

Untersuchungen im Bergsenkungsgewässer in Dortmund-Dorstfeld von Mai 1974 bis April 1975. Einflüsse des Chemismus auf die Zusammensetzung des Planktons

Manfred NOLL und Erich SAAKE, Dortmund

Ein Teil der untersuchten Gewässer wurde nach 1950 mit bislang nicht näher bestimmtem Haldenmaterial zugeschüttet, so daß zwei allerdings ungleich große Gewässerabschnitte entstanden. Näheres über die Topografie ist im ersten Untersuchungsbericht ausgeführt (NOLL & SAAKE, 1975).

Schon die ersten Ergebnisse deuteten besonders interessante Aspekte beim Vergleich beider Gewässerteile an. Weitergehende Schlußfolgerungen konnten aber erst nach ganzjähriger Untersuchung gezogen werden. Limnologische Untersuchungen mit ähnlicher Thematik erfolgten lediglich in Gipsgewässern der Ostalpen, Bergwerksabwässern in Kanada und an Auslaugungswässern aus dem Unterstrom von Halden (FARKASDI, 1969). Ein Vergleich ist aber in allen Fällen nicht möglich.

Methodik

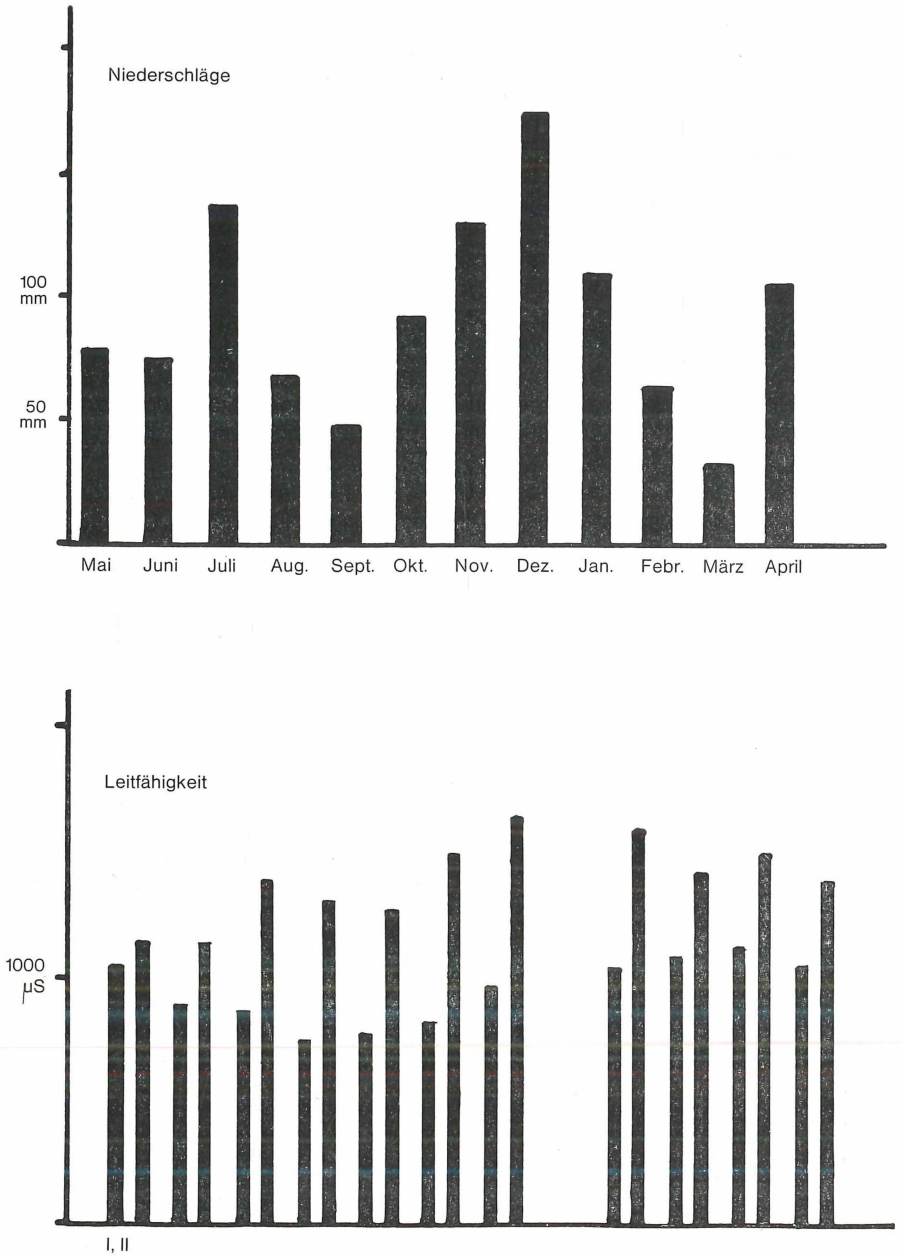
Das methodische Vorgehen wurde schon 1975 ausführlich dargestellt. Auch dieses Mal erfolgte die quantitative biologische Auswertung nach der Methode von UTERMÖHL. Hierbei und bei der Lebenduntersuchung des Planktons wurde die Sammlung der Fotografien der wichtigsten Organismen vervollständigt.

Die chemischen Untersuchungen führten dankenswerterweise wieder die hydrologische Abteilung der DORTMUNDER STADTWERKE AG und das INSTITUT für WASSERFORSCHUNG durch. Ergänzt wurden die Untersuchungen neben den schon im ersten Bericht dargestellten durch die titrimetrische Bestimmung der 5-Tage-Zehrung.

Chemismus und seine Bedeutung

Die chemischen Resultate von 1975 stellten schon die Bedeutung der Auswaschung durch Niederschläge für den Chemismus des Gewässers heraus. Auch die vergleichenden Untersuchungen der Folgezeit bestätigen diesen Zusammenhang: die chemischen Kenndaten des Wassers werden eindeutig bestimmt durch die Beschaffenheit des Haldenmaterials, das den Untergrund und die Umgebung bildet. Gilt dies beson-

Abb. 1: Abhängigkeit der Leitfähigkeit von vorausgegangenen Niederschlägen



ders für die abgetrennte Bucht II, so ergeben sich im Vergleich dazu charakteristische Unterschiede zum Hauptgewässer I (Abb. 1). Dementsprechend liegt der Schluß nahe, daß der Untergrund des Hauptgewässers kein Haldenmaterial darstellt, oder aber das Material eine gänzlich andere Zusammensetzung haben muß.

Die Gesamthärte und die Ionen, aus denen sich die Gesamthärte zusammensetzt, zeigen eine gravierende Zunahme bis zum November (Tab. 1). Daraus wird deutlich, daß der wesentliche Bestandteil der ausgewaschenen Stoffe Sulfate sind. Das Sulfat ist damit einer der Faktoren, die dem Chemismus des Gewässers seine Besonderheit verleihen.

Ebenfalls überdurchschnittlich hoch, aber weniger auffallend als Sulfat sind die Chloride. Bedeutsam ist die Tatsache, daß Kalium in größerer Menge vorhanden ist als Natrium.

Das Kalium-Natrium-Verhältnis läßt nämlich nach HÖLL (1970) Rückschlüsse auf die Herkunft einer möglichen Verunreinigung zu. Überwiegt Natrium, so liegen häusliche Abwässereinflüsse vor, bei der Vorherrschaft von Kalium eher anorganische Auswemmungen.

Es kann somit auch von dieser Seite eine Abwasserbeeinflussung des Gewässers ausgeschlossen werden und die Hypothese, es handele sich um anorganische Auswaschungsprodukte, als wahrscheinlich angesehen werden.

Nach einem kontinuierlichen Anstieg der Gesamthärte bis Ende Dezember liegen die Werte im Winter und beginnenden Frühjahr allgemein hoch, allerdings mit nur schwer zu interpretierenden Schwankungen.

