

Der Pötschinger See, ein Restgewässer des Braunkohlentagbaues

W. RODINGER

1. Einführung
2. Physiographie
 - 2.1. Optische Verhältnisse
 - 2.2. Temperatur—Sauerstoffgefüge
3. Chemismus
 - 3.1. pH
 - 3.2. Eisen
 - 3.3. Sulfat
4. Biologie
 - 4.1. Pelagial
 - 4.1.1. Zooplankton
 - 4.1.1.1. Mengencharakteristika
 - 4.1.2. Phytoplankton
 - 4.1.3. Mikroorganismen
 - 4.2. Benthos
 - 4.3. Fische
5. Besprechung der Ergebnisse
 - 5.1. Zusammenfassung und Literatur

1. Einführung

Durch die Burgenländische Landesregierung und die Bundesanstalt für Wassergüte angeregt, wurde der Pötschinger See in den Jahren 1972 bis 1974 auf seine limnologischen Gegebenheiten hin untersucht. Der See liegt am Südostrand des Wiener Beckens, etwa 1 km von der Bundesstraße Wr. Neustadt — Eisenstadt entfernt im Einzugsgebiet der Wulka.

Ursprünglich befand sich an der Stelle des heutigen Gewässers ein Braun-

kohlentagbau, der 1954 infolge Wassereinbruchs und Unrentabilität seinen Betrieb einstellen mußte.

Die Abraumhalden und Schuttkegel des einstigen Bergwerkes begrenzen zusammen mit dem Mitterberg den See in Form eines Kessels, und nur nach Südosten hin erfolgt ein Abfluß. Die Zuflüsse des Pötttschinger Sees sind unterirdisch und werden von Grundwasseraustritten gebildet. Die Oberflächenbedeckung durch das Seewasser beträgt 60.000 m², die Wassermasse etwa 3,6 Mill. hl.

Erdgeschichtlich gesehen befindet sich der Pötttschinger See am Rande eines altpleistozänen Niveaus, das mit Kies und Schotter fluviatile Vererbungen aufweist. Unter der Humusschicht befindet sich eine Schotter-schicht, auf die eine Reihe von Schichten mit gelbem und blauem Tegel folgen; unmittelbar darauf folgt die Kohlehauptschicht von durchschnittlich 0,5 m Mächtigkeit. Darunter befindet sich stark wasserführender Schwimmsand. Bei Erreichen dieses Horizontes wurden die Grundwasseradern angeschnitten, die heute den See speisen.

Eisenlagerungen im Tegel in Form von FeS₂ wurden bei der Flutung des Sees ausgewaschen und treten im Winterhalbjahr als Rotfärbung des Wassers in Erscheinung.

Im Pötttschinger See konnte an aquatischer Vegetation nur drei Arten von höheren Pflanzen gefunden werden. Es waren: *Phragmites communis*, *Potamogeton natans* und *Myriophyllum spicatum*. Während *Phragmites communis* und *Potamogeton natans* an seichten Stellen rings um den ganzen See auftraten, konnte *Myriophyllum spicatum* nur an einer Stelle, im Norden des Sees als Population gefunden werden. Der pflanzliche Bewuchs dürfte insgesamt höchstens 20% der Wasserfläche betragen haben.

2. Physiographie

2.1. Optische Verhältnisse

Das prägnante Merkmal des Pötttschinger Sees stellt eine periodische Rotfärbung und Entfärbung des Wassers dar, die jahreszeitlich gebunden ist. Im Herbst, zur Zeit der Vollzirkulation (der See ist holomiktisch) beginnt der See rote Farbe anzunehmen und die Sichttiefen (gemessen mit der Secchi'scheibe) gehen bis auf wenige cm zurück. Dieser Zustand bleibt bis ins Frühjahr hinein erhalten. Sobald sich die Sommerstagnation stabilisiert hat, geht auch die Färbung des Wassers zurück und es bleibt das Bild eines Badesees gewohnten Aussehens zurück. Das bei der Geologie schon erwähnte Eisen ist für dieses Phänomen verantwortlich zu machen. Unmittelbar an den „Färbungsvorgängen“ sind auch Niederschläge und damit verbundene

Grundwasseraustritte, wie auch die vorher erwähnte Mixis beteiligt. Durch diese Wasserbewegungen wird der Seegrund und das sedimentierte Eisen in Bewegung gesetzt. Fe^{++} oxidiert im Wasser zu Fe^{+++} , färbt sich als „Rost“ rot an und ruft so in Form von Flocken den optischen Eindruck hervor. Falls nun im Winter Eisbedeckung vorhanden ist und es zur Winterstagnation kommt, sinken die Eisenflocken etwas ab und die Sichttiefe nimmt naturgemäß zu. Da aber Eis am Pötschinger See nie besonders lang ausgebildet ist und Hand in Hand mit der Erwärmung eine Zirkulation auftritt, bleibt oder vergrößert sich die Rotfärbung. Erst im Mai, sobald sich

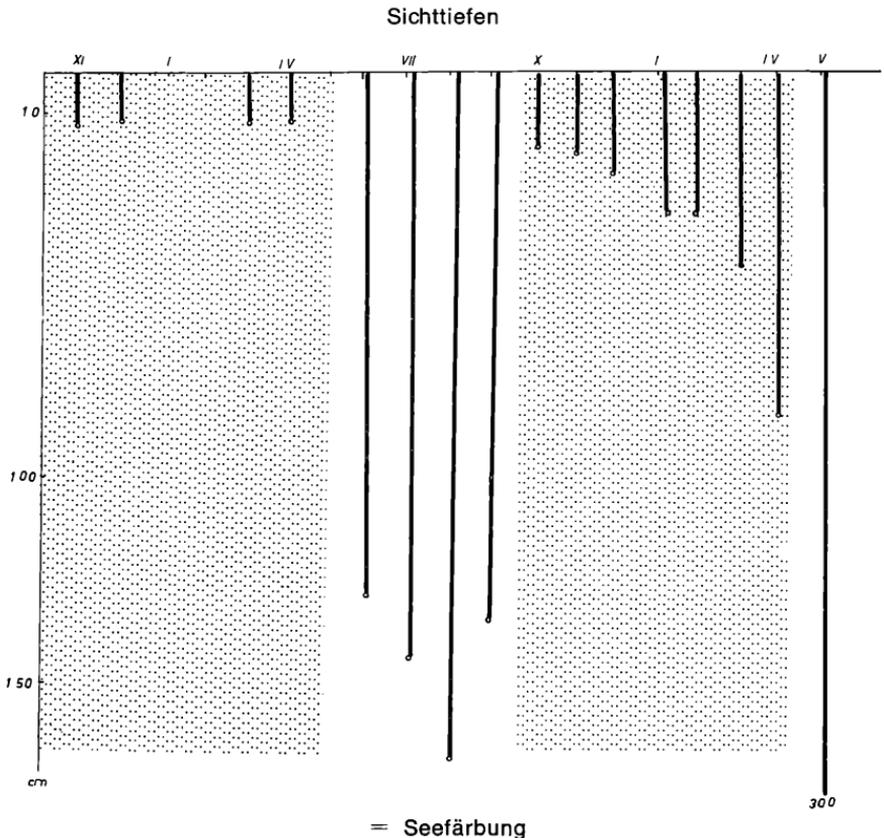


Abbildung 1

die sommerliche Schichtung eingestellt hat, sedimentieren die Eisenflocken und der See wird wieder klar.

Die beiden optisch verschiedenen Situationen im Pötschinger See wurden durch eine spektrale Analyse in Form eines Tiefenprofils untersucht. Als Apparatur wurde ein Strahlungsmeßgerät gewählt, wie es schon SAUBERER und FINDENEGG bei ihren Untersuchungen verwendeten.

Bei Untersuchungen des Totallichtes ergab sich, daß zur Zeit der Wasserfärbung im März Licht bis in 4,5 m Tiefe, also bis weit unter die Sichttiefe der Secchi'scheibe vorhanden war (Abb. 2). Anders aber lagen die Verhältnisse im Mai. Der Eisenflockenhorizont war bereits zu Boden gesunken und Licht konnte bis zur tiefsten Stelle (12 m) vordringen. Allerdings sind die Lichtmengen, wie die Werte der Secchi'scheibenmessung veranschaulichten, in der Tiefe zu gering, um noch mit dem menschlichen Auge erkannt werden zu können. Der flachere Verlauf der Kurven charakterisiert den Zustand des Sees im März, der steilere Kurvenverlauf gibt die Situation im Mai wieder (Abb. 2).

Die Intensität der spektralen Zusammensetzung des Lichtes zu messen war ein weiterer Schritt der Untersuchungen. Die Verschiedenheit des Wassers vor und nach dem Sedimentieren der Eisenflocken trat hier markant hervor. Für die Analysen wurden genormte Farbscheiben verwendet: für den UV-Bereich wurden Filter mit 375 m μ , für den Blaubereich mit 435 m μ , für den Grünbereich mit 525 m μ , für den Gelbbereich mit 590 m μ , für den Rotbereich mit 660 m μ und den Dunkelrotbereich mit 700 m μ Wellenlänge verwendet. Die Abb. 3 zeigt, wie sich die Rotfärbung des Wassers in der spektralen Analyse niederschlägt. Von der Oberfläche weg werden die kurzwelligeren Bereiche des Lichtes fast vollständig absorbiert und nur die längerwelligeren, orange-roten Bereiche können sich in Tiefen bis zu 3 m hinab ausbreiten; auch die langwelligeren Strahlen werden unterdrückt. Bei 3 m Tiefe war im Winterhalbjahr 1973/74 überhaupt nur mehr Licht der Wellenlänge 660 m μ meßbar. Die Analyse nach Absinken des Flockenhorizontes zeigte eine spektrale Verschiebung der Intensitätsmaxima um mehr als 100 m μ an (Abb. 4). Allgemein wurde auch die Absorption schwächer, wie schon bei der Totallichtuntersuchung bestätigt worden war. Die kurzwelligeren Bereiche waren jetzt bis in größere Tiefen vertreten. Die minimalste Schwächung des Lichtes erfolgte in den mittleren Spektralbereichen, im grün-gelben Bereich (Abb. 3, Abb. 4).

