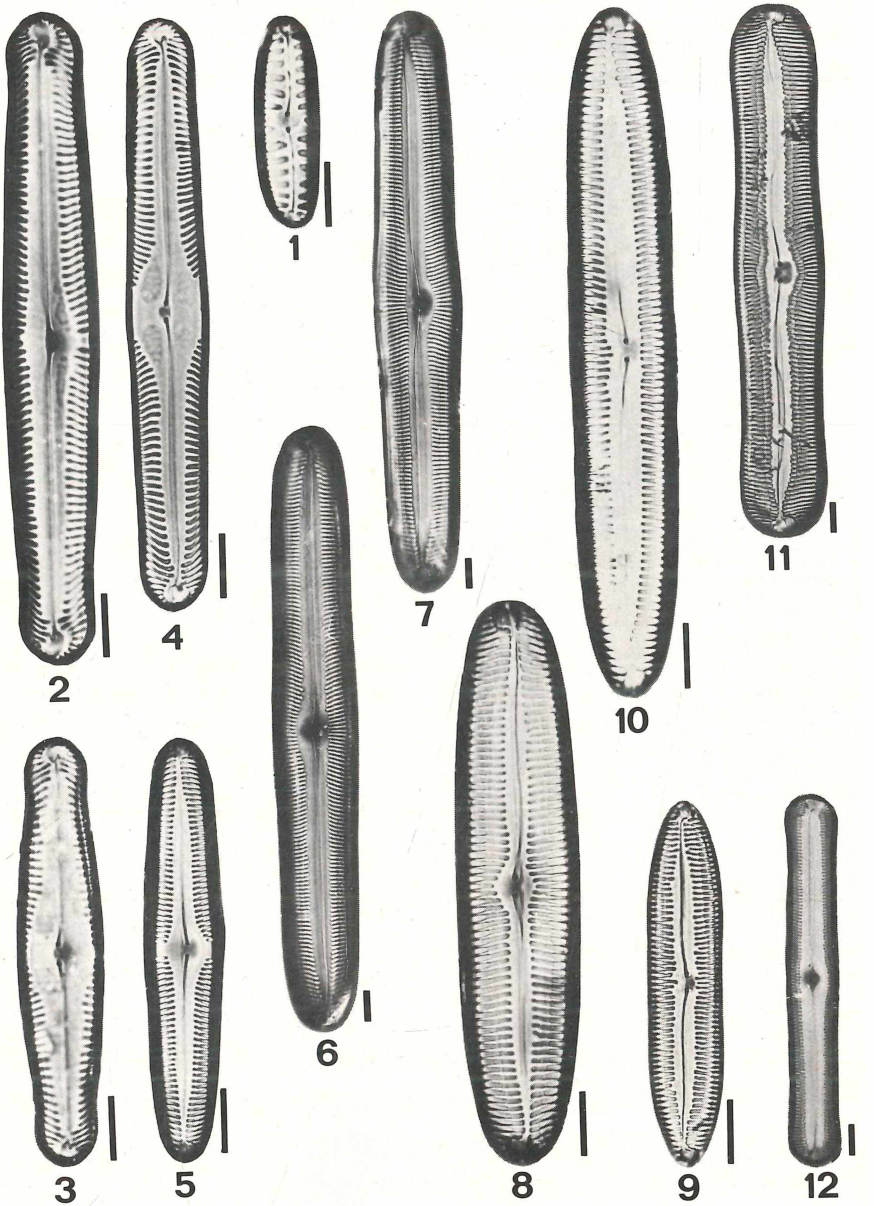


Erläuterung zu Tafel 5

Fig. Nr.		Breite/Länge in µm
1	Pinnularia borealis v. brevicostata HUST.	8/28
2	Pinnularia gibba EHRBG.	13/90
3	Pinnularia gibba v. parva (EHR.) GRUN.	14/70
4	Pinnularia gibba v. linearis HUST.	10/80
5	Pinnularia brevicostata (KTZ.) CLEVE	12/70
6	Pinnularia maior (KTZ.) CLEVE	30/230
7	Pinnularia maior v. transversa (KTZ.) CLEVE?	30/189
8	Pinnularia viridis (NITZSCH) EHRBG.	17/81
9	Pinnularia viridis v. sudetica (HILSE) HUST.	10/56
10	Pinnularia vir. v. intermedia CLEVE	16/103
11	Pinnularia gentilis (DONKIN) CLEVE	31/172
12	Pinnularia acrosphaeria BRÉBISSON	14/121