Auch für die ganzjährige Betrachtung gilt das Überwiegen der Salze im Wasser der Bucht, während im Hauptgewässer der Anteil geringer wird. Neben oben genannter Vermutung ist dafür auch die Verdünnung im größeren Wasserkörper eine Ursache.

Von ähnlicher Bedeutung wie das ausgewaschene Sulfat ist nicht nur für den Chemismus, sondern auch für die biologische Besiedlung der Gehalt an Schwermetallen. Schon immer gab die Wasserfarbe der Bucht einen klaren Hinweis auf erhebliche Mengen an Eisen. Auch hier bekräftigt die Jahresentwicklung die gestellte Vermutung. Die Schwankungen sind aber wesentlich größer als im ersten Untersuchungsabschnitt. Dies ist sicherlich auf den unterschiedlichen chemischen Zustand des Eisens in Abhängigkeit vom pH-Wert, O_2 -Gehalt und eventuell sogar auf flockungsfördernde Substanzen unbekannter Art zurückzuführen. Es ist deshalb durchaus möglich, daß mit der Wasserprobe nicht die volle Menge des wirklich eingetragenen Eisens erfaßt wurde. Für die Biologie spielt dies allerdings keine Rolle, denn nur die chemisch erfaßbare Eisenmenge entfaltet eine primäre Wirkung.

Auf die Erfassung weiterer Schwermetalle neben Eisen und Mangan wurde infolge des hohen Aufwandes verzichtet. Bei einer einmaligen Probe wurde noch Kupfer in Spuren gefunden.

Die bisher erwähnten Ionen beeinflussten den Gang der Besiedlung, NO_3 , PO_4 und SiO_2 sind zudem aber mehr oder weniger essentielle Nährstoffe für die typischen Vertreter des Pelagials eines stehenden Gewässers.

Die Abhängigkeit von der Auswaschung wird besonders deutlich beim Phosphat und Silikat. Silikat, ein typisches Eluat von Haldenmaterial, ist ein wichtiger Aufbaustoff für Kieselalgen. In der stark beeinflussten Bucht steht es im allgemeinen im Übermaß zur Verfügung. Mit einsetzendem Kieselalgenwachstum wird es aber sowohl in der Bucht wie im großen Weiher verbraucht. Im Herbst dagegen sinkt die Silikatmenge allerdings – trotz zahlreicher Kieselalgenbesiedlung – nicht im erwarteten Maße ab. Es besteht aber die Möglichkeit, daß der Verbrauch deshalb nicht so gravierend hervortritt, weil die Auswaschung infolge großer Niederschlagsmengen das Angebot an Silikat fortlaufend vergrößerte. Dadurch konnte eventuell eine natürliche Tendenz überdeckt werden. Steht auch genügend Silizium zur Verfügung, so wirkt es sich doch nicht negativ aus.

Gleiche Beobachtungen sind beim Phosphat, allgemein als Pflanzennährstoff anzusprechen, zu machen. Auch der Phosphathaushalt ist von der Auslaugung und damit von den Niederschlagsverhältnissen abhängig. Dies bedingte, daß im Sommer außerordentlich große Mengen zur Verfügung standen. Nach VOLLENWEIDER (1968) sind 0,02 mg P im Frühjahr die Gewähr für ein Algenwachstum. Das heißt, die relativ geringen Mengen im Frühjahr bieten schon eine Garantie für ein Algenwachstum, verstärkt durch den sommerlichen Anstieg der Phosphate. Nach VOLLENWEIDER (1968) schlägt sich das Wachstum der Algen im Absinken der Karbonathärte nieder. Dies trifft auch für Dorstfeld zu, vergleicht man die Sommer- und Frühjahrswerte 1974/75. Somit wird zugleich das erstaunliche Verhältnis von Karbonat- und Gesamthärte im Jahresverlauf erhellt. Phosphat ist also sicherlich nicht Minimumfaktor. Dies trifft eher zu gewissen Zeiten für den Stickstoffgehalt zu.

Im Frühjahr und Sommer genügt der Stickstoffgehalt den Bedingungen einer Algenentwicklung. Der Nitratgehalt ist zwar außer im Winter vergleichsweise sehr niedrig,

Tab. 1: Chemische Kenndaten

	Mai		Juni		Juli		Augu
	I	II	I	II	I	II	I
Temperatur °C	18,5	17,0	22,0	20,3	17,5	17,0	19,5
pH	8,41	7,84					8,71
Chlorid mg/l	40	45	40	50	36,0	44,0	33,0
Sulfat mg/l	204,2	221,2	174,2	183,8	208,5	219,1	182,8
Phosphat mg/l	0,1	0,1	0,02	0,07	0,05	0,14	0,18
Silikat mg/l	2,3	20,4	1,9	26,3	2,1	25,5	4,1
Nitrat mg/l	0,3	0,2	0,2	0,2	0,17	0,3	0,2
Nitrit mg/l	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,05	0,02
Ammonium mg/l	0,23	0,59	0,15	0,36	0,17	0,34	0,17
Calcium mg/l	203,0	328,0	155,0	327,5			150,0
Magnesium mg/l	40,0	35,9	38,3	38,0			38,5
Ges. härte d. Hgr.	37,6	54,2	30,5	54,9			29,9
Härte temp. d. Hgr.	–	–	4,2	27,2			5,1
Härte permanent d. Hgr.	–	–	26,3	27,7			24,8
Eisen mg/l	0,19	1,25	0,24	2,34	0,17	0,17	0,15
Mangan mg/l	0,15	0,48	0,09	1,08	1,55	1,32	
Kalium mg/l	11,3	9,39	7,56	6,30	6,30	5,83	5,67
Natrium mg/l	27,0	34,7	29,0	38,0	25,7	32,8	26,0
Permang. Verbr. mg/l	25,9	49,3	23,1	58,7	21,8	72,7	22,8
Leitfähigkeit μ S, 20° C	1121	1158	914	1160	838	1425	784
Sauerstoff mg/l	11,08	9,75	18,17	7,53	11,33	8,05	12,33

I = Hauptgewässer II = Bucht

dafür sind aber die Ammonium- und Nitritmengen recht hoch. Letzteres ist sicherlich wieder eine Folge der Untergrundauslaugung. Ein Anstieg ist ab Januar bei NO_3 , NO_2 und NH_4 zu beobachten. Die genauen Zusammenhänge zwischen diesen drei Formen des Stickstoffvorkommens sind nur schwer zu erklären.

Ausgehend von den allgemeinen Verhältnis:szahlen der Grundstoffe im Cytoplasma liegen optimale Lebensbedingungen bei einem Verhältnis von 16 N : 1 P vor. Im untersuchten Bergsenkungsgewässer ergaben sich, wie erwähnt, zeitweilig höhere Phosphatwerte als Nitratwerte. Auf Grund des Phosphatangebotes könnte also das Algenwachstum intensiver, als zu beobachten, sein. Daraus ist zu schließen, daß das Nitrat in diesem Fall das Wachstum beschränkt, also Minimumfaktor ist.

Die pH-Werte liegen im Hauptgewässer erheblich höher als in der Bucht. Dementsprechend umgekehrt verhalten sich die Kohlendioxid-Gehalte. Allerdings ist die CO_2 -Bestimmung unter den gegebenen Bedingungen, nämlich der starken Einfärbung des Wassers durch Eisen, problematisch.

Auch die Sauerstoffgehalte bieten keine Überraschungen. Sie sind selbstverständlich im weniger verunreinigten Hauptteil höher und die O_2 -Zehrung in 5 Tagen ist in der Bucht oft extrem hoch. Dies ist sicherlich auf die hohe organische Verunreinigung, die sich in den Werten des KMnO_4 -Verbrauchs ausdrückt, zurückzuführen.