2.2. Temperatur—Sauerstoffgefüge

Die Messung der Temperatur und des Sauerstoffes erfolgten durch ein YSI-Gerät in den Jahren 1972 bis 1974. Der Übersichtlichkeit halber sollen

Transmissionen des Gesamtlichtes

20. 5. 74

21. 3. 74

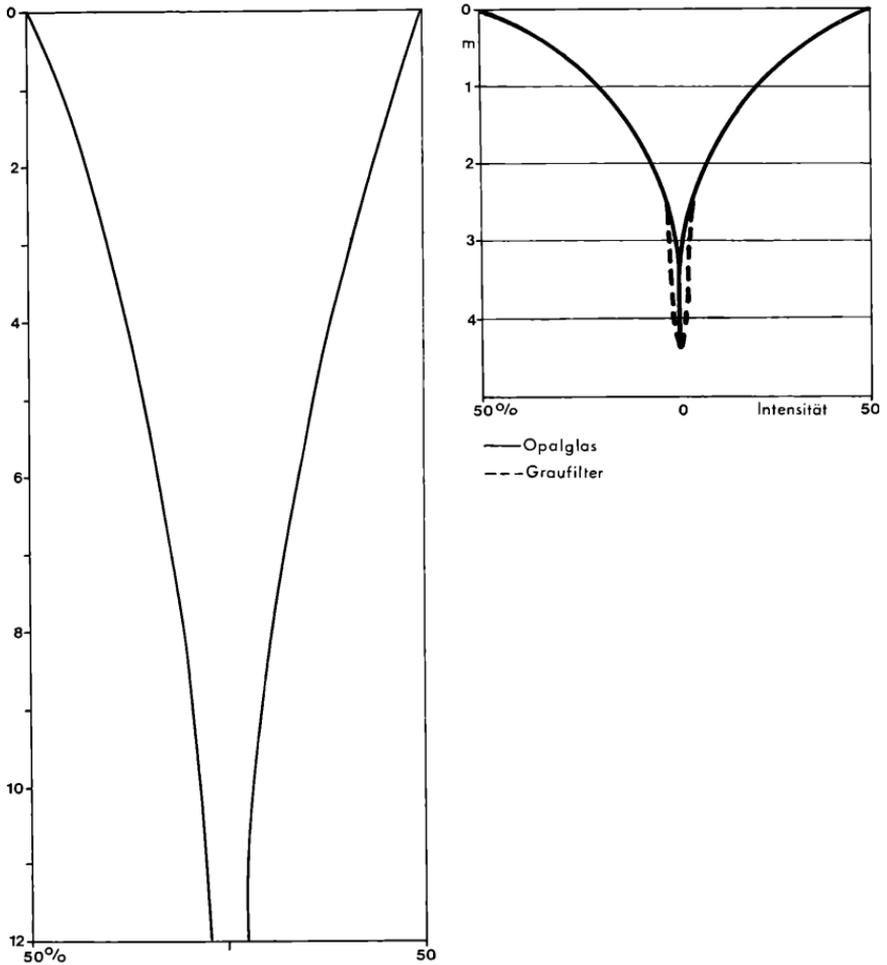
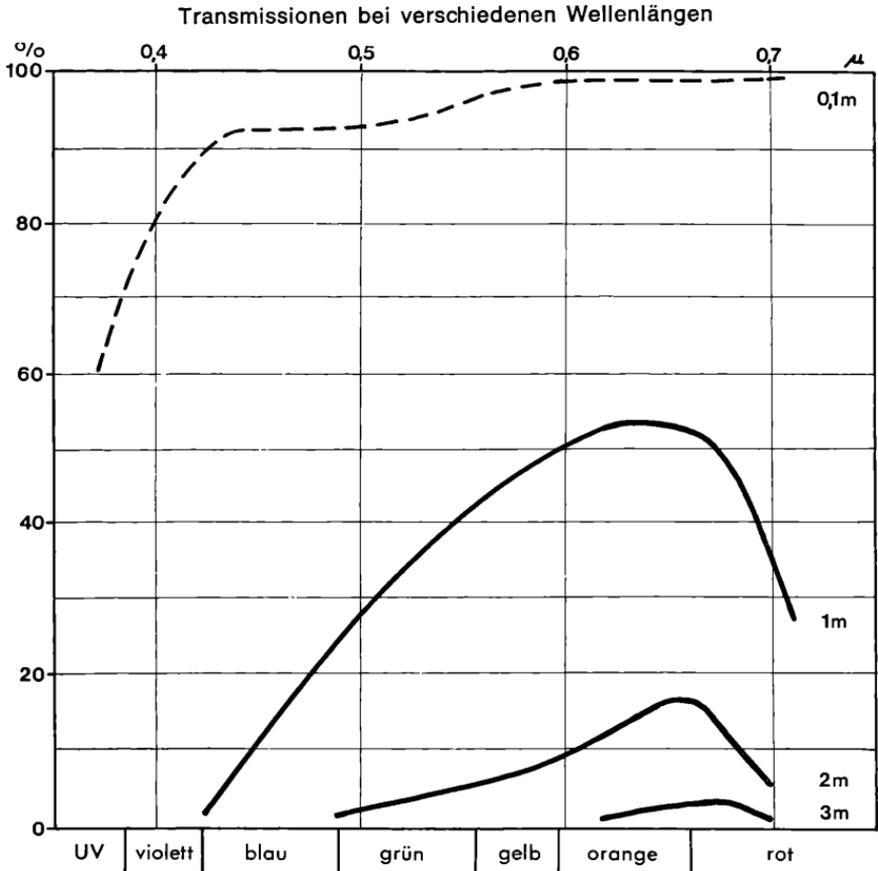


Abbildung 2

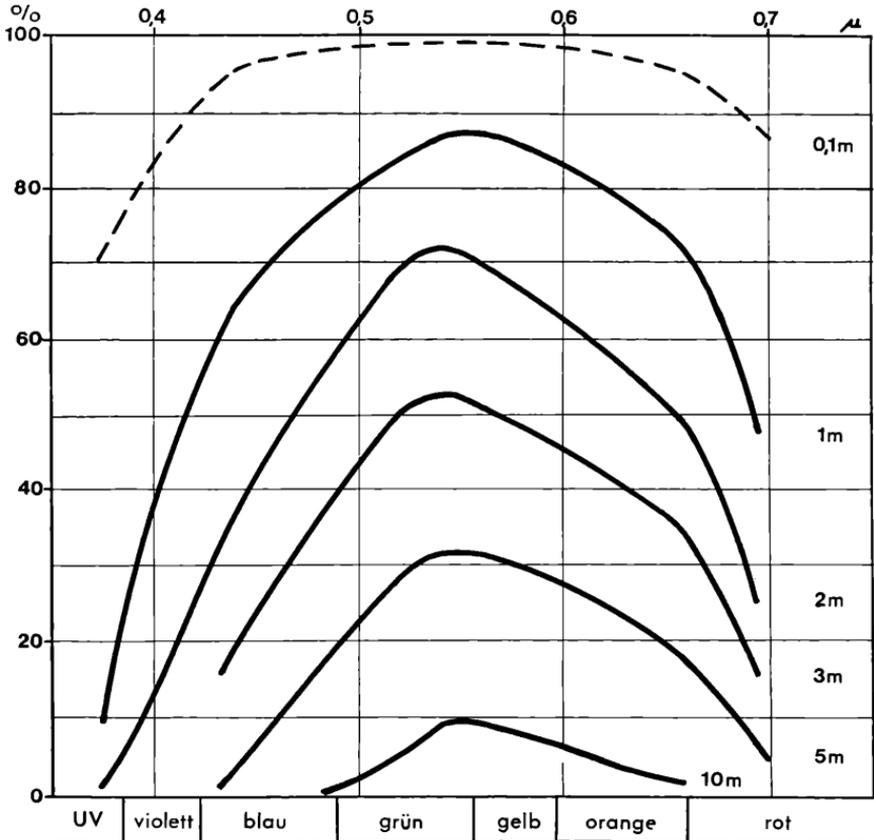
aber an dieser Stelle nur die markantesten Zeitpunkte besprochen und in Diagrammform dargestellt werden. Der O_2 -Gehalt wird durch eine dicke, volle Linie dargestellt. Wie in Abb. 5 zeigt, war der Pöttschinger See im Juli 1973 in Sommerstagnation. Das Metalimnion befand sich zwischen 3 und 6 m Tiefe, der Oberflächentemperatur von $23^\circ C$ stand im Hypo-



21. 3. 74

Abbildung 3

limnion eine Temperatur von 4°C gegenüber. Sauerstoff war an der Oberfläche zu 110% Sättigung vorhanden. Die O_2 -Kurve verlief annähernd der Temperaturkurve, bei 9,5 m Tiefe verschwand der Sauerstoff völlig. Die Darstellung Abb. 6 zeigt den Pötttschinger See vor der Vollzirkulation im Herbst, das Metalimnion begann bereits zu „kippen“ und an der Ober-



20. 5. 74

Abbildung 4

fläche und in der Tiefe fingen im September die Wassertemperaturwerte an, sich einander zu nähern. Sauerstoff war bis über Grund vorhanden, mit ein Zeichen, daß die Konvektionsbewegung bereits begonnen hatte.

Im Jänner 1974 (Abb. 7) trat eine geringe inverse Schichtung in Erscheinung. Die Sprungschichte lag sehr tief und besaß nur geringe Mächtigkeit zwischen 10 und 11 m Tiefe. Die relativ hohen Sauerstoffwerte glichen einander zwischen 0 und 10 m Tiefe; unterhalb des Metalimnions begann die Zehrung, und knapp über Grund war nur mehr wenig Sauerstoff vorhanden.

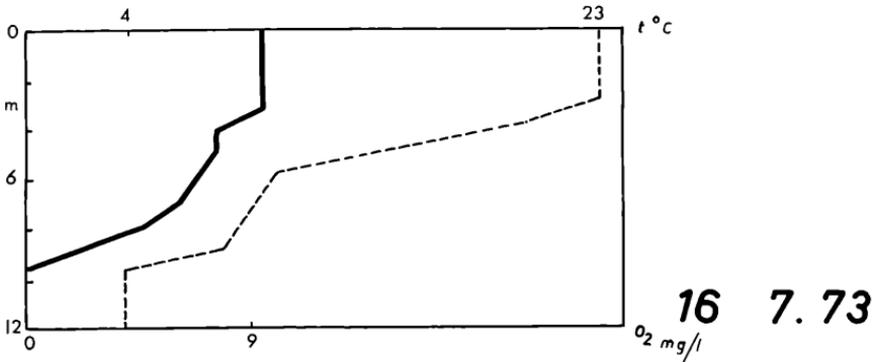


Abbildung 5

Das Diagramm 8 zeigt die Verhältnisse im April 1974. Der See befand sich knapp nach der Vollzirkulation, eine Sprungschichte konnte sich noch nicht entwickeln; die Sauerstoffkurve verlief ähnlich der Jännerkurve, allein die Abnahme der Werte begann bereits bei 8 m Tiefe und knapp über Grund kam Sauerstoff fast nicht mehr vor.

Aufgrund der Messungen muß der Pötttschinger See als holo- und dimiktisch eingestuft werden. Der Temperatur- und Sauerstoffverlauf in allen Tiefen verhielt sich wie bei vielen anderen Seen und zeigte keine Besonderheit auf.

3. Chemismus

Als weiteres Charakteristikum des Pötttschinger Sees sollen nun der pH-Wert, Eisen- und Sulfatanalysen die Färb- und Entfärbepiodik erläutern.