Der Maßstab neben den Figuren zeigt jeweils die Länge von 10 µm an.

Tafel 5

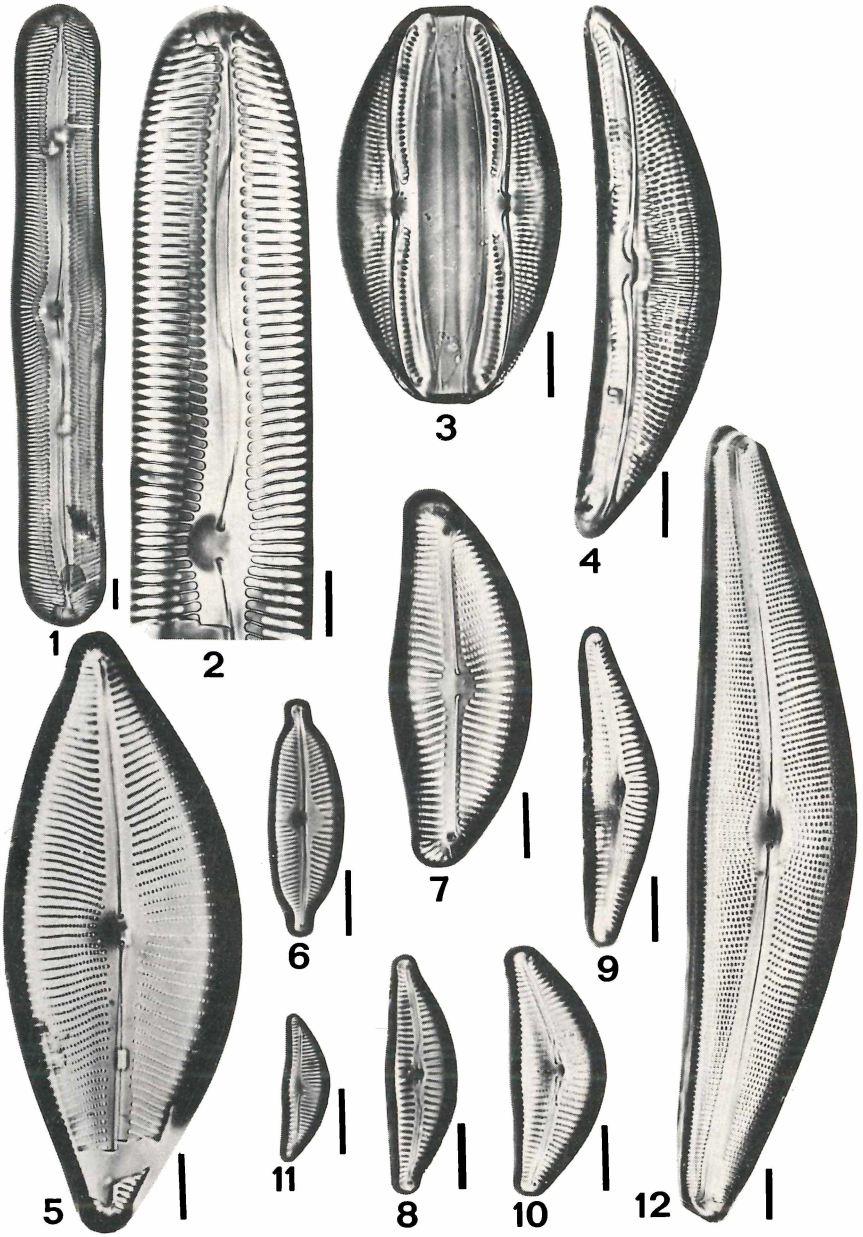


Erläuterung zu Tafel 6

Fig. Nr.		Breite/Länge in µm
1	Pinnularia nobilis EHRBG.	30/200
2	Pinnularia streptoraphe CLEVE 1/2	20/80
3	Amphora ovalis KÜTZ.	43/60
4	Amphora ovalis KÜTZ.	16/79
5	Cymbella ehrenbergii KÜTZ.	34/84
6	Cymbella naviculiformis AUERSWALD	11/34
7	Cymbella prostrata (BERKELY) CLEVE	24/58
8	Cymbella affinis KÜTZ.	11/35
9	Cymbella cymbiformis (AGARDH? KTZ.) VAN HEURCK	10/45
10	Cymbella cistula (HEMPRICH) GRUN.	13/35
11	Cymbella minuta (HILSE) v. silesiaca	7/22
12	Cymbella aspera (EHR.) CLEVE	32/150

Der Maßstab neben den Figuren zeigt jeweils die Länge von 10 µm an.