Das Plankton

Zwischen Chemismus und Plankton bestehen sehr auffällige Zusammenhänge. Die relativ niedrigen pH-Werte bedingen, daß die Geißelalgen über den größten Teil des Jahres vor allem in der Bucht eine große Rolle spielen. Die in Dorstfeld beobachteten *Trachelomonas*-Species können als eindeutige Eisenzeiger angesprochen

	September		Oktober		November		Januar		Februar		März		April	
	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
	17,2	8,0	8,0	7,5	7,5	6,0	7,0	0,0	0,0	4,0	4,0	11,0	11,0	
1	7,60	8,46	7,70	7,75	7,58	7,88	7,62	8,22	7,49	7,74	7,73	8,0	7,77	
	47,0	33,0	44,0	34,0	45,0	33,0	41,0	36,0	39,0	34,0	40,0	33,0	38,0	
	195,3	179,9	181,9	302,4	465,6	203,3	214,0	220,1	283,4	206,2	212,1	164,5	166,7	
2	0,09	0,15	0,16	0,22	0,08	0,29	0,31	0,06	0,04	0,33	0,10	0,11	0,26	
	23,9	40,0	25,2	6,7	29,7	14,2	22,1	9,2	14,7	47,0	12,3	1,3	8,5	
	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	4,9	2,4	1,2	3,2	0,7	0,3	0,2	2,8	
2	0,02	0,02	0,06	0,04	0,1	0,05	0,18	0,05	0,1	0,39	0,06	0,03	0,12	
3	0,7	0,22	0,37	0,19	3,63	0,02	1,75	0,22	1,04	0,26	0,89	0,24	0,68	
	285,0	115,0	300,0	122,5	372,5	205,0	340,0	182,5	267,5	247,5	325,0	175,0	265,0	
	36,5	34,5	35,5	32,5	38,0	31,0	34,0	34,0	34,25	42,0	37,5	35,5	35,0	
	48,3	24,0	50,1	24,6	60,9	35,8	55,4	33,4	45,3	44,3	54,1	32,7	45,2	
	29,4	5,9	33,5	9,5	28,0	14,3	24,6	14,8	21,0	16,2	24,1	15,7	22,4	
	18,9	18,1	16,6	15,1	32,9	21,5	30,8	18,6	24,3	28,1	30,0	17,0	22,8	
3	2,86	0,045	0,92	0,21	1,16	0,2	1,2	0,088	0,71	0,65	4,88	0,24	2,30	
r	0,74	—	—	0,09	1,88	0,06	1,16	0,132	1,0	0,22	1,18	0,172	0,64	
4	6,95	6,55	8,28	9,0	13,4	11,0	19,2	10,9	12,0	11,6	12,6	10,2	11,4	
	35,7	25,7	32,4	24,0	33,1	22,5	34,1	23,7	28,5	18,6	30,0	23,6	28,6	
	65,7	17,4	93,0	28,7	62,2	29,7	48,0	36,2	41,2	33,7	93,6	41,7	63,2	
	1290	760	1227	942	1665	1090	1612	1112	1385	1168	1470	1067	1374	
	9,46	15,23	6,99	15,19	6,43	14,45	77,33	18,0	6,46	17,93	14,01	16,7	14,75	

werden. Sie lagern in ihrer Körperbedeckung Eisen ab, wobei allerdings noch ungeklärt ist, ob dieses Eisendepot für den Stoffwechsel der Individuen eine Rolle spielt. *Trachelomonas volvocina* (Abb. 4) dominiert im Sommer und Herbst zahlenmäßig eindeutig, während *Trachelomonas hispida* im Frühjahr im Hauptgewässer stärker auftritt als in der Bucht. Nur zu einem Probetermin wurde *Trachelomonas oblonga* vereinzelt gefunden.

Die bedeutendsten Vertreter der Geißelalgen sind *Cryptomonas* und *Chilomonas*. *Gonium sociale* (Abb. 6) fiel nur im Frühjahr 1974 durch eine Massenentwicklung auf. *Chilomonas* hat ihre Hauptentwicklung im Sommer, während *Cryptomonas* im Herbst stärker hervortritt. In geringer Zahl, doch im Gesamtbild immer auffallend waren die *Euglena*-Species. *Peridinium umbonatum* (Abb. 5) war der einzige Flagellat, der bevorzugt im Hauptgewässer vorkam. Einen großen Anteil am Plankton haben in beiden Teilen der Gewässer farblose Geißelalgen von weniger als 20 μ Größe. Diese allgemein als μ -Algen bezeichneten Individuen haben während des ganzen Jahres einen erheblichen Anteil an der Stoffwechselleistung. Sie dürfen also nicht außer acht gelassen werden.

Neben der Geißelalgenentwicklung ist im Herbst ein Anstieg der Blaualgen, vor allem *Anabaena constricta* (Abb. 3) zu erwähnen. Dies ist bei dem herrschenden geringen Stickstoffangebot erstaunlich.

Im Frühjahr bestimmt eine stärkere Entwicklung von Kieselalgen das Bild des Hauptgewässers. Es sind vor allem *Stephanodiscus hantzschii*, *Diatoma*-, *Fragilaria*- und *Tabellaria*-Species, die hervortreten. Große Mengen entwickelt daneben noch die nicht rein planktische *Nitzschia acicularis*. Die Anzahl der Arten wie die Individuenzahlen lassen die Kieselalgen zu der zweitgrößten Gruppe der Hauptvertreter des Planktons im Frühjahr werden. Zwar können auch Kieselalgen in ihrer Schale unter Extrembedingungen Schwermetalle einlagern, inwieweit das aber in diesem Fall

		Aug.		Sept.		Okt.		Nov.		Jan.		Febr.		März		April	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Nematoda Crustacea Copepoda	<i>Keratella cochlearis</i> (GOSSE)	+		+													
	<i>Notholca accuminata</i> (EHRENBERG)				+			+									
	gen. sp. indet.				+					+							
	Naupliuslarven	+		+	+			+		+				+			+
	<i>Diaptomus</i> spec. (WESTWOOD)									+					+		
	<i>Cyclops</i> spec. (O. F. MÜLLER)				+												
	Ostracoda gen. spec.				+												

I = Hauptgewässer II = Bucht + Vorkommen bis 10 000 ++ Vorkommen über 10 000/L

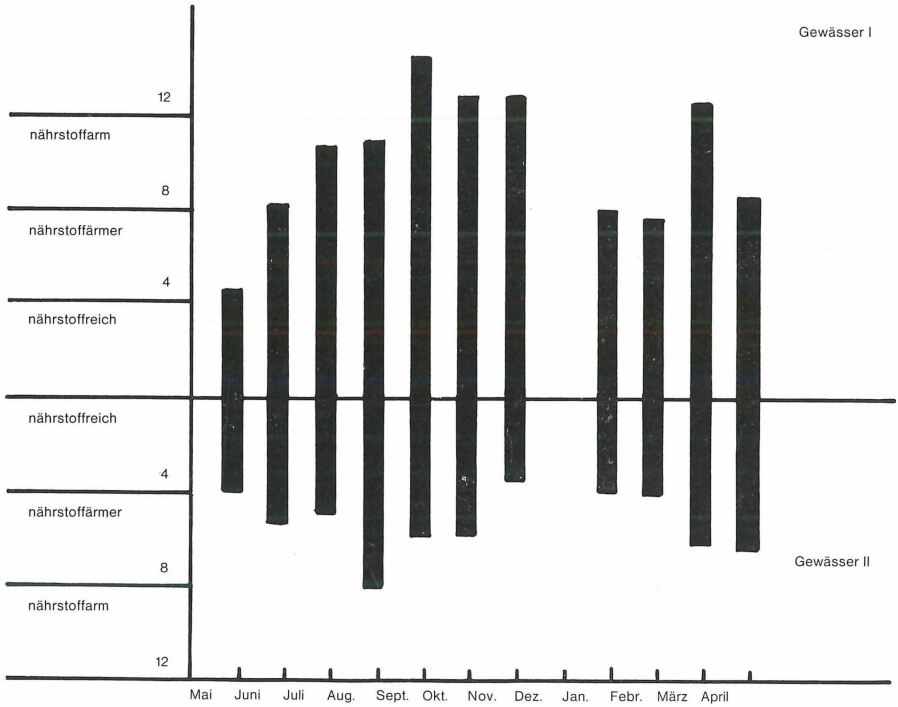
gegeben ist, kann nicht entschieden werden. Einige Untersuchungen haben allerdings gezeigt, daß hier keine Eiseneinlagerung vorliegt.