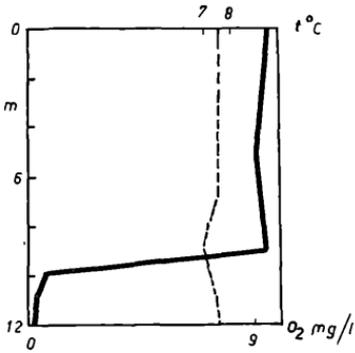


Abbildung 6

29.10.73

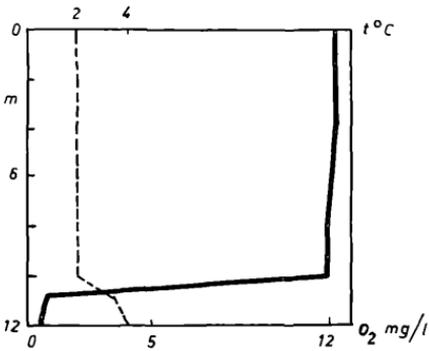


Abbildung 7

24.1.74

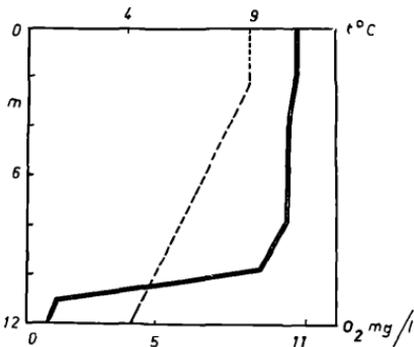


Abbildung 8

18.4.74

3.1. *pH-Wert*

Die Untersuchung der Wasserstoffionenkonzentrationen erfolgte mit Hilfe von Merck-Indikatorfärbungen direkt am Gewässer. Da der See aufgrund seiner beiden Zustandsweisen auf enorme chemische Unterschiede im Winter- und Sommerhalbjahr hinwies, sollen die pH-Profile (Abb. 9) den Jahresablauf und das Erscheinen und Absinken des Eisenflockenhorizontes verdeutlichen. März, April und Mai 1973 brachten ein leichtes Zurückfallen des pH-Wertes an der Oberfläche. Infolge Primärproduktion im Juni und Juli erfolgte wieder ein pH-Anstieg, der aber gegen Jahresende hin wieder abfiel und bei der Färbung des Sees sogar unter die Neutralgrenze zurückwich. Erst mit Beginn des Sedimentierens des Eisens war der pH-Wert wieder im Steigen begriffen. März und April 1973 waren in 10 m Tiefe ebenfalls durch leicht basische Verhältnisse gekennzeichnet. Erst ab Juni wurde die Neutralgrenze unterschritten und im August waren die Verhältnisse ausgesprochen als sauer zu bezeichnen. Die relativ großen pH-Schwankungen lassen folgende Theorie zu: Im Frühjahr 1973, zur Zeit der Seefärbung, war alles vorhandene Eisen restlos oxidiert gewesen. Im Juni, als der Eisenflockenhorizont abgesunken war, setzte in der Tiefe bereits die bakterielle Eisenreduktion ein. Im August dürfte, durch hohe Bakterienaktivität bedingt, die Reduktion von Ferri- zu Ferroeisen ihren Höhepunkt erreicht haben; die pH-Werte von etwa 5,8 charakterisieren die hohe Protonenkonzentration in der Tiefe. Grundwasserzstrom, und Vollzirkulation brachten das Wasser, wie bereits erwähnt, im Herbst wieder in Bewegung. Durch die im Wasser enthaltenen Sauerstoffmengen erfolgte eine neuerliche Oxidation zu Ferrieisen und der pH-Wert stieg in Tiefe und Oberfläche des Sees.

Im Winter 1973/74 dürfte jedoch keine völlige Oxidation des Ferroeisens aufgetreten sein, wie es im Vorjahr der Fall gewesen war. Ein Gleichgewichtszustand zwischen Fe^{++} und Fe^{+++} beeinflusste den pH in allen Tiefen, die als schwach sauer bezeichnet werden müssen. Erst mit Absinken des Eisenflockenhorizontes traten an der Oberfläche wieder leicht basische Verhältnisse auf.

3.2. *Eisen*

Wie aus einschlägiger Literatur zu entnehmen ist, tritt neben $\text{Fe}(\text{OH})_3$ auch Fe_2O_3 als Ferrieisen auf. Als wahrscheinlich muß angenommen werden, daß auch im Pötschinger See beide Ferrieisenmoleküle nebeneinander auftraten und Flocken bildeten. Ihr Mengenverhältnis zueinander konnte nicht bestimmt werden, da eine genaue chemische Analyse der Eisenpartikel nicht möglich war. Das Aufoxidieren erfolgte, wie bereits mehrmals

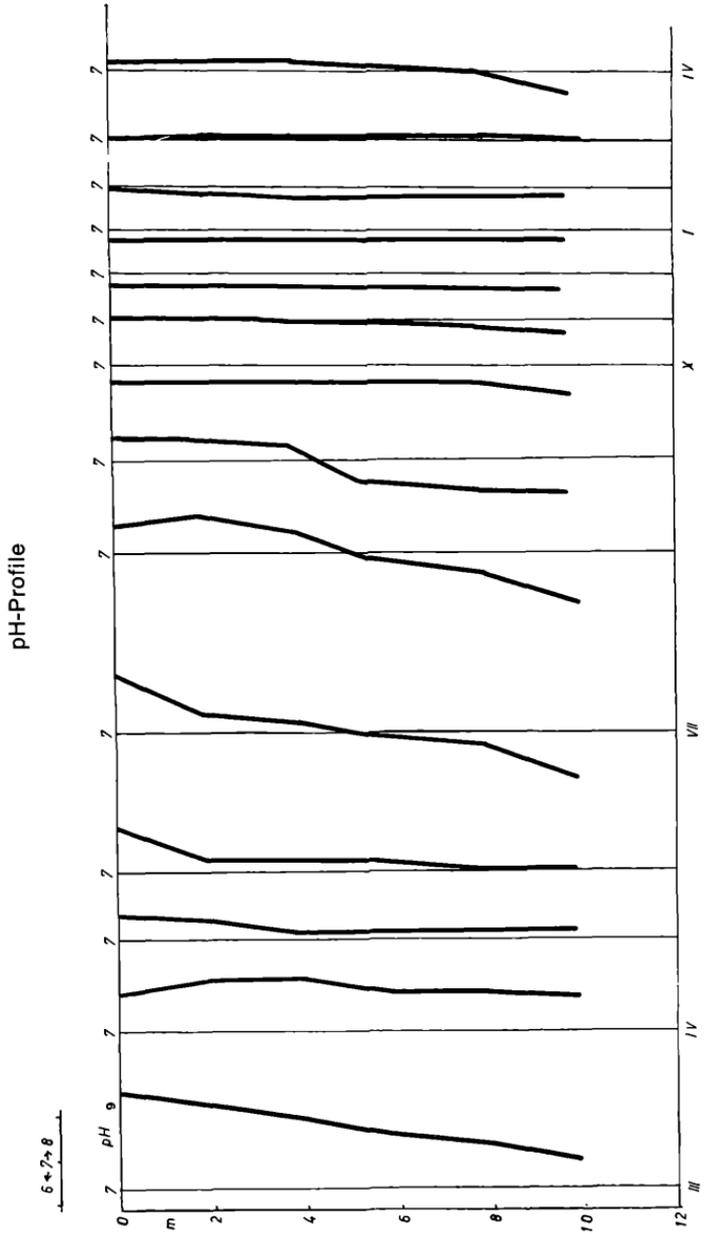


Abbildung 9

erwähnt, im Herbst. Aus ebenfalls schon erwähnten Gründen sank im Frühjahr der „Eisenhorizont“ ab und bewirkte durch die Größe der Moleküle eine mechanisch-chemische Klärwirkung, wie sie in den Reinigungsstufen mancher Kläranlagen angewendet wird. Im Gegensatz zu anderen Seen, wo eine biologische Reinigung des Wassers erfolgt, trat im Pötschinger See eine rein anorganische Klärung auf. Schmutzstoffe, organischer und anorganischer Natur, wurden größtenteils nicht von Planktonorganismen abgebaut, sondern vom Eisen in die Tiefe gerissen, doch scheint diese in der Natur so ungewöhnliche Reinigungsform noch vollauf ihren Zweck zu erfüllen. Der Abbau der sedimentierten Stoffe im Seeboden erfolgte allein durch Mikroorganismen, die zum Teil auch ihren Sauerstoffbedarf aus der Reduktion des Eisens deckten.

Das Maximum der im Winterhalbjahr an der Oberfläche gefundenen Eisenwerte lag bei 12 mg Fe/l; aber auch schon Mengen von 0,2 mg Fe/l genügten bereits um noch einen Farbton hervorzurufen. In 10 m Tiefe wurde als Maximum 75 mg Fe/l im April 1973 gefunden. Bis Juni aber sank auch dieses Eisen so vollständig zu Boden, daß es auch in dieser Tiefe nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Da der See 12 m tief ist, kann man annehmen, daß bei nicht vorhandenem Austausch der einzelnen Wassermassen, also bei strenger Schichtung das Eisen völlig bis zum Grund sedimentiert. Die niederen pH-Werte und der kaum vorhandene Sauerstoff in dieser Tiefe lieferten den Beweis für die Reduktions- und Reaktionsvorgänge.

Beobachtet man die Ergebnisse aus physikalischen und chemischen Untersuchungen, so kommt man zu dem Schluß, daß einerseits wohl ein Großteil des Eisens einem Zyklus unterworfen wurde, daß andererseits aber auch neuere Zugänge und Ausschwemmungen verzeichnet werden müssen. Durch Untersuchungen in den Jahren 1972—1974 wurde bestätigt, daß im Winterhalbjahr stets die gleichen Mengen Eisens im Seewasser analysiert werden konnten. Da aber jährlich eine beträchtliche Menge Eisen mit dem Ausrinn verloren geht, müßte eigentlich der Eisengehalt kontinuierlich abnehmen. Dies war aber bis jetzt nicht der Fall und deshalb muß eine Neueinbringung durch das Grundwasser in Betracht gezogen werden (Abb. 10).

3.3. Sulfat

Sulfat war im See immer äußerst stark vertreten und stammt aus dem Eisensulfid der Kohle und Letten. Es ist als sicher anzunehmen, daß die große Härte des Wassers (um 150° dH) fast ausschließlich durch das Sulfat

Eisenkonzentrationen

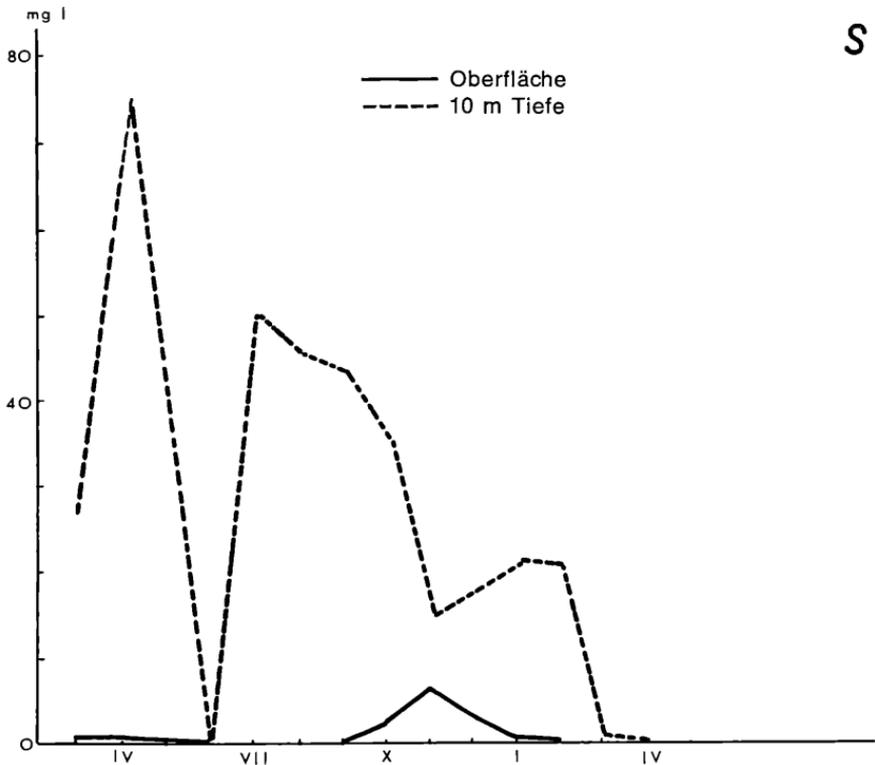
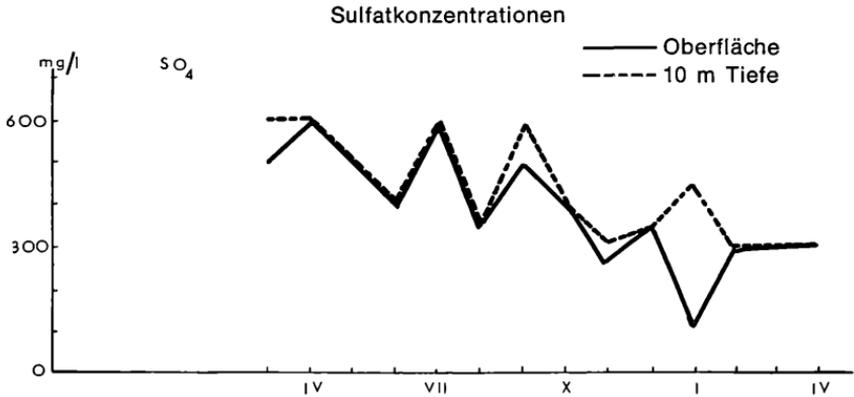


Abbildung 10

bedingt war. Die Werte von Oberfläche und Tiefe verliefen im See annähernd parallel. Durchschnittlich wurden Sulfatmengen von 300 und 400 mg SO_4/l nachgewiesen. Ziemlich sicher ist, daß Sulfat in Form von Gips (CaSO_4) und Magnesiumsulfat (MgSO_4) hauptsächlich auftrat. Eisensulfat (FeSO_4) trat an der Oberfläche des Sees wahrscheinlich kaum in Erscheinung, dagegen ist es möglich, daß diese Verbindung in der Tiefe vorkommen konnte. Bei den Darstellungen kennzeichnet die volle Linie die Werte der Oberfläche, die unterbrochene Linie der Analyseergebnisse von 10 m Tiefe (Abb. 11).