Tafel 6

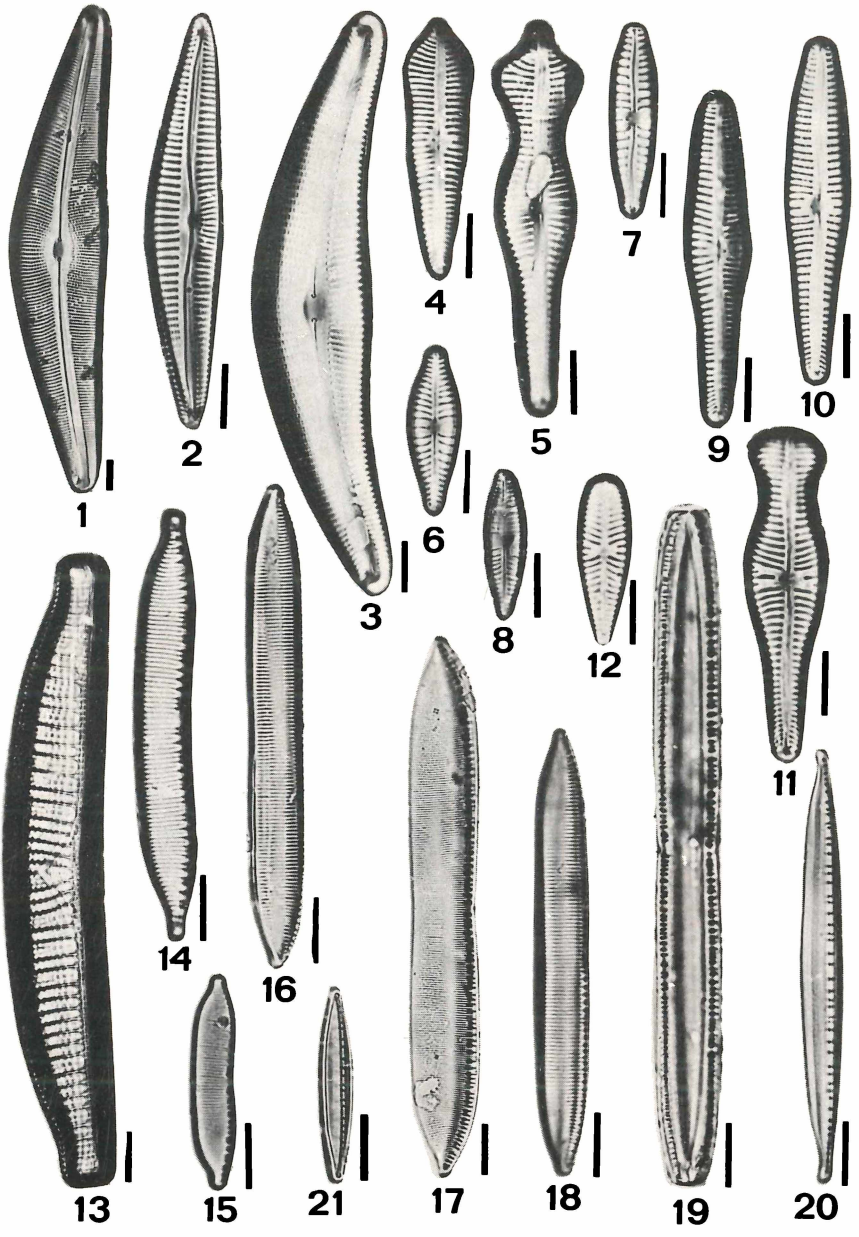


Erläuterung zu Tafel 7

Fig. Nr.		Breite/Länge in µm
1	Cymbella aspera (EHR.) CLEVE	35/168
2	Cymbella helvetica KÜTZ.	10/60
3	Cymbella lanceolata (EHR.) V. HEURCK	21/125
4	Gomphonema acuminatum EHRBG.	10/36
5	Gomphon. acuminat. v. coronata (EHR.) W. SMITH	11/57
6	Gomphonema parvulum (KTZ.) GRUN.	7/22
7	Gomphonema angustatum (KTZ.) RABH.	7/27
8	Gomphon. angust. v. producta GRUN. mit Stigma	7/21
9	Gomphonema intricatum KÜTZ.	9/48
10	Gomphonema lanceolatum EHRBG.	10/56
11	Gomphonema constrictum EHRBG.	12/46
12	Gomphonema olivaceum (LYNGBYE) KTZ.	7/23
13	Epithemia turgida v. granulata (EHR.) GPUNOW	15/95
14	Hantzschia amphi. for. capitata O. MÜLL.	8/76
15	Hantzschia virgata v. capitellata HUST.	6/28
16	Nitzschia hungarica GRUN.	8/79
17	Nitzschia dubia W. SMITH	13/103
18	Nitzschia commutata GRUN.	8/73
19	Nitzschia linearis W. SMITH	10/97
20	Nitzschia recta HANTZSCH	8/72
21	Nitzschia dissipata (KÜTZ.) GRUN.	4,5/27

Der Maßstab neben den Figuren zeigt jeweils die Länge von 10 µm an.