Außer einem Massenvorkommen von *Ankistrodesmus acicularis* (Abb. 7) im Spätwinter werden Grünalgen fast immer nur vereinzelt gefunden. *Ankistrodesmus* ist eine typische Frühjahrsform, die fast noch unter der Eisdecke bei der ersten intensiven Sonneneinstrahlung zur Entwicklung kommt. Daneben kann die Form auch in

Tabelle 3: Planktonmassenwechsel im Jahresverlauf

	Hauptgewässer	Bucht	
Probe 1: Mai 1974	YYqqqQ:VVVVSSS	SSQqqq	
Probe 2: Juni 1974	CC//lqqQQVVV	SSSVVVQQQqqq//	
Probe 3: Juli 1974	C.../YY;lqqQQQUVVVV	VVVUUUQQQqqq/	
Probe 4: August 1974	CCC...//YYYllqqQQQUUSS	UUQQQQqqqqq/CCC	
Probe 5: September 1974	CCCC...//lllqqQQQUUSSS	QQQQqqqqqYY//	
Probe 6: Oktober 1974	CCCC...//YYlllqqqQQQUUSSS	QQQqqqq//C	
Probe 7: November 1974	CCC...//YYYlllqqqQQQUUSSSS	QQqqqCC	
Probe 8: Januar 1975	..//YYli:QQSSS	QQqq	
Probe 9: Februar 1975	///YYYYYlllSSSS	SSSSllYYYY/	
Probe 10: März 1975	CC...//YYYYYlllqqqQQUSSSSS	QQqqllYYYYCC	
Probe 11: April 1975//YYYYYlllqqqQQQU:SSSSS	SSSSSQQQqqqYYYY//....	
<i>Anabaena constricta</i> (GEITLER)	CCCC	<i>Fragilaria crotonensis</i> (KITTON)	llll
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> (GRUNOW)		<i>Fragilaria virescens</i> (RALFS)	llll
<i>Synedra ulna</i> (EHRENBERG)	llll	<i>Trachelomonas hispida</i> (STEIN)	qqqq
<i>Diatoma elongatum</i> (AGARDH)	YYYY	<i>Trachelomonas volvocina</i> (EHRB.)	QQQQ
<i>Diatoma vulgare</i> (De BORY)	YYYY	<i>Peridinium umbonatum</i> (STEIN)	UUUU
		<i>Dinobryon sociale</i> (EHRENBERG)	VVVV
		<i>Ankistrodesmus acicularis</i> (BREISSON)	SSSS

Abb. 2: Einordnung der Gewässer nach dem GLEASON-Index



signifikanten Häufigkeiten zu anderen Jahreszeiten vorkommen. *Scenedesmus*-, *Tetraedron*- und *Crucigenia*-Species erreichen nur verschwindend geringe Zahlen, größere Formen wie *Pediastrum* fehlen fast ganz.

In seiner Gesamtheit kann das Phytoplankton beider Gewässerabschnitte als typisch für einen mesotrophen Teich bezeichnet werden. Deutliche Unterschiede bestehen dagegen in der Arten- und Individuenvielfalt. Der in Tabelle 3 dargestellte Massenwechsel zwischen Bucht und Hauptgewässer ist auffallend. In Abhängigkeit von den extremen Bedingungen – dem Schwermetallgehalt – bestimmen nur wenige Arten in geringerer Zahl das Planktonbild. Zu bestimmten Zeiten dominieren sogar nur einzelne Arten.

Der Weihercharakter des Gewässers wird durch das Zooplankton (Tabelle 2) noch mehr als durch das Phytoplankton unterstrichen. Krebse sind selten, lediglich kleinere Rädertiere sind häufiger. Es treten vor allem *Polyarthra*, *Rhinoglena* (Abb. 8) und *Keratella quadrata* auf.

Zusammenfassung

Bei gemeinsamer Betrachtung der chemischen Faktoren und der Planktonbesiedlung läßt sich feststellen, daß hoher Sulfatgehalt bei zusätzlicher Belastung durch Schwermetalle (Fe, Mn) im Chemismus Extrembedingungen schaffen. Hinzu kommt ein ungewöhnliches Verhältnis von N:P, so daß N offenbar Minimumfaktor wird. Dies bewirkt am Ort der direkten Auswaschung, in der Bucht, eine eingeschränkte Planktonentwicklung. Dies äußert sich in hoher Individuenzahl weniger Charakterarten. Man könnte nach der Teichtypenlehre WEIMANNs (1942) von eingeschränkten mesotrophen Verhältnissen sprechen.

Die Verschiebung des mesotrophen Bildes durch die Überlagerung von mesotrophem Bild und chemischen Extremfaktoren kann man durch den GLEASON-Index: $d = \frac{S - 1}{\ln N}$ (S = Gesamtartenzahl, N = Gesamtindividuenzahl) verdeutlichen (Abb. 2). Nach den Zahlen des GLEASON-Index herrschen in dem Hauptgewässer die Verhältnisse eines nährstoffarmen Gewässers. Nur im Frühjahr und im Herbst sinkt der Index unter 9. Dies kann verschiedene Ursachen haben. Am nächstliegenden ist aber die Erklärung durch die erhöhten Niederschläge, die eine stärkere Auswaschung verursachen und damit auch einen höheren Eintrag vor allem von Phosphat und organischer Substanz bedingen.

Dagegen zeigt die Bucht den Aspekt eines nährstoffreichen oder zumindest schwach eutrophen Gewässers. Für die Artenverarmung ist allerdings auch noch der Schwermetallfaktor verantwortlich. Doch muß festgestellt werden, daß der Stickstoff weniger stark im Minimum steht als im Hauptgewässer. Der Jahresgang beider Gewässerabschnitte ist ähnlich, was auf die Niederschlagsverhältnisse zurückzuführen ist (Auswaschungseffekt).

Die Gegenüberstellung von Hauptteil und Bucht erlaubt den Schluß, daß die Beeinträchtigung der Lebenswelt durch die chemischen Faktoren nur in Grenzen wirksam wird. Dies läßt sich damit erklären, daß mit der Entfernung vom Ort der unmittelbaren Beeinflussung die chemischen Bedingungen weniger zum Tragen kommen, weil die Bucht Pufferwirkung ausübt.