4. Biologie

4.1. Pelagial

4.1.1. Zooplankton

Die Artenzahl der im Plankton des Pötschinger Sees vorkommenden Konsumenten war äußerst gering. Im Pelagial traten nur drei, mit kurzen Unterbrechungen perennierende Arten auf. Eine einzige Art war in zwar großer Individuenzahl, aber nur sporadisch vertreten. Um die vertikalen Gliederungen der Populationen möglichst übersichtlich darstellen zu können, wurden die besonders charakteristischen Verteilungen im See berücksichtigt und mit Hilfe von Wurzelkurven dargestellt. Als markante Zeitpunkte wurden die Sommerstagnation im Juli, die herbstliche Vollzirkulation im September, die Zeit der völligen Eisbedeckung im Jänner und die Zeit kurz nach der Frühjahrsvollzirkulation im April gewählt. Die Abbildungen sollen außerdem über das Verhalten der Planktontiere bei kaltem und warmem, bei saurem und alkalischem Wasser Aufschluß geben.

Zur Zeit der Sommerstagnation, als der Pötschinger See die meiste Ähnlichkeit mit den übrigen Gewässern der Umgebung aufwies, wurde außerdem noch eine ausführliche Horizontalanalyse des Planktons erstellt. Alle im See vorkommenden Arten werden in der Literatur als anspruchslose Wasserorganismen bezeichnet, die sich den gegebenen Umweltbedingungen leicht anpassen können. Die doch verhältnismäßig starke Einschränkung der Arten beim Erscheinen des Eisens im Wasser wies auf den Extremgewässercharakter auch aus biologischer Sicht hin. Die geringe Artenzahl des seit etwa 20 Jahren bestehenden Gewässers und das sporadische Auftreten

und Verschwinden einer Art zeigten einerseits die fehlende Ausgeglichenheit des Biotopes Pötttschinger See und andererseits die Anforderungen des Wassers nach besonderer Anpassungsfähigkeit und Zähigkeit der Planktonorganismen.

Cyclops strenuus (Copepoda) kam im Pötttschinger See mit einer einzigen Ausnahme das ganze Jahr über vor. Entwicklungsstadien wurden im Sommer und Winter gefunden. Die Individuenmaxima befanden sich stets zwischen 6 und 10 m Tiefe.

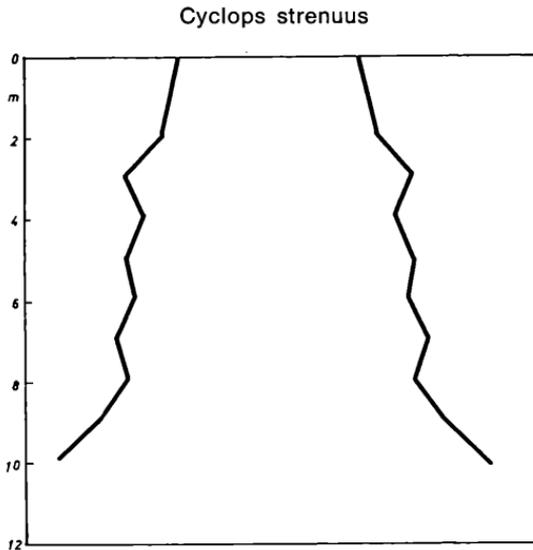


Abbildung 12

Im Juli 1973 trat schon bei 3 m Tiefe ein Zwischenmaximum auf, die Individuenzahlen sanken aber bei 4 m Tiefe wieder ab und stiegen dann mit zunehmender Tiefe kontinuierlich an, wobei in 8 m Tiefe wieder die Werte wie bei 3 m erreicht wurden. Besonders viele Cyclopiden waren bei 10 m Tiefe vorhanden.

Im September trat die größte gemessene Anzahl von *Cyclops strenuus* auf. Schon an der Oberfläche sehr groß, nahm sie bis zu 4 m Tiefe kontinuierlich zu und vergrößerte sich von da an extrem bis 6 m Tiefe. Ein leichter

Rückgang folgte darauf bis 8 m Tiefe und die Individuenzahlen sanken bei 10 m Tiefe völlig auf den 0-Punkt zurück. Das große Nahrungsangebot des Sommers dürfte für die großen Individuenzahlen ausschlaggebend gewesen sein. Obwohl diese Art sonst kaum auf geringe pH-Schwankungen empfindlich reagierte, dürfte doch die saure Konsistenz des Tiefenwassers ein einengender Faktor gewesen sein, denn in dieser Tiefe war Sauerstoff in ausreichendem Maße vorhanden. Der Durchmischung des Wassers durch die

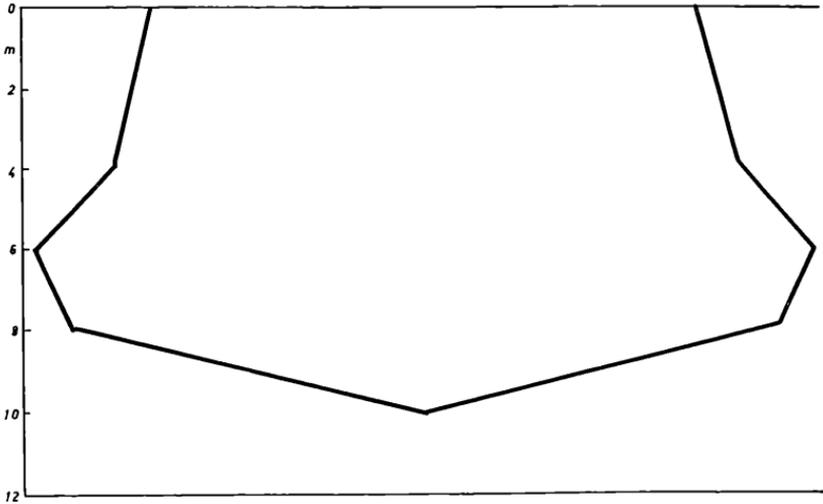


Abbildung 13

Vollzirkulation dürfte von den Krebsen aktiv entgegengewirkt worden sein.

Die Jännerverteilung unter dem Eis zeigte wiederum eine relativ große Individuenzahl, die zur Tiefe zu nur langsam zunahm und erst zwischen 8 und 10 m Tiefe ein vermehrtes Anwachsen der Individuenzahlen erkennen ließ.

Im April, zur Zeit nach der Vollzirkulation war das Bild durchaus noch von den vertikalen Wasserbewegungen geprägt. Von der Oberfläche her wuchs die Population nur langsam bis 6 m Tiefe an und fiel ebenso langsam wieder bis 10 m Tiefe ab. Ein Maximum war kaum ausgeprägt, denn die Individuendichte schwankte kaum von 0 bis 10 m Tiefe (Abb. 12—15).

Cyclops strenuus

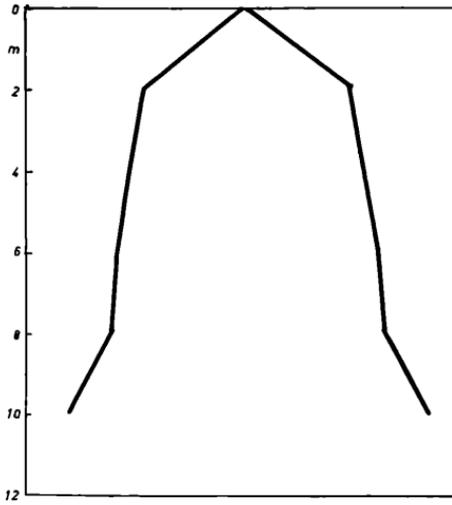


Abbildung 14

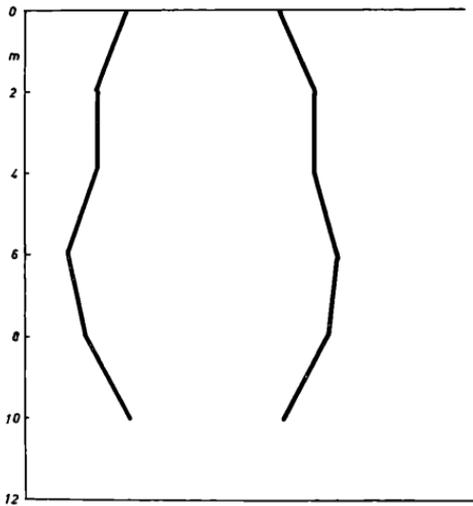


Abbildung 15

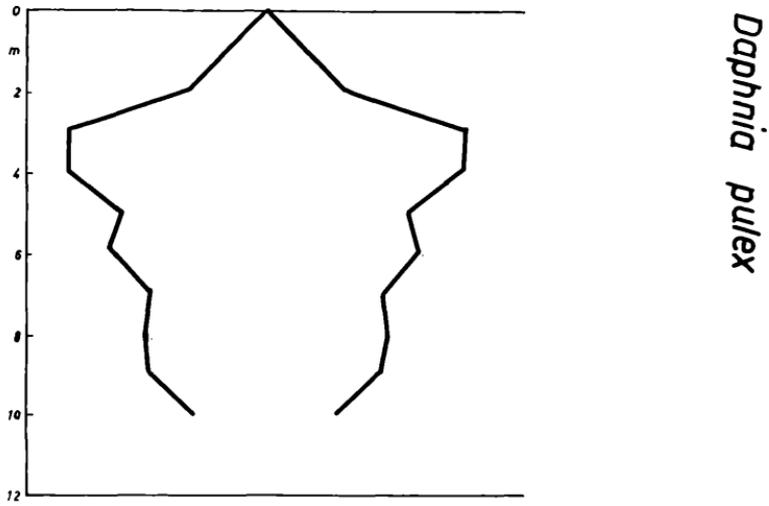


Abbildung 16

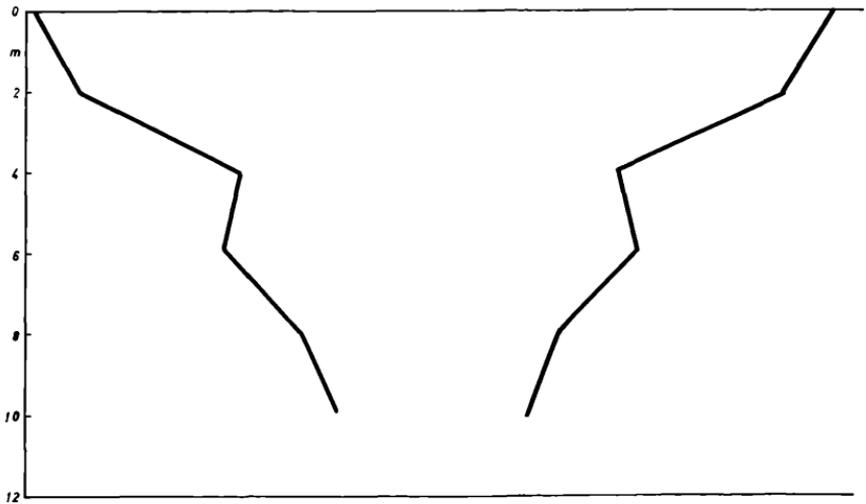
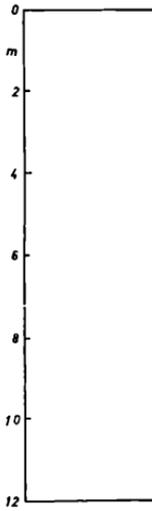