Tafel 7

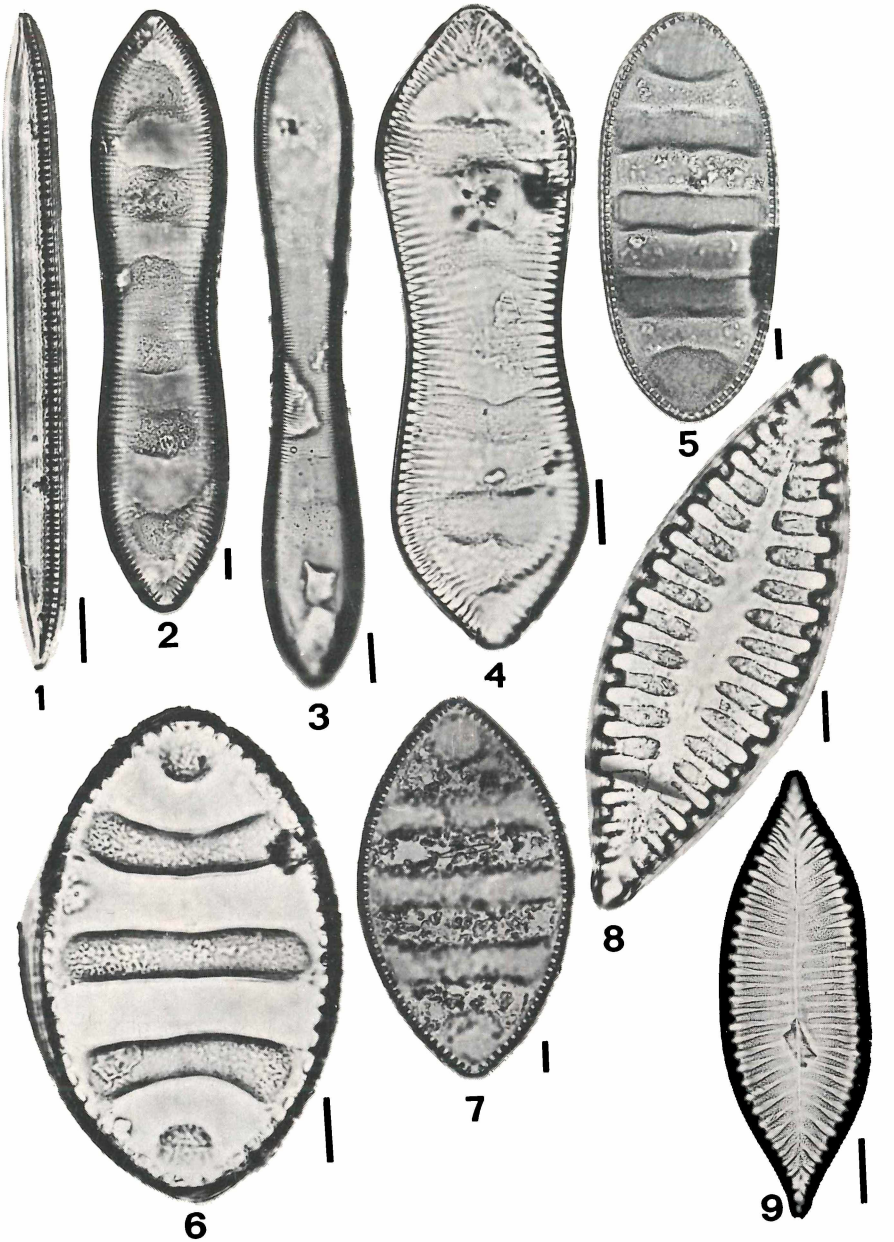


Erläuterung zu Tafel 8

Fig. Nr.	Breite/Länge in µm
1 Nitzschia recta HANTZSCH	7/105
2 Cymatopleura solea (BRÉB.) W. SMITH	64/200
3 Cymatopleura sol. v. gracilis GRUN.	60/59
4 Cymatopleura solea var. apiculata (W. SMITH) RALFS	20-25/85
5 Cymatopleura ellipt. v. constricta GRUN.	60/144
6 Cymatopleura elliptica (BRÉB.) W. SMITH	43/70
7 Cymatopleura elliptica var. nobilis HANTZ.	71/142
8 Surirella bis. v. bifrons (EHR.) HUST.	42/112
9 Surirella biseriata v. rostrata SCHULZ	22/65

Der Maßstab neben den Figuren zeigt jeweils die Länge von 10 µm an.