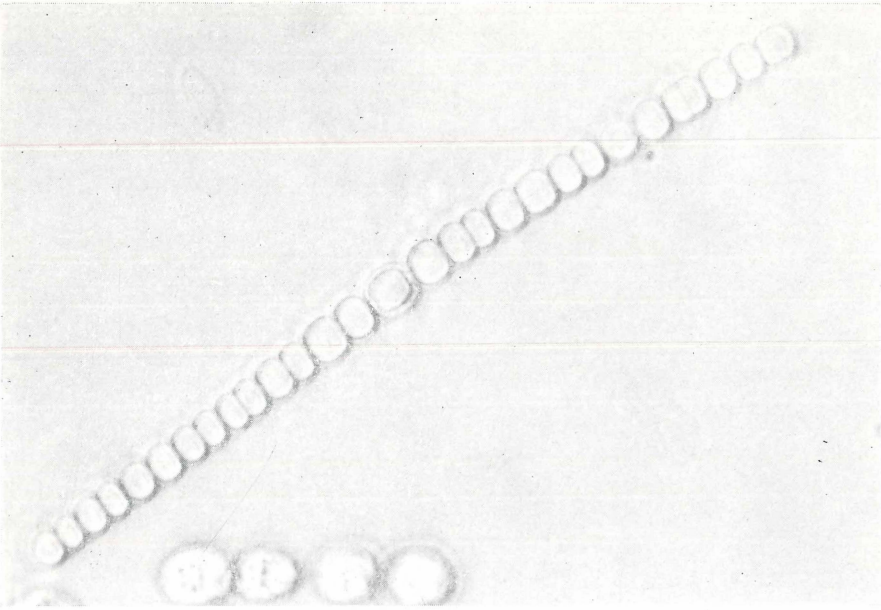
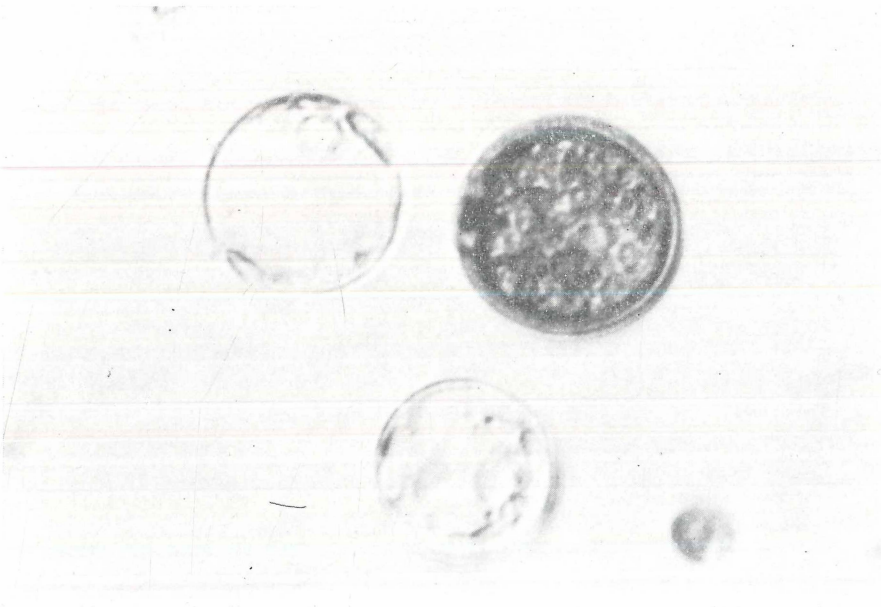


Abb. 3: *Anabaena constricta* (GEITLER), Vergr. 570x.

Abb. 4: *Trachelomonas volvocina* (EHRENBERG), *Stephanodiscus hantzschii* (GRUNOW), Vergr. 570x.



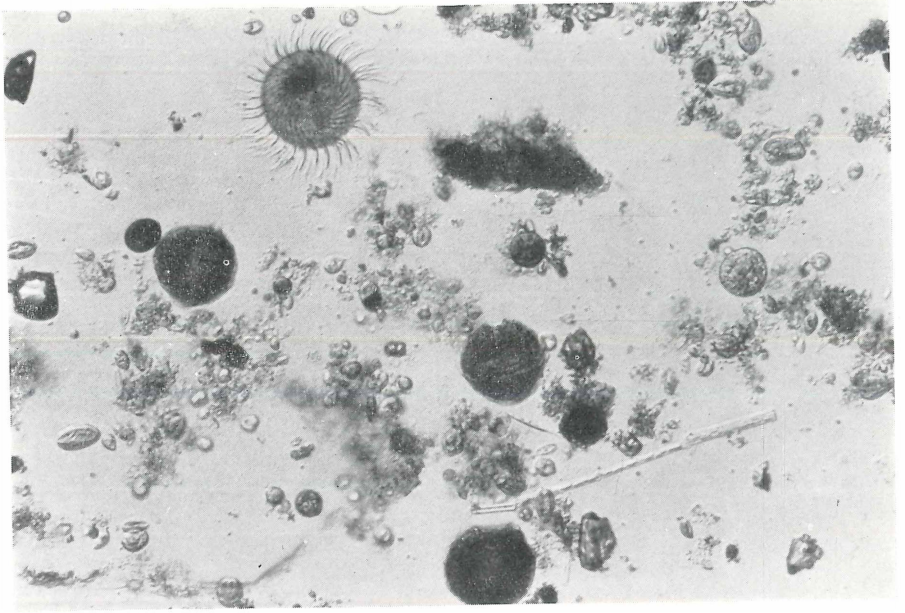


Abb. 5: *Peridinium umbonatum* (STEIN), Vergr. 250x.

Abb. 6: *Gonium sociale* (WARM.), Vergr. 550x.

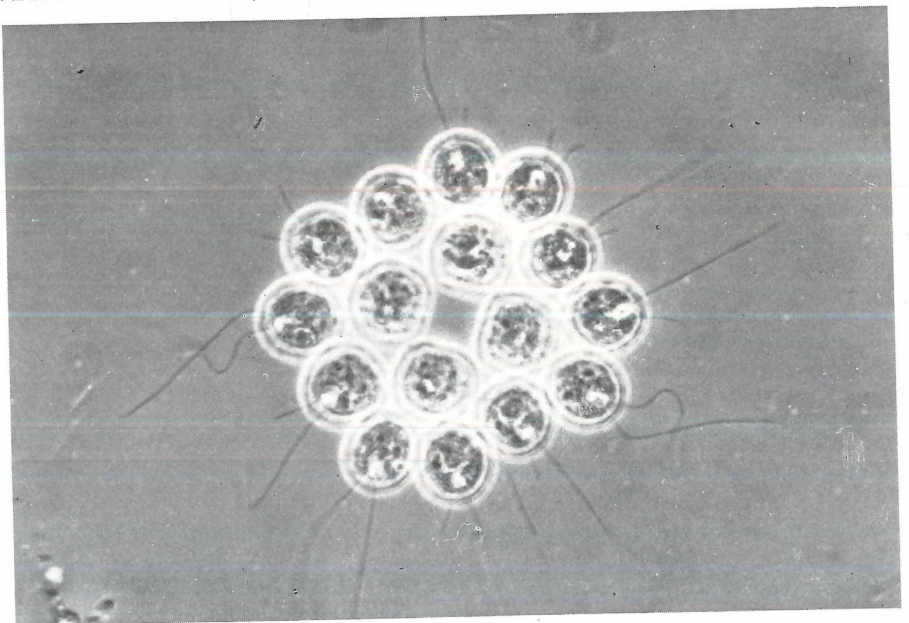




Abb. 7: *Ankistrodesmus acicularis* (BREBISSON), Vergr. 210x.

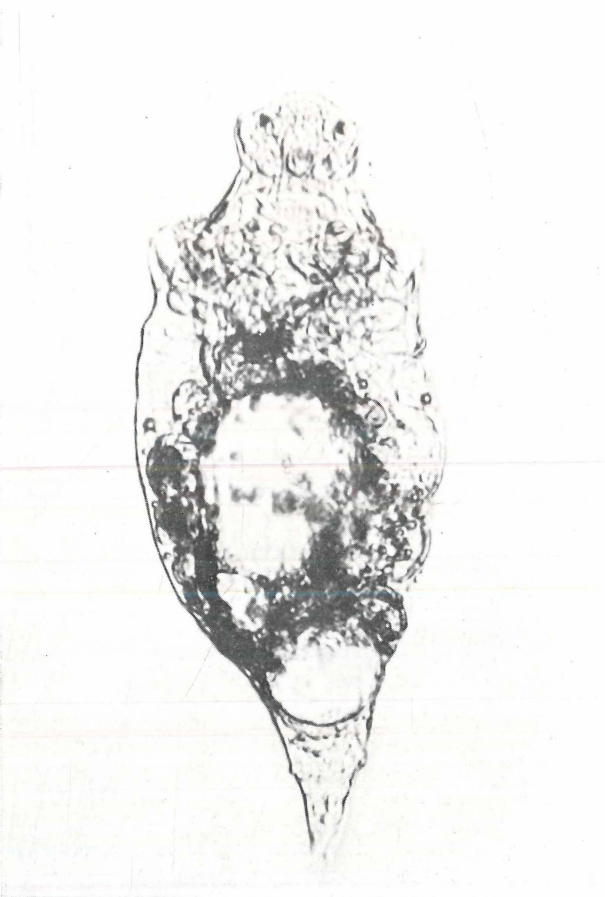


Abb. 8: *Rhinoglena* spec.,
Vergr. 265x.