Abbildung 17



Daphnia pulex

24. 1. 74

Abbildung 18

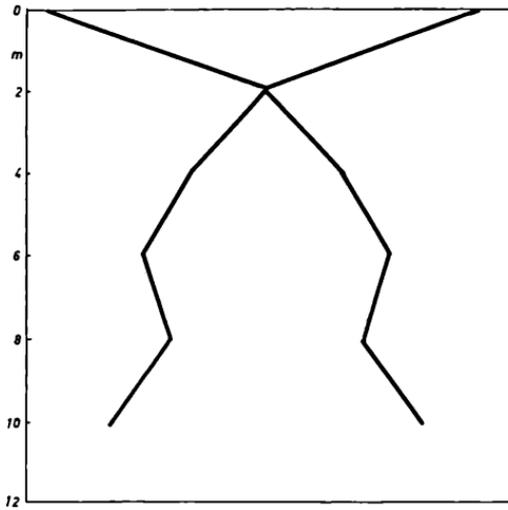


Abbildung 19

Daphnia pulex (Cladocera) war durch überaus hohe Schwankungen der Individuenzahlen im Laufe des Jahres charakterisiert.

Bei Betrachtung der Profile kann man erkennen, daß *Daphnia pulex* im Juli unmittelbar unter der Oberfläche nur gering vertreten war und bis 3 m Tiefe die Individuenzahlen angewachsen waren. Weiter in die Tiefe gehend erfolgte ein stufenweiser Abbau der Individuendichte. Das Profil von September zeigte an der Oberfläche die größte Individuenzahl. Der Bestand nahm bis 4 m Tiefe rapide ab. Von 6 bis 10 m Tiefe erfolgte abermals, aber verlangsamt, ein Abbau der Individuendichte.

Im Jänner wurden keine Daphnien gefunden.

Das April-Profil wies ein eigenartiges Bild vor. Die größte Anzahl von den Cladoceren wurde an der Oberfläche gefunden. Bis auf 2 m Tiefe erfolgte ein radikaler Rückgang der Individuendichte. Bei 4 m Tiefe konnte *Daphnia pulex* wieder nachgewiesen werden. Bis 6 m Tiefe erfolgte ein leichter Zuwachs, der aber bei 8 m Tiefe wieder etwas eingeschränkt worden war. 10 m Tiefe war wieder durch eine Zuwachsrate gekennzeichnet (Abb. 16—19).

Heterocypris incongruens (Ostracoda) zeigte ein sehr empfindliches Verhalten gegenüber chemischen Veränderungen. Bei für ihn günstigen Lebensbedingungen zeigte der Krebs einen sehr großen Zuwachs seiner Individuenzahlen an. Anhand der Profile aber ist zu erkennen, daß *Heterocypris incongruens* dem Biotop Pötschinger See nicht ganz angepaßt war.

Im Juli kam der Ostracode nur an der Oberfläche und nur in geringer Anzahl vor. Die überaus hohen Individuenzahlen im September sind knapp unter der Oberfläche zu finden. Ein schneller Rückgang erfolgte fast linear bis zum 0-Punkt in 6 m Tiefe.

Im Jänner und April war *Heterocypris incongruens* nur knapp unter der Oberfläche zu finden gewesen.

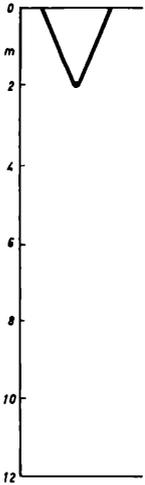
Licht auf der einen Seite und extremer Chemismus auf der anderen Seite dürften die Antagonisten bei der Verteilung der Ostracoden im See gewesen sein (Abb. 20—23).

Filina longiseta (Rotatoria)

Diese Art war nur ein einziges Mal im See aufgetreten. Juli 1973 konnte das Rotator mit großer Individuenzahl an der Oberfläche gefunden werden. Das Profil zeigte eine rasante Individuenzunahme bis 2 m Tiefe, das Maximum bei 3 m Tiefe und bei 6 m Tiefe den absoluten Schwund der Tiere.

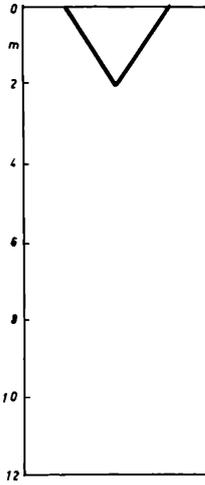
Im September wurde *Filina longiseta* nur noch in 8 m Tiefe nachgewiesen, wobei dieses Auftreten auf die Wasserzirkulation und die damit verbundene Vertragung der Organismen zurückgeführt werden könnte.

Heterocypris incongruens



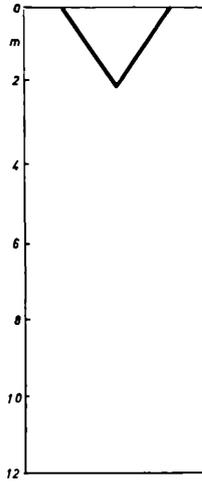
20. 7. 73

Abbildung 20



4. . 74

Abbildung 22



19. 4. 74

Abbildung 23

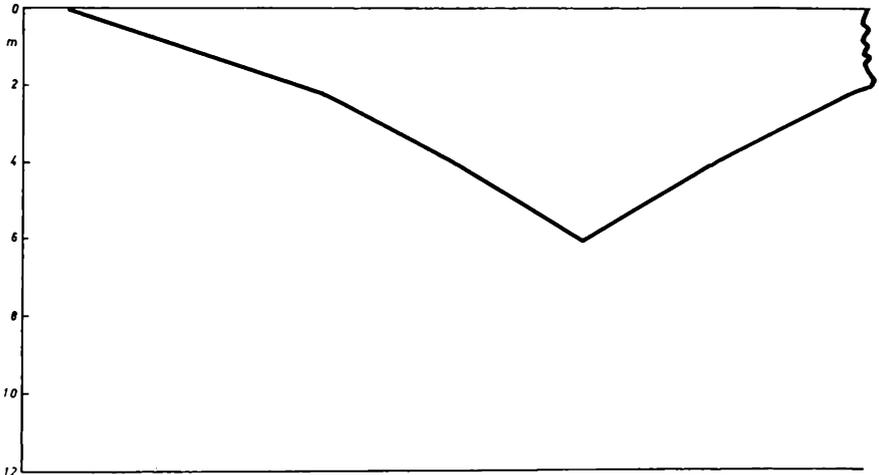


Abbildung 21

Niedere Temperaturen und extremer Chemismus dürften in den folgenden Monaten die limitierenden Faktoren für diese Art gewesen sein (Abb. 24—27).

4.1.1.1. Mengencharakteristika des Zooplanktons

Die zoozoologischen Mengencharakteristika geben Aufschluß über prozentuelle, relative und absolute Verhältnisse im Biotop.

Diese quantitative Untersuchung wurde im Juli 1973 angestellt, da zu diesem Zeitpunkt die größte Artenanzahl im See vorhanden war. Die Mengencharakteristika stellen eine Momentaufnahme dar und deshalb war es möglich, auch *Filinia longiseta* mit ihrem sporadischen Auftreten in die Statistik miteinzubeziehen. Dominanz, Abundanz, Konstanz und der Agrellsche Index sind die Charakteristika dieses Biotopes.

D o m i n a n z

Die Dominanz ist ein relatives Charakteristikum und gibt den Prozentsatz der Individuen einer Art an, wenn die Zahl aller Individuen im Bestand mit 100 angesetzt wird.

Die Dominanz beträgt für

<i>Cyclops strenuus</i>	4 ‰
<i>Daphnia pulex</i>	12 ‰
<i>Heterocypris incongruens</i>	0,2‰
<i>Filinia longiseta</i>	85 ‰
<i>Asplanchna priodonta</i>	0,2‰

A b u n d a n z

Die Abundanz ist ein absolutes Maß und gibt an, mit wievielen Individuen eine Art in einem Volumsteil des untersuchten Bestandes durchschnittlich vorkommt.

Die Abundanz beträgt für 1 hl Wasser:

<i>Cyclops strenuus</i>	15
<i>Daphnia pulex</i>	48
<i>Heterocypris inc.</i>	1
<i>Filinia longiseta</i>	349
<i>Asplanchna priodonta</i>	1

Filinia longiseta

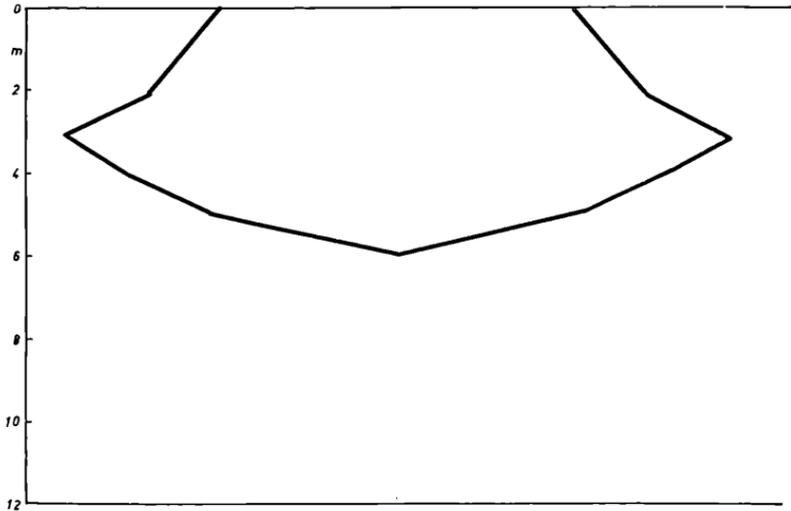
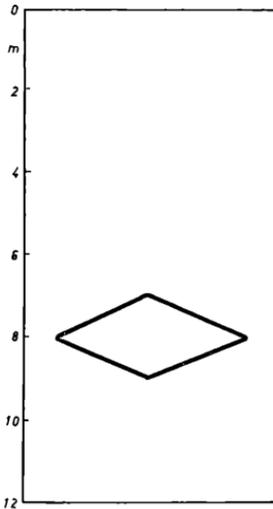
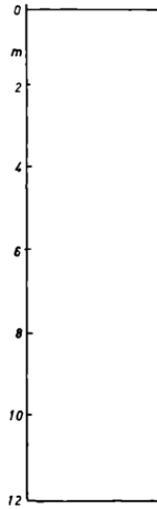


Abbildung 24



29. 9. 73

Abbildung 25



24. 1. 74

Abbildung 26

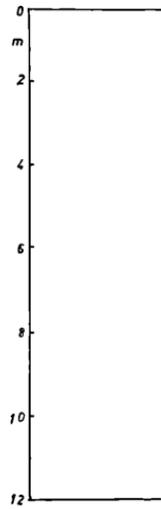


Abbildung 27

Konstanz

Die Konstanz wird durch den Prozentsatz der Proben angegeben, in denen die fragliche Art vertreten ist.