Tafel 8

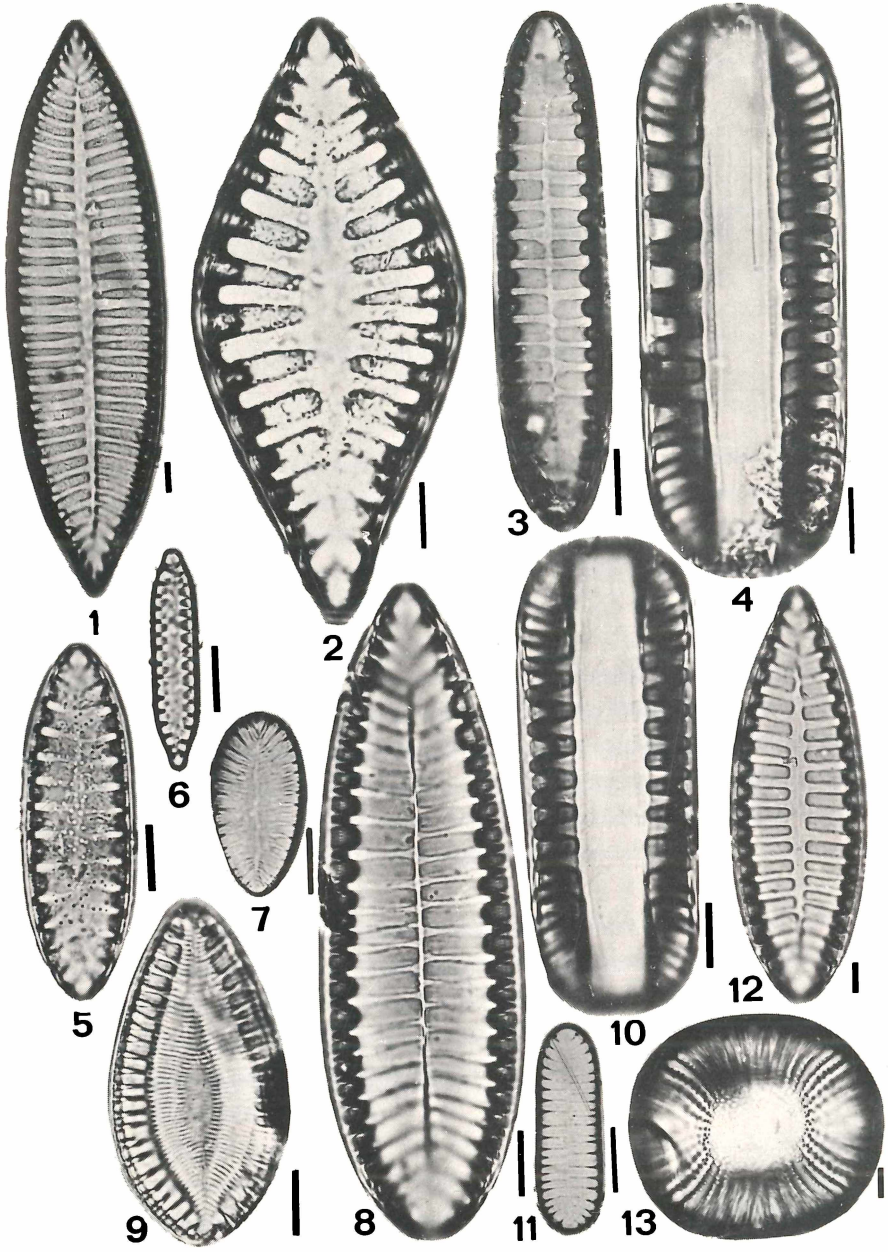


Erläuterung zu Tafel 9

Fig. Nr.		Breite/Länge in µm
1	Surirella biseriata BRÉBISSON	40/182
2	Surirella turgida SMITH	37/90
3	Surirella lin. W. SMITH	15/81
4	Surirella lin. W. SMITH, Gürtel	28/83
5	Surirella lin. var. helvetica (BRUN) MEISTER	17/53
6	Surirella angusta KÜTZ.	7/30
7	Surirella ovata KÜTZ.	12/29
8	Surirella tenera GREGORY	28/95
9	Surirella ovalis BRÉB.	22/46
10	Surirella elegans EHRB. (Gürtel)	27/67
11	Surirella ovata v. pinnata. W. SMITH	10/30
12	Surirella robusta v. splendida (EHRBG.) V. HEURCK	50/150
13	Campylodiscus noricus v. hibernica (EHRBG.) GRUNOW	-

Der Maßstab neben den Figuren zeigt jeweils die Länge von 10 µm an.

Tafel 9



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: 126

Autor(en)/Author(s): Hartmann Dietrich

Artikel/Article: Beziehungen zwischen der Diatomeen-Flora und dem Wasserchemismus in Fließgewässern des Sauerlandes. 1. Die Ruhr 91-135