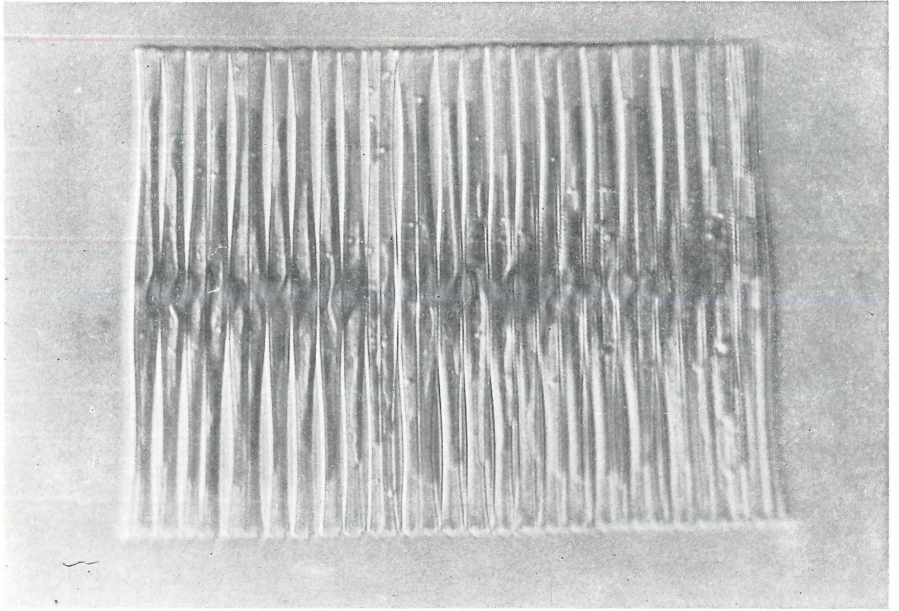
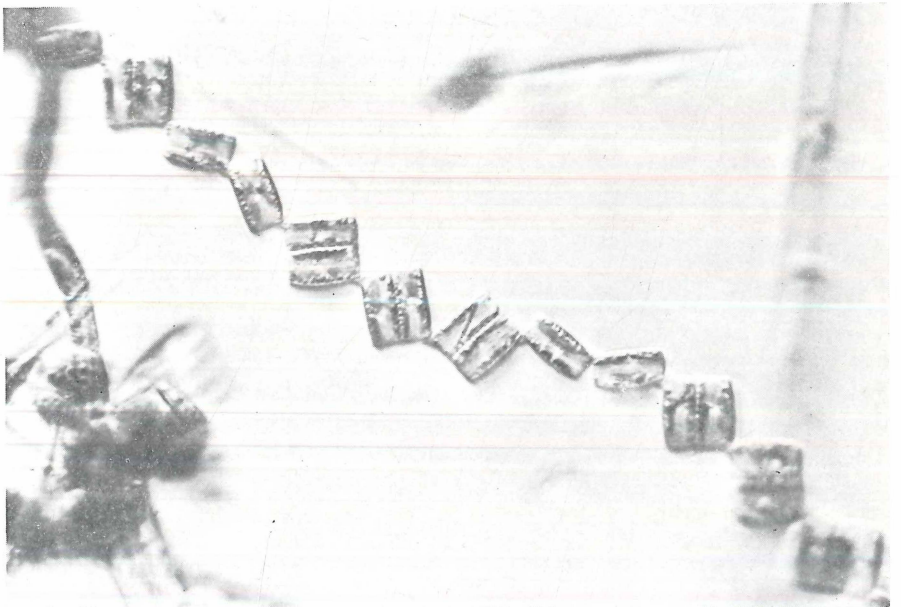


Abb. 9: *Fragilaria crotonensis* (KITTON), Vergr. 250x.

Abb. 10: *Tabellaria flocculosa* (KÜTZING), Vergr. 250x.



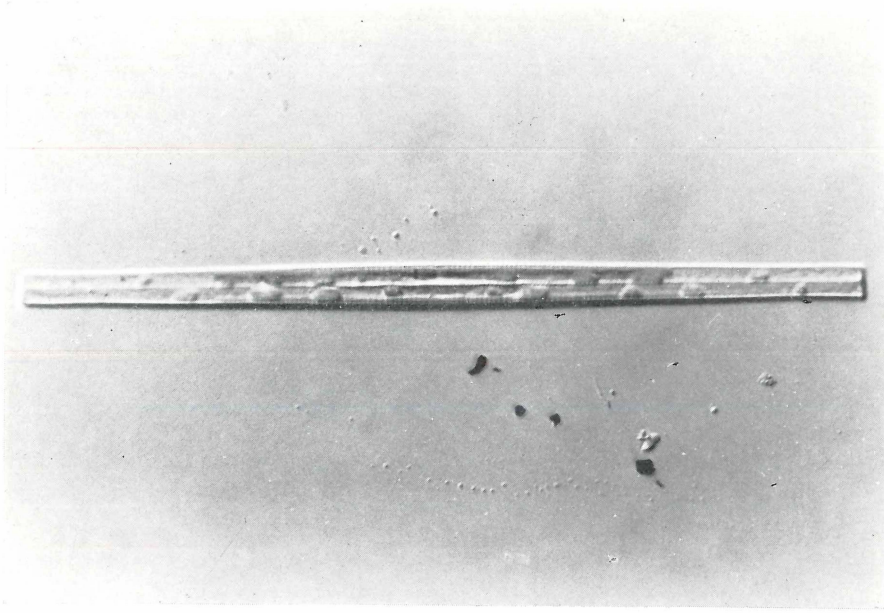
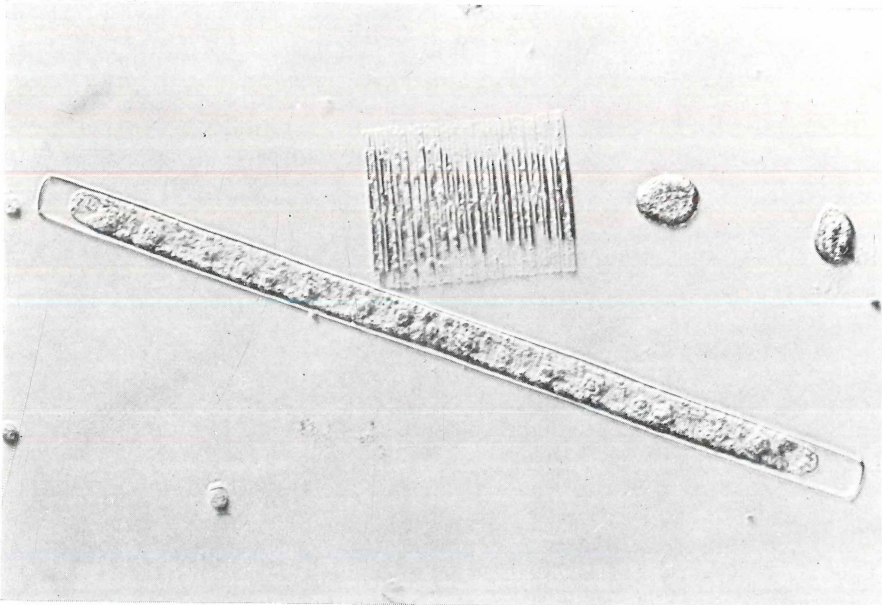


Abb. 11: *Synedra ulna* (EHRENBERG), Vergr. 550x.

Abb. 12: *Nitzschia sigmoidea* (SMITH), Vergr. 550x.