Die Konstanz beträgt:

<i>Cyclops strenuus</i>	100%	<i>Filinia longiseta</i>	90%
<i>Daphnia pulex</i>	40%	<i>Asplanchna priodonta</i>	20%
<i>Heterocypris inc.</i>	30%		

Agrell'scher Index:

Der Agrell'sche Index gibt den Prozentsatz der Proben an, in denen zwei oder mehrere Arten gemeinsam vorkommen.

Für den See gilt:

1	2	3	4	5	
100	40	30	90	20	1 (<i>Cyclops strenuus</i>)
	100	25	70	50	2 (<i>Daphnia pulex</i>)
		100	100	30	3 (<i>Heterocypris incongruens</i>)
			100	20	4 (<i>Filinia longiseta</i>)
				100	5 (<i>Asplanchna priodonta</i>)

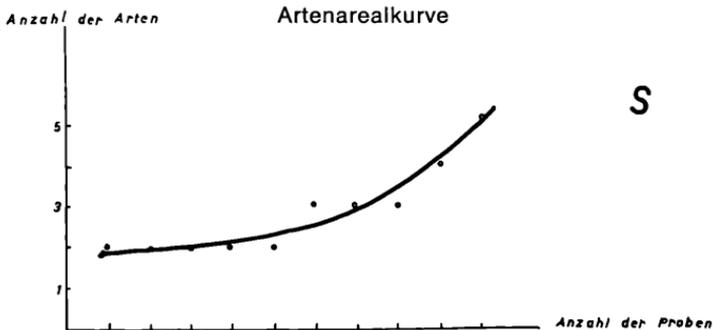


Abbildung 28

Artenarealkurve

Die Anzahl der Proben und die Artenzahl in ihnen wird in Relation gesetzt. Der vorerst langsame, später immer steilere Anstieg der Kurve veranschaulicht die Homogenität des Bestandes (Abb. 28).

Individuenarealkurve

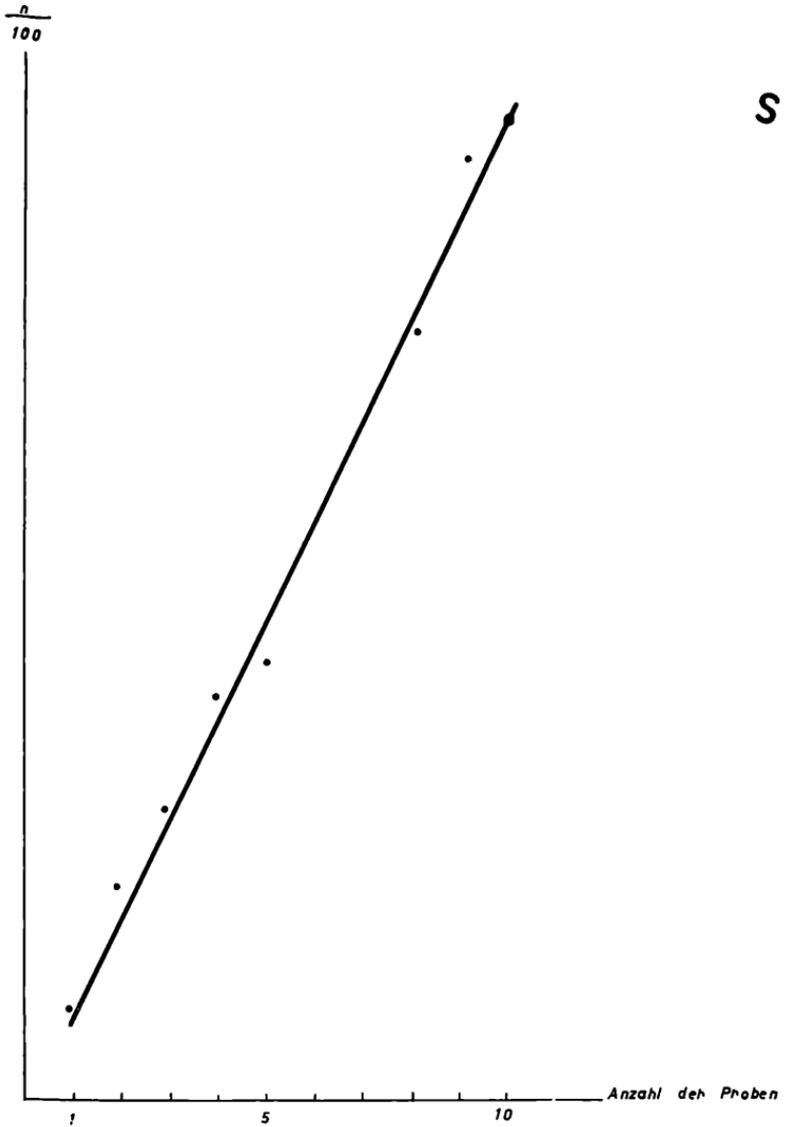


Abbildung 29

Individuenarealkurve

Bei dieser Art der Darstellung wird die Steigerung der Individuenzahlen, bedingt durch steigende Probenzahl veranschaulicht. Die Homogenität des Bestandes wird durch die Gerade charakterisiert (Abb. 29).

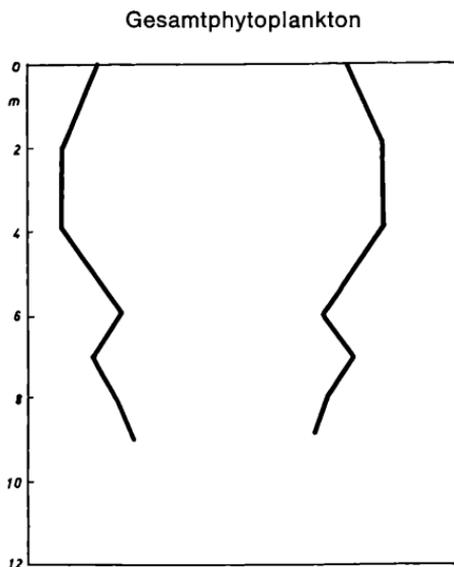


Abbildung 30

4.1.2. Phytoplankton

Das Phytoplankton konnte sich im Pötttschinger See, gestört durch die reichlich vorhandenen Eisenflocken im Winter, auch im Sommer nur schwach entwickeln. Mengenmäßig dominierte *Haematococcus pluvialis* im See in allen Tiefen. Von den Diatomeen waren *Navicula radiosa* und *Synedra ulna* die am stärksten vertretenen Formen. *Cyclotella comensis* kam nur im Sommer im See vor, vereinzelt traten auch *Asterionella formosa*, *Cymbella ruttneri*, *Gomphonema olivatum*, *Diatoma elongatum* und *Peridinium willei* auf.

Die Gesamtphytoplanktonprofile wurden parallel mit den Zooplanktonprofilen im Juli, September, Jänner und April erstellt. Auch hier erfolgten die Untersuchungen stets zur selben Tageszeit, um etwaige aktive oder passive Verfrachten nicht einkalkulieren zu müssen.

Gesamtzahlmäßig trat im Juli das Individuenmaximum zwischen 2 und 4 m Tiefe auf, Minimumwerte konnten nur bei 10 m Tiefe gefunden wer-

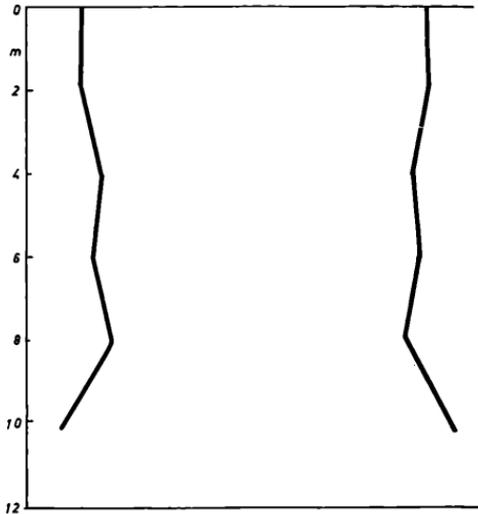
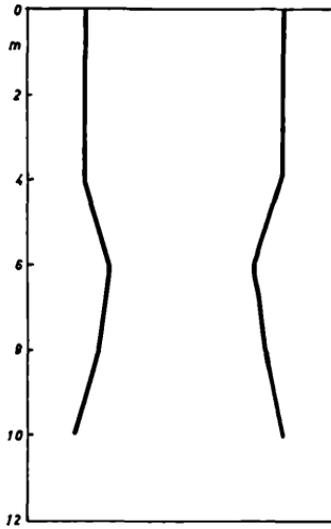


Abbildung 31

den (Abb. 30). Für den September galt, daß alle Individuen gleichmäßig in den Tiefen verteilt waren, was wohl auf die Vollzirkulation zurückgeführt werden kann (Abb. 31).

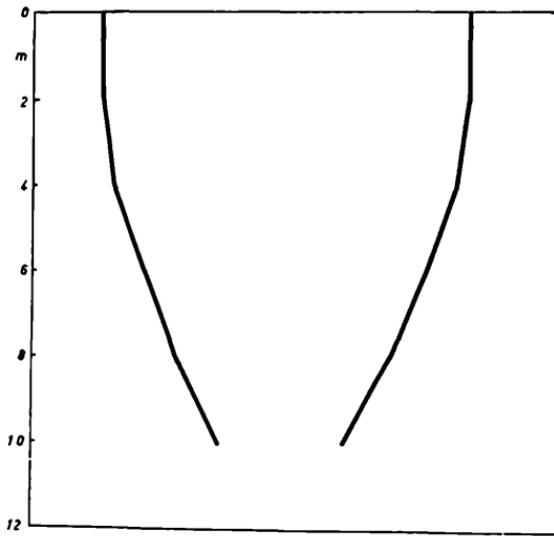
Im Jänner waren die Dichtemaxima der Individuen zwischen 0 und 4 m Tiefe aber auch bei 10 m Tiefe anzutreffen (Abb. 32).

Im April war das Maximum ausschließlich an der Oberfläche zu finden gewesen, der Planktonbestand verkleinerte sich kontinuierlich bis 10 m Tiefe, wo sich auch das Minimum befand. Die Unentbehrlichkeit des Lichtes trat bei allen diesen Profilen deutlich zutage, die Phytoplanktonmaxima waren stets unter der Oberfläche zu finden gewesen (Abb. 33).