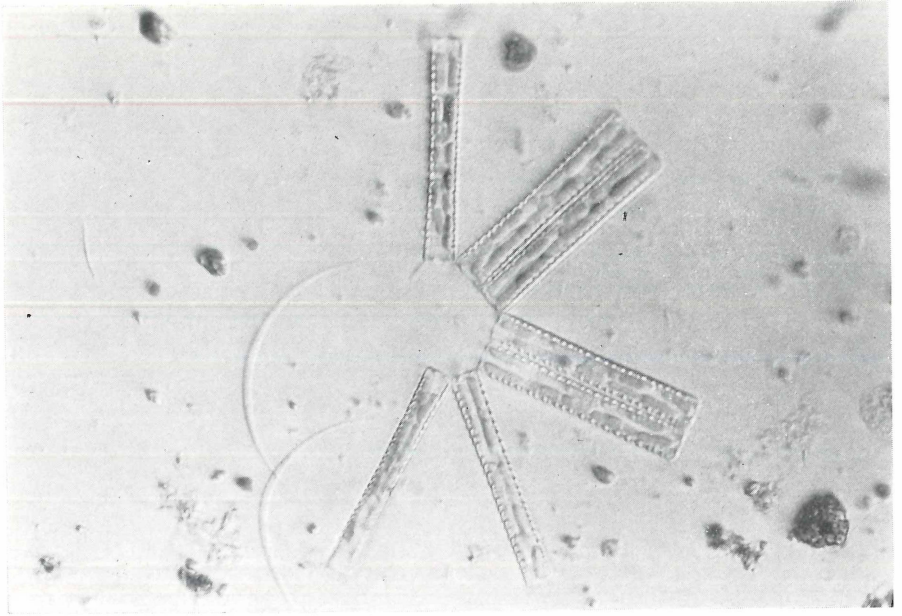
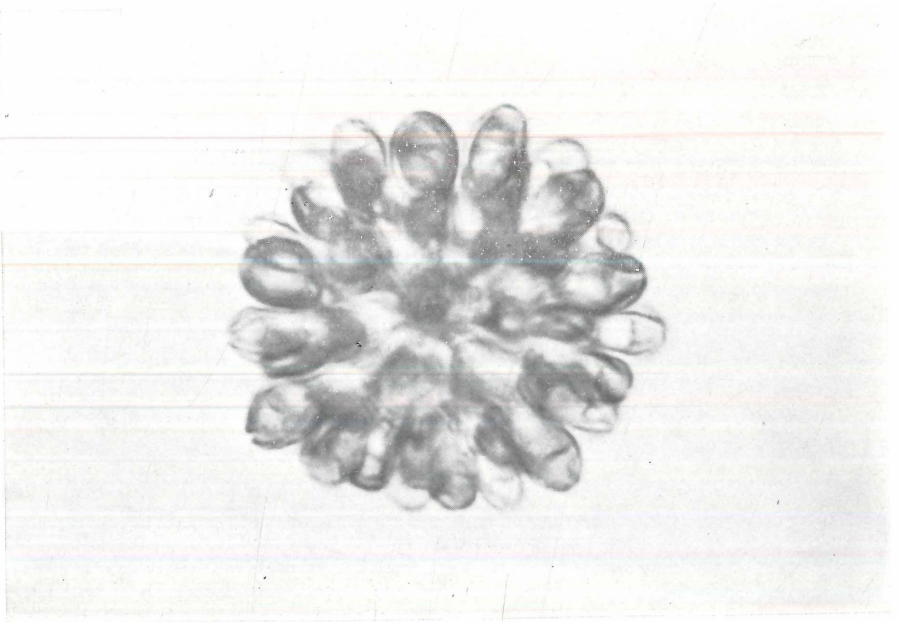


Abb. 13: *Tabellaria fenestrata* (KÜTZING), Vergr. 180x.

Abb. 14: *Synura uvella* (EHRENBERG), Vergr. 500x.



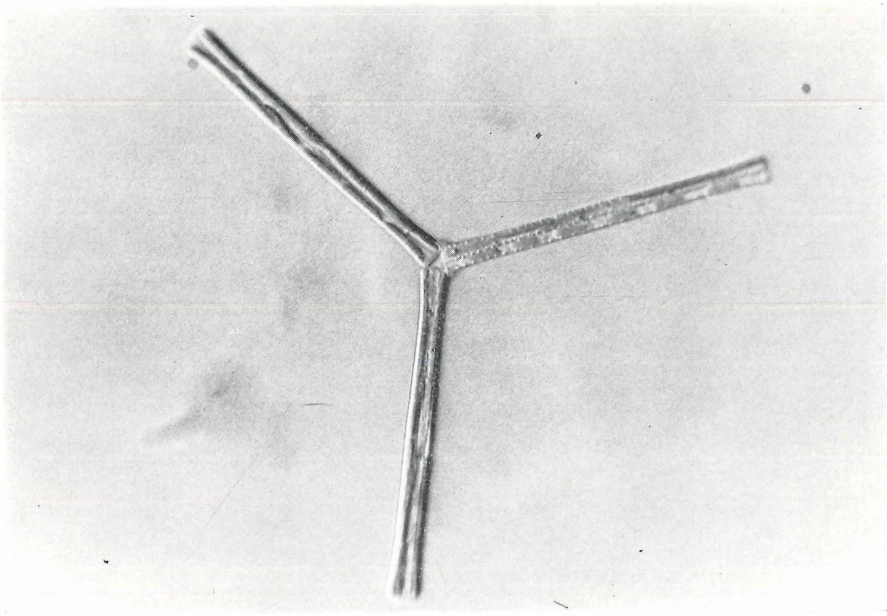
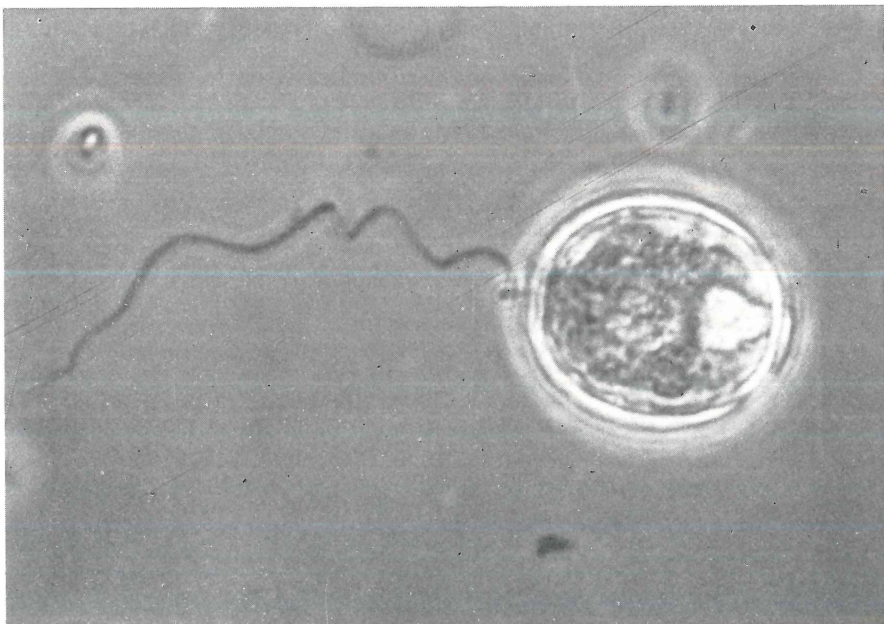


Abb. 15: *Diatoma elongatum* (AGARDH), Vergr. 250x.

Abb. 16: *Trachelomonas volvocina* (EHRENBERG), Vergr. 700x.