74

Abbildung 32

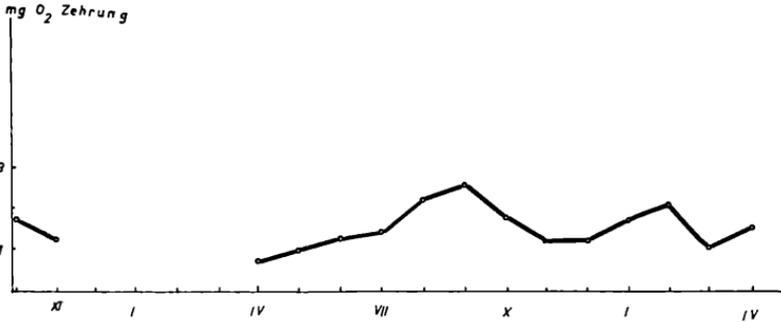


4 74

Abbildung 33

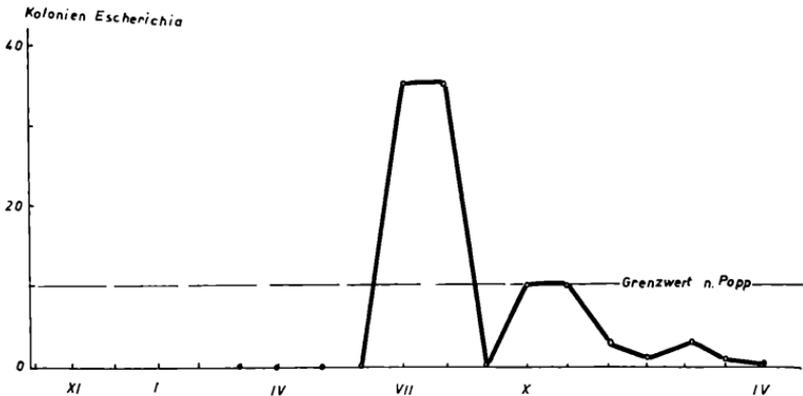
4.1.3. Mikroorganismen

Um auch Einblick in die bakteriologischen Verhältnisse des Pötschinger Sees nehmen zu können, wurde während des ganzen Jahres der BSB₅ gemessen und *Escherichia coli*-Kolonien ausgezählt. Die BSB₅-Werte schwankten im Winter um 1 mg O₂/l und im Sommer um 2,5 mg O₂/l. Der absinkende



S

Abbildung 34

BSB₅

S

Abbildung 35

Eisenflockenhorizont ist in der Abbildung als Delle zu erkennen; ein Beweis für die Beeinträchtigung der bakteriellen Tätigkeit (Abb. 34).

Escherichia coli wurde hauptsächlich während der Badesaison mit über 30 Kolonien pro 100 ml Wasser nachgewiesen und verschwand erst im April 1974 (Abb. 35).

4.2. Benthos

Das Sediment des Pötschinger Sees wurde aufs genaueste untersucht und nie konnten Makro- oder Mesoorganismen gefunden werden. Infolge der Toxizität der Eisenverbindungen und der Reduktionsvorgänge entstand ein Milieu, in dem außer bakteriellem Leben kein anderes bestehen konnte.

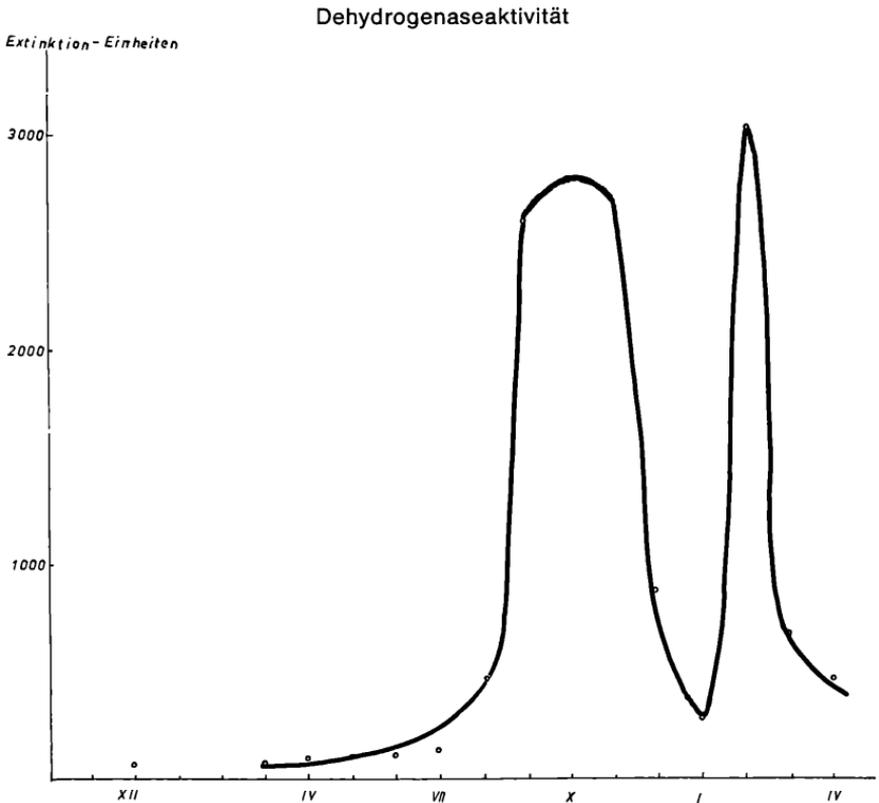


Abbildung 36

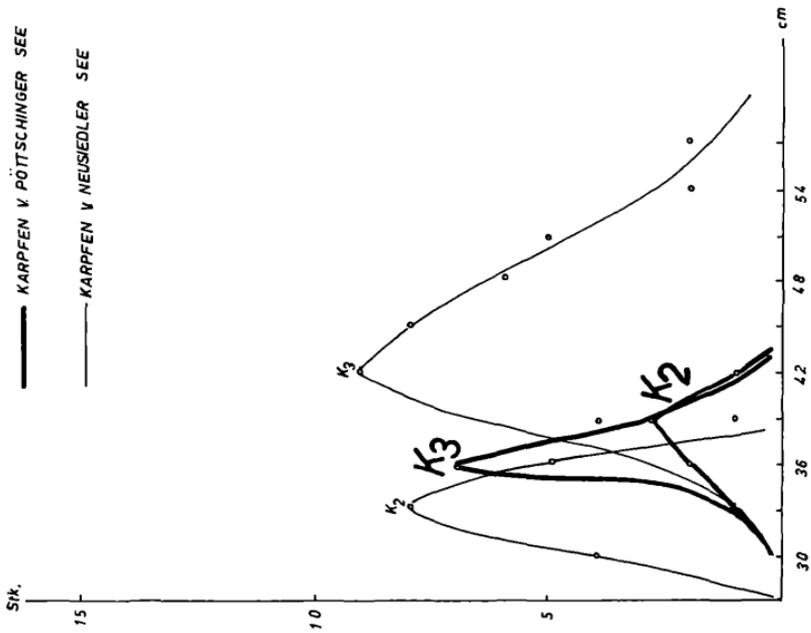


Abbildung 37

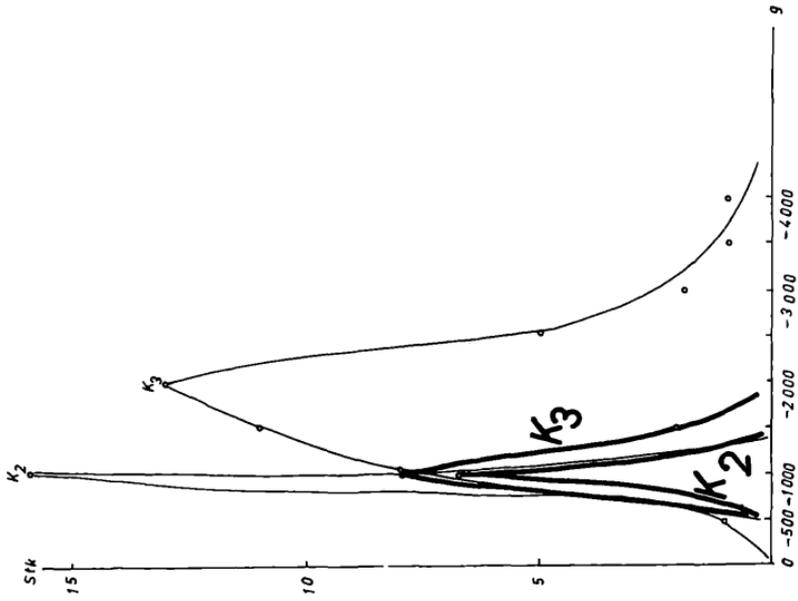


Abbildung 38

Der organische Gehalt des Sedimentes, bestimmt durch Ausglühen, betrug 9—18% der Humusgehalt schwankte um 0,5%.

Die Mikroorganismen des Schlammes wurden mit Hilfe der Messung der Dehydrogenaseaktivität erfaßt. Die Abbildung zeigt die Mengenverhältnisse im See während des gesamten Jahres. Wintereinbruch und Absinken der Eisenflocken riefen die markante Einschränkung der Dehydrogenaseaktivität und der damit verbundenen Anzahl der Mikroorganismen hervor (Abb. 36).

4.3. *Fische*

Durch das Fehlen der Fischnährtiere im See aufmerksam gemacht, erfolgte eine genaue Untersuchung des physiologischen Zustandes der Karpfen (*Cyprinus carpio*), die den Großteil der Besiedlung ausmachten. Die Untersuchungsbefunde ergaben, daß die Fische alle unterernährt waren und von eigener Körpersubstanz zehren mußten. Abb. 37 und Abb. 38 zeigen eine Gegenüberstellung von Karpfen gleichen Alters aus dem Pötttschinger See und dem Neusiedler See; ganz deutlich blieben die K_3 (dreisömmrigen Karpfen) des Pötttschinger Sees in Länge und Gewicht hinter den anderen zurück, obwohl, wie aus der Abb. 38 deutlich hervorgeht, die K_2 des Pötttschinger Sees als Besatzfische von vornherein länger und schwerer gewesen waren. Serologische Tests, im Herbst 1973 und Frühjahr 1974 unternommen, sollten die mangelnde Ernährung beweisen und Krankheiten als Ursache für die Hungersymptome ausschließen.

Bei der Elektrophorese wurde Blutserum in seine Bestandteile aufgetrennt und ein bestimmtes Verhältnis der Fraktionen bestätigte den physiologischen oder pathologischen Zustand des Individuums.

Bei den Karpfen des Pötttschinger Sees waren die α_1 und β -Werte der Globuline sehr niedrig und deuteten auf Unterernährung hin (Abb. 39). Der Gesamteiweißgehalt des Fischblutes war ebenfalls überaus niedrig, ein Zeichen, daß die Karpfen vom eigenen Körpereweiß zehrten (Abb. 40). Harnstoff und Reststickstoff waren als Restprodukte des Eiweißabbaues dementsprechend hoch (Abb. 41). Die Takata-Probe ergab das Vorliegen einer Verschiebung des Albumin-Globulinverhältnisses, ein weiterer Beweis für den Hungerzustand der Karpfen (Abb. 42).

Bei den Darstellungen wurde jeweils der Normalbereich der einzelnen Untersuchungskriterien den gefundenen und statistisch ausgewerteten Werten von Herbst und Frühjahr gegenübergestellt.

Die Kreise bzw. Ovale zeigen den Mittelwert, die Linien die Grenzen der Standardabweichung an. Die Herbstuntersuchung wird durch die volle Linie, die Frühjahrsuntersuchung durch die gepunktete Linie charakterisiert.