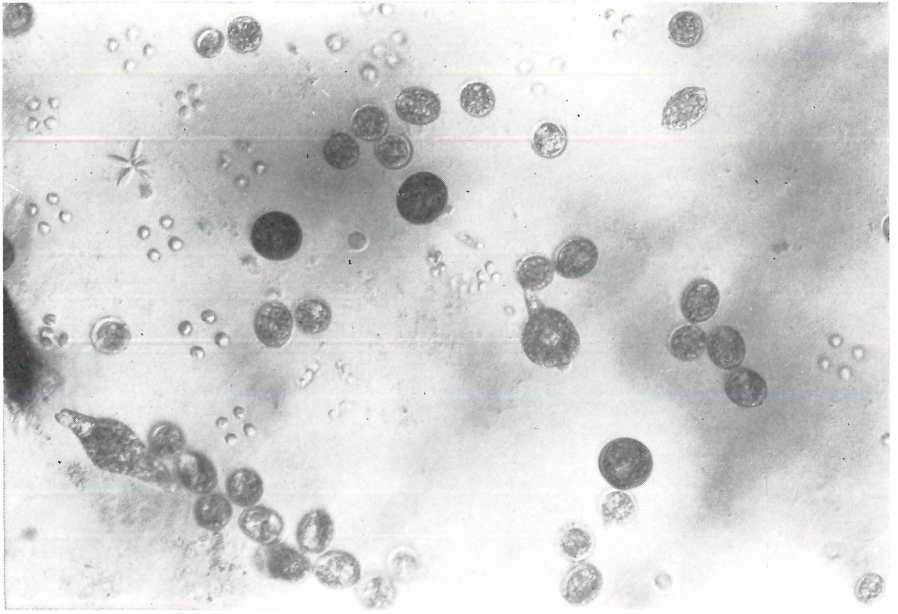
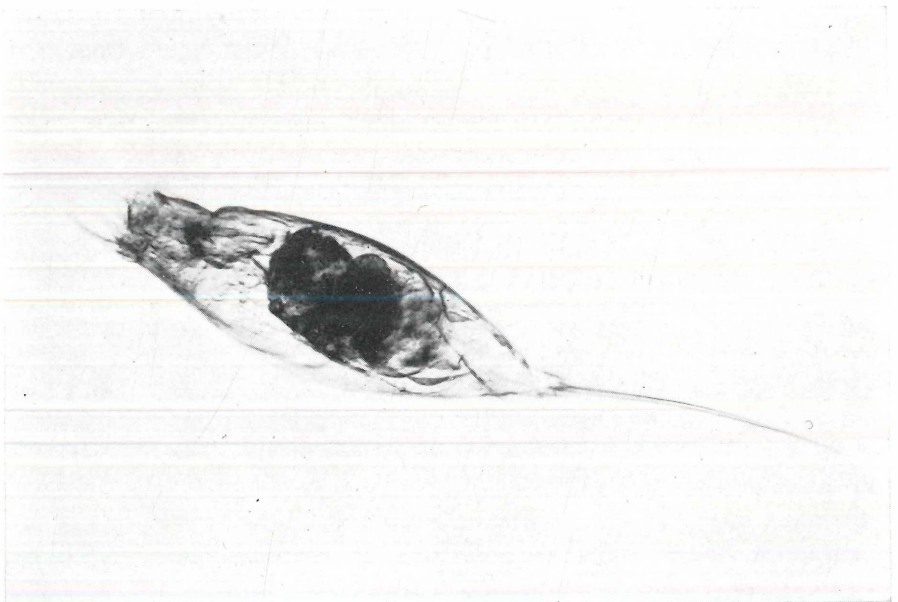


Abb. 17: *Trachelomonas hispida* (STEIN), *Actinastrum hantzschii* (LAGERHEIM), *Crucigenia quadrata* (MORREN), Vergr. 250x.

Abb. 18: *Trichocerca* spec., Vergr. 270x.



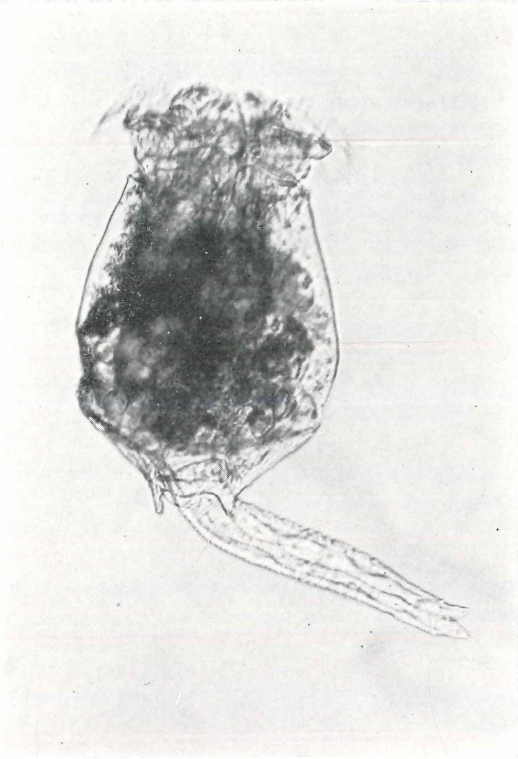


Abb. 20:
Cyclops spec.,
Vergr. 180x.

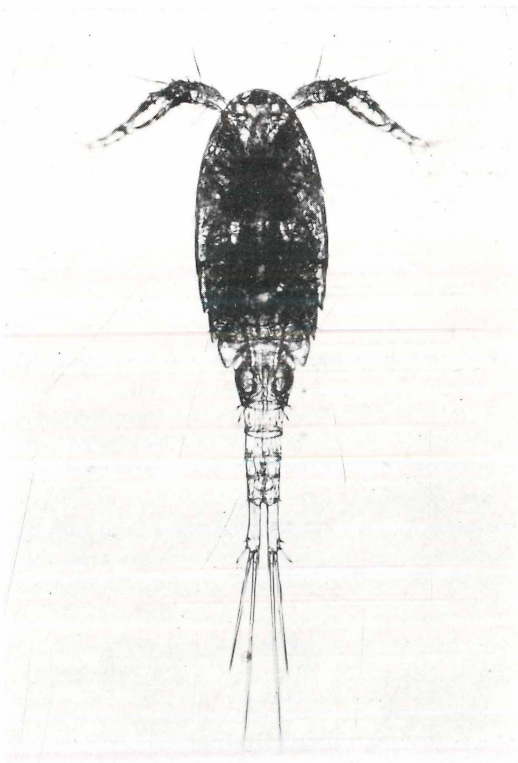


Abb. 19:
Brachionus angularis
(MUELLER), Vergr. 320x.

Literatur:

- FARKASDI, G. et al. (1969): Mikrobiologische und hygienische Untersuchungen von Grundwasserverunreinigungen im Unterstrom von Abfallplätzen. — Städtehygiene **20**: 25–31; Hamburg. Wasser. — Berlin.
- HÖLL, K. (1970): Erste Ergebnisse einer Untersuchung des Planktons im Bergsenkungsgewässer Dortmund-Dortfeld. — Dortmund-der Beiträge zur Landeskunde **8**: 21–30; Dortmund.
- NOLL, M. & SAAKE, E. (1975):
- UHLMANN, D. (1966): Artendichte. — Limnologica **4**: 221–233; Berlin.
- UTERMÖHL, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. — Mitt. int. Ver. Limnol. **9**: 1–38; Stuttgart.
- VOLLENWEIDER, R. A. (1968): Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. — OECD-Report.
- WEIMANN, R. (1942): Zur Gliederung und Dynamik der Flachgewässer. — Archiv f. Hydrobiologie **38**: 481 ff.; Stuttgart.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Manfred Noll, Erich Saake, Pädagogische Hochschule Ruhr, Abteilung Dortmund
Lehrbereich Biologie, Emil-Figge-Straße.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Dortmunder Beiträge zur Landeskunde](#)

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Nol [Noll] Manfred, Saake Erich

Artikel/Article: [Untersuchungen im Bergsenkungsgewässer in Dortmund-Dorstfeld von Mai 1974 bis April 1975. Einflüsse des Chemismus auf die Zusammensetzung des Planktons 3-22](#)