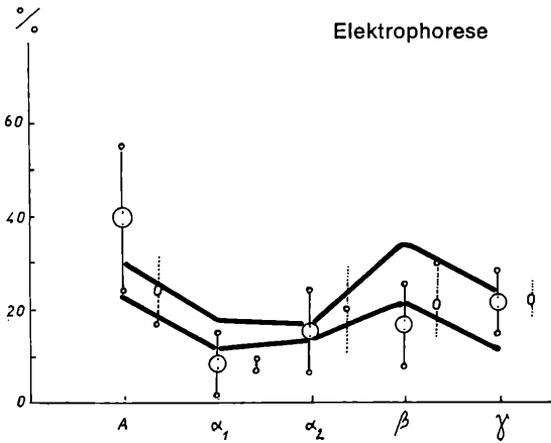


Abbildung 39

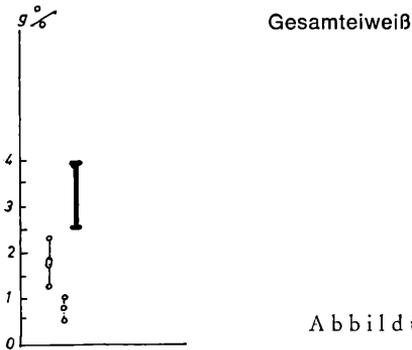


Abbildung 40

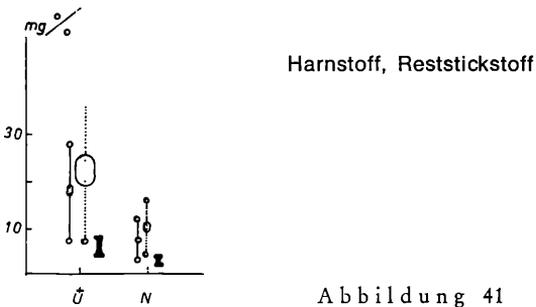
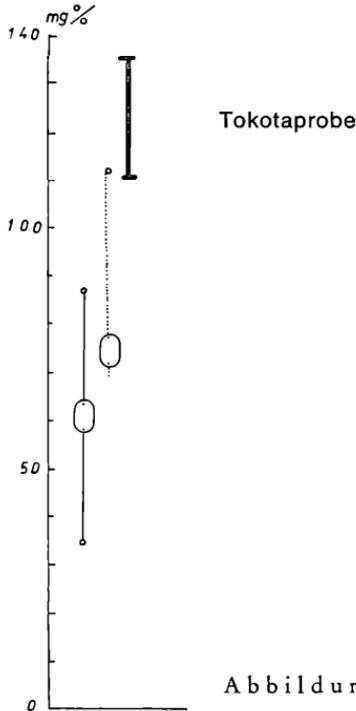


Abbildung 41



Zusammenfassend wäre zu sagen, daß sich auch bei den Vertebraten das Eisen auf den Organismus auswirkt und aus sekundären Ursachen ein natürliches Fortkommen der größeren Fische stark eingeschränkt wird.

5.1. *Besprechung der Ergebnisse*

Der aus einem überfluteten Braunkohlentagbau entstandene Pötttschinger See weist in physikalischer, chemischer und biologischer Hinsicht Eigenheiten auf, die zur Bewertung als Extremgewässer berechtigen. Wie aus der Literatur ersichtlich ist, enthielten Kohlenflöz und umgebende Tegelschichten Eisen-Schwefelverbindungen in hohem Ausmaße. Diese beiden chemischen Elemente beeinflussen nun nach erfolgter Flutung des Bergwerkes weitgehend den Chemismus des Seewassers und den ökologischen Kreislauf der Organismen. Diese Arbeit will Faktoren der Auswirkungen der großen Eisen-Schwefelkonzentrationen auf die Biozöosen des Sees erfassen und in Form einer Theorie die Vorgänge zu erklären versuchen.

Die Eisenflocken, denn als solche tritt das Eisen in Erscheinung, sind im Winterhalbjahr im gesamten Pelagial zu finden und rufen eine Rotfärbung des Wassers hervor. Mit Aufhören der Niederschläge im Frühjahr und damit verbundenem Versiegen der Grundwasserzutritte, wie auch infolge Einstellen einer stabilen Schichtung im See sinken die Eisenflocken ab und das Wasser bleibt klar zurück. Die starken pH-Änderungen und der Sauerstoffschwund in der Tiefe des Pötschinger Sees im Sommerhalbjahr lassen auf chemische Reaktionen im und über dem Sediment schließen. Zu dieser Zeit konnte auch starke bakterielle Tätigkeit im Schlamm nachgewiesen werden. Seewasser, das aus der Tiefe des Sees mit einem Schöpfer gefördert wurde war im Gefäß selbst zuerst farblos, sobald aber Luft hinzutreten konnte, erfolgte eine intensive Rotbraunfärbung. Dies war ein optisches Zeichen für die Oxidation des zweiwertigen Eisens zu dreiwertigem.

Betrachtet man nun diese Vorgänge und vergleicht sie mit den Analyseergebnissen so kann man zu folgender Schlußfolgerung kommen: Die sedimentierten, dreiwertigen Eisenflocken werden in der Benthalzone bakteriell reduziert. Durch das Vorhandensein zweiwertigen Eisens wird das Protonengleichgewicht in der Tiefe gestört und saure Verhältnisse treten auf. Im Zusammenhang mit dem niederen pH-Wert und der toxischen Wirkung des reduzierten Eisens werden die Existenzmöglichkeiten für Meso- und Makroorganismen im Schlamm total eingeschränkt. Mit Beginn der Herbstzirkulation, den auftretenden Niederschlägen und Grundwasseraustritten erfolgt eine Turbulenz und Belüftung des Seewassers bis über den Seegrund hin. Durch die Konvektionsströmungen gelangt Eisen wieder ins Pelagial und wird langsam aufoxidiert. Die zuerst leicht saure Situation an der Wasseroberfläche und die Rotfärbung des Sees deuten auf ein Nebeneinanderbestehen von zweiwertigem und dreiwertigem Eisen im freien Wasser hin.

Das Ansteigen des pH-Wertes und die intensivere Färbung beweisen später die vollständige Oxidation des Eisens.

Die Sulfatanalysen zeigten im See das ganze Jahr über sehr hohe Werte an. Die große Härte des Wassers wurde hauptsächlich durch Sulfatverbindungen hervorgerufen, Karbonate, die bei anderen Seen die Härte beeinflussen, traten hier stark zurück. Im Gegensatz zu sonstigen „Karbonatgewässern“ muß der Pötschinger See als „Sulfatgewässer“ bezeichnet werden.

Infolge des hohen Salzgehaltes des Wassers und der extremen Schwankungen des Chemismus konnten im Pötschinger See nur anspruchslose und zähe Organismen überleben. Von den Konsumenten waren nur die Crustaceen *Cyclops strenuus*, *Daphnia pulex* und *Heterocypris incongruens* mit schwankender Individuenhäufigkeit vertreten. *Filinia longiseta* (Rotatoria)

zeigte im Sommer 1973 ein einmaliges Masseauftreten und wurde danach im See nicht mehr nachgewiesen.

Die Chlorophycece *Haematococcus pluvialis* (oft nur als *Palmellastadium* gefunden) und die Diatomeen *Navicula radiosus* und *Synedra ulna* bildeten in der Mehrheit die Produzenten. Die geringen Artenzahlen sowohl des Zoo- wie auch des Phytoplanktons veranschaulichen den direkten Einfluß des Chemismus auf die Planktonorganismen.

Fischuntersuchungen beim Karpfen (*Cyprinus carpio*) ergaben eine Sekundärschädigung des Organismus durch den Eisenkreislauf im See. Infolge des Fehlens der Fischnährtiere im Sediment traten Hungersymptome auf, die im Vergleich mit gleichaltrigen Karpfen des Neusiedler Sees und in Serumuntersuchungen zum Ausdruck kamen.

Aus den biologischen Befunden ist die einschränkende Wirkung der „Eisenperiodik“ auf das ökologische Gefüge deutlich ersichtlich. Betrachtet man aber die Gesamtsituation des Pötttschinger Sees, so muß man erkennen, daß das Sedimentieren und Wiederauftreten der Eisenflocken dem Gewässer eher zum Vorteil gereicht.

Der See, der als Badegewässer fungiert, wird im Sommer naturgemäß organisch ziemlich belastet, die *Escherichia coli* — und BSB₅ Werte geben ein entsprechendes Bild davon. Sinken nun im Frühjahr die Eisenflocken, so nehmen sie einen Großteil der eingebrachten Verschmutzung mit in die Tiefe, der See bleibt verhältnismäßig gesäubert zurück. Eine ähnliche Wirkung wird oft in der dritten Reinigungsstufe mancher Kläranlagen erzielt, wo durch Zugabe von Eisenchlorid ein Reinigungseffekt bewirkt wird. Die durch den Menschen vorangetriebene Eutrophierung des Pötttschinger Sees wird eben durch das periodische Fällen und Wiedererscheinen des Eisens im Pelagial hintangehalten.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Beim Pötttschinger See kommt ein halbjährlich periodisches Auftreten und Fällen von Eisenflocken vor, das im Zusammenhang mit den andauernd hohen Sulfatkonzentrationen auf die Organismenwelt des Sees eine einschränkende Wirkung ausübt. Statt einer biologischen Selbstreinigung erfolgt hier eine anorganische Säuberung des Gewässers.

L i t e r a t u r:

BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere. Ihre Erforschung unter besonderer Berücksichtigung der zoozoologischen Arbeitsmethoden. — Verl. d. Ungar. Akad. d. Wiss., Budapest.

- BOUVENG, H. O.: Zur chemischen Behandlung von städtischen Abwässern Abt. f. Öffentlichkeitsarbeit d. Farbwerke Hoechst AG. Frankfurt (M) 80 S. 6, 7.
- HARTKORN, K. H. (1973): Elimination von Phosphaten und Stickstoffen Städtehygiene 24. Jhg., H. 9, S. 213—217.
- JANK, F. (1971): Labordiagnostik in der Praxis. — Wilhelm Maudrich Verlag, Wien.
- LENHARD, G. (1962): A study of methods for the classification of bottom deposits of natural waters. — Hydrobiologia 20 223—240.
- MÜLLER, H. (1959): Zur Limnologie der Rechtsgewässer des Braunkohlenbergbaues. — Dtsche. Akademie d. Landwirtschaftswissenschaften Sitzungsberichte Bd. VII, H. 18, Berlin.
- PETRASCHEK, W. (1912): Die Kohlenlager im inneralpinen Wiener Becken und seiner nördlichen Fortsetzung, dem Gödinger Revier. Verh. d. GBA.
- RODINGER, W. (1975): Der Pötschinger See, ein Extremgewässer am Rande des Wiener Beckens. — Bibl. d. Zool. Institute, Univ. Wien, Diss.
- SAUBERER, F. (1962): Empfehlungen zur Durchführung von Strahlungsmessungen an und in Gewässern. — Internat. Vereinigung f. theoret. u. angewandte Limnologie. Komitee f. limnol. Methoden Veröffentlichung Nr. 11, Stuttgart.
- UNTERÜBERBACHER, L. (1962/63): Über das Wachstum und Lebensweise des Karpfens im Neusiedler See. — Ztschr. f. Fischerei u. deren Hilfswissenschaften Dtsche. Akademie f. Landwirtschaftswissenschaften Bd. XI, H. 1—10, Berlin.

Anschrift des Verfassers: Koär. Dr. Wolfgang RODINGER, Bundesanstalt für Wassergüte, Schiffmühlenstraße 120, Postfach 7, A-1223 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1976-1977

Band/Volume: [1976-1977](#)

Autor(en)/Author(s): Rodinger W.

Artikel/Article: [Der Pötschinger See, ein Restgewässer des Braunkohlentagbaues
285-321](#)