

LIMNOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN AM FUSCHLSEE 1979

Water chemistry and nutrients in Fuschlsee 1979

Johannes HASLAUER jr.

Abstract:

Monthly vertical distribution of secchi-depth, temperature, pH, conductivity, oxygen concentration and saturation, NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 , and total phosphorous in Fuschlsee has been investigated. Mean secchi-depth was 5,6 m with maximum 9 m and minimum 3 m. During spring overturn the lake was well oxygenated with 96 % near the bottom till end of April. After summer stratification oxygen depletion near the ground ($0,1 \text{ mg O}_2/\text{l}$) was observed. Autumnal overturn saturated the lake up to 80 % Nutrient input was high during melting of the ice-cover in March. Blooms of Dinobryon in the surface layers and Oscillatoria in 12 m depth gave two vertical maxima of particulate phosphorous concentration in summer. Nitrogen seemed to be a growth-limiting nutrient beside phosphorous in Fuschlsee.

A water budget and nutrient balance will be presented in autumn 1980.

Einleitung:

Die im Jahre 1978 begonnene Bilanzierung der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff im Fuschlsee und seinem Einzugsgebiet wurde 1979 weitergeführt. Vom Untersuchungsjahr liegen 14-tägige oder monatliche Vertikalprofile von den zwei Seebecken vor. Gleichzeitig wurden Probenentnahmen im Einzugsgebiet, an den Oberflächenzubringern, vom Niederschlag, dem Grundwasser und dem Seeausrinn (Fuschler Ache) durchgeführt.

Folgende Parameter wurden untersucht: Sichttiefe, pH, Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoff, Eisen, PO_4 , gesamt löslicher Phosphor, Totalphosphor, partikulärer Phosphor, Ammonium, Nitrit, Nitrat, gesamt löslicher Stickstoff, Totalstickstoff, partikulärer Stickstoff, Chlorophyll a, b, c, Primärproduktion zu den verschiedenen Jahreszeiten sowie fallweise Alkalinität, Calcium, Magnesium und Chlorid. Gleichzeitig mit der chemischen Probenentnahme wurden Entnahmen von Phyto- und Zooplanktonproben vorgenommen. Diese Untersuchungen sind zum Teil abgeschlossen und werden an anderer Stelle vorgelegt (Dr. Dokulil, Dr. Moog, Dr. Pum).

Eine möglichst umfassende Aufnahme der Wasserbilanz soll die Berechnung der jeweiligen Frachtwerte und dadurch die Nährstoffbilanzierung ermöglichen. Die vollständige Auswertung aller Daten wird bis Ende 1980 vorliegen.

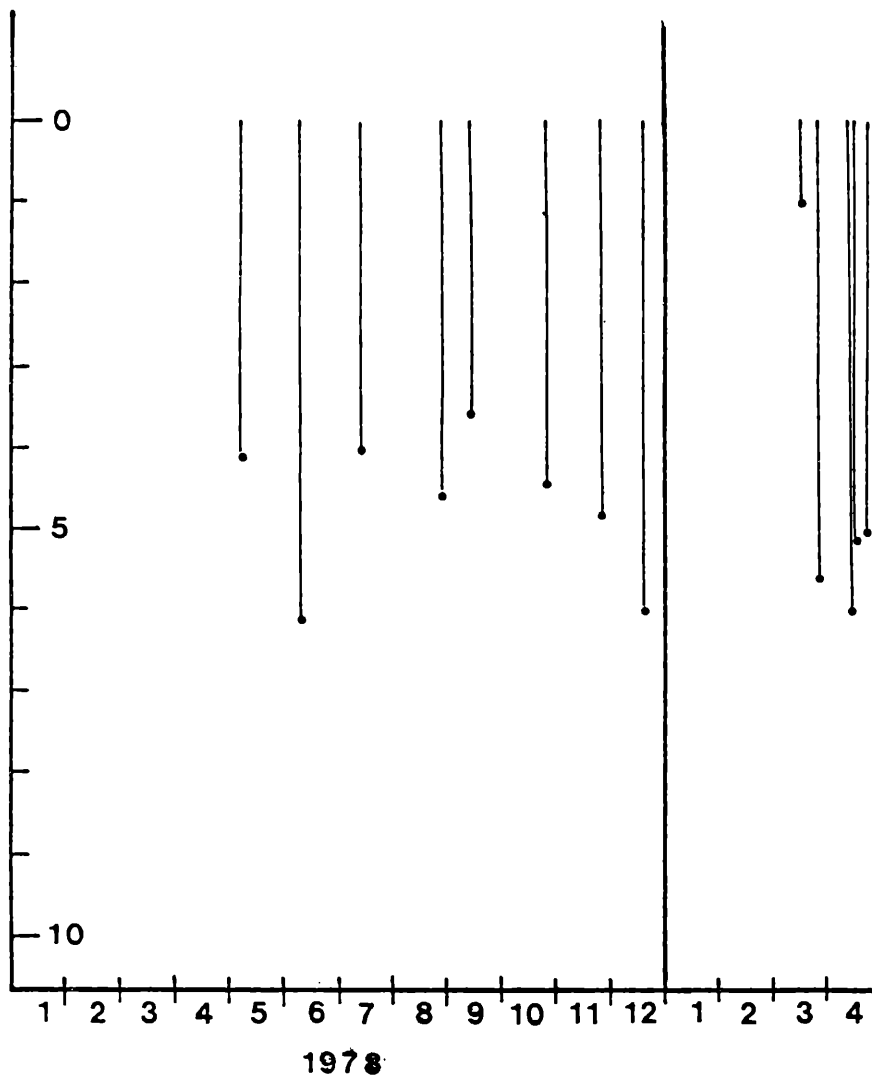
Ergebnisse:

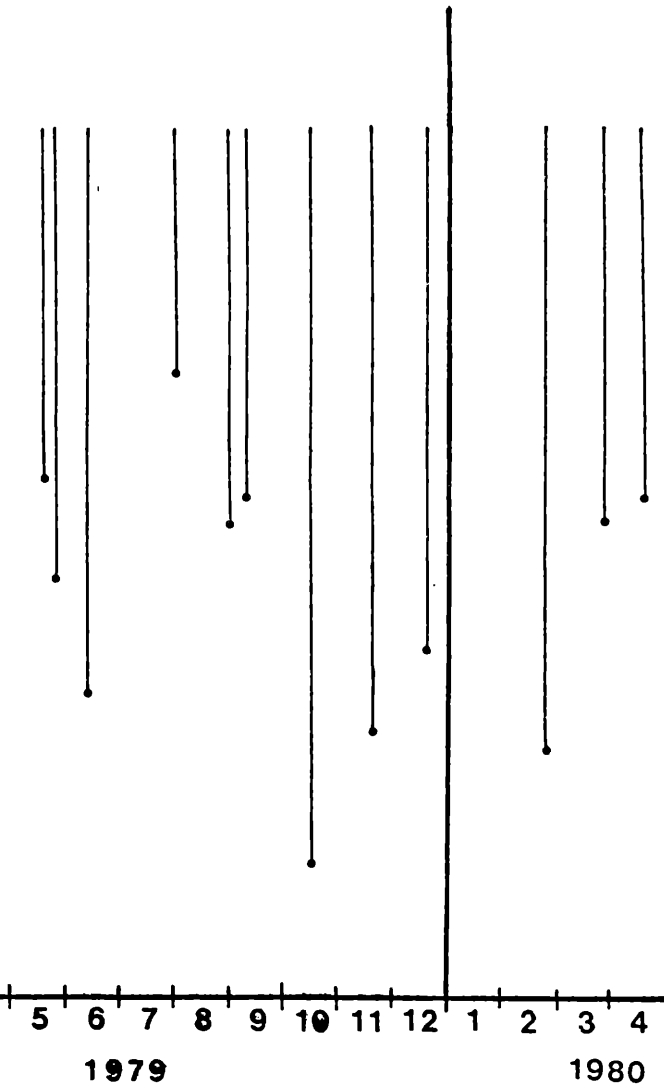
Sichttiefe

Die mittlere Sichttiefe 1979 betrug an der tiefsten Stelle in der Ostbucht 5,6 m. Die maximale Sichttiefe wurde am 14. Oktober mit 9,0 m, die minimale am 31. Juli mit 3,0 m gemessen (Abb. 1). Von Dezember 1978 bis 14.3.1979 war der See vollständig mit Eis bedeckt. Bis Mai wurde die Sichttiefe von der Verteilung der Kieselalgen in den obersten fünf Metern bestimmt. Im Juni erhöhte sich die Sichttiefe gleichzeitig mit dem temperaturbedingten Absinken der Diatomeen, die im Juli völlig aus dem See verschwanden. Das Minimum von drei Meter Sichttiefe im Juli - ein Meter Sichttiefe am 14.3. war durch den Eisbruch bedingt - kann durch eine Massenentwicklung von Dinobryon in den obersten zwei Metern erklärt werden. Die Zunahme der Sichttiefe bis September ging parallel mit dem Abnehmen von Dinobryon, die ab Oktober nicht mehr auftraten.

Da *Oscillatoria* das ganze Jahr über zwischen 12 und 14 Meter eine konzentrierte Schicht bildete, war im Oktober eine maximale Sichttiefe von neun Metern erreicht. Die Abnahme der Sichttiefe gegen den Dezember hin erklärt sich mit dem neuerlichen Auftreten der Kieselalgen und der durch die Durchmischung bedingten gleichmäßigen Verteilung der *Oscillatoria*.

Abbildung 1: Sichttiefe - secchi-depth





Temperatur

Nach der Frühjahrszirkulation blieb der See bis Mitte April völlig durchmischt. Ende April setzte eine leichte Erwärmung von der Oberfläche her ein. Im Juni wurden die höchsten Oberflächentemperaturen erreicht, ein ausgeprägter Temperatursprung war bei sechs Meter anzutreffen. Infolge des schlechten Wetters sank die Oberflächentemperatur im Juli ab. Die Sprungschicht befand sich in zehn Meter Tiefe und blieb von August bis Oktober in etwa 12 Meter deutlich ausgebildet. Ab Mitte November setzte die Herbstzirkulation ein, im Dezember war der See in allen Tiefenstufen homotherm (Tab. 1, Abb. 2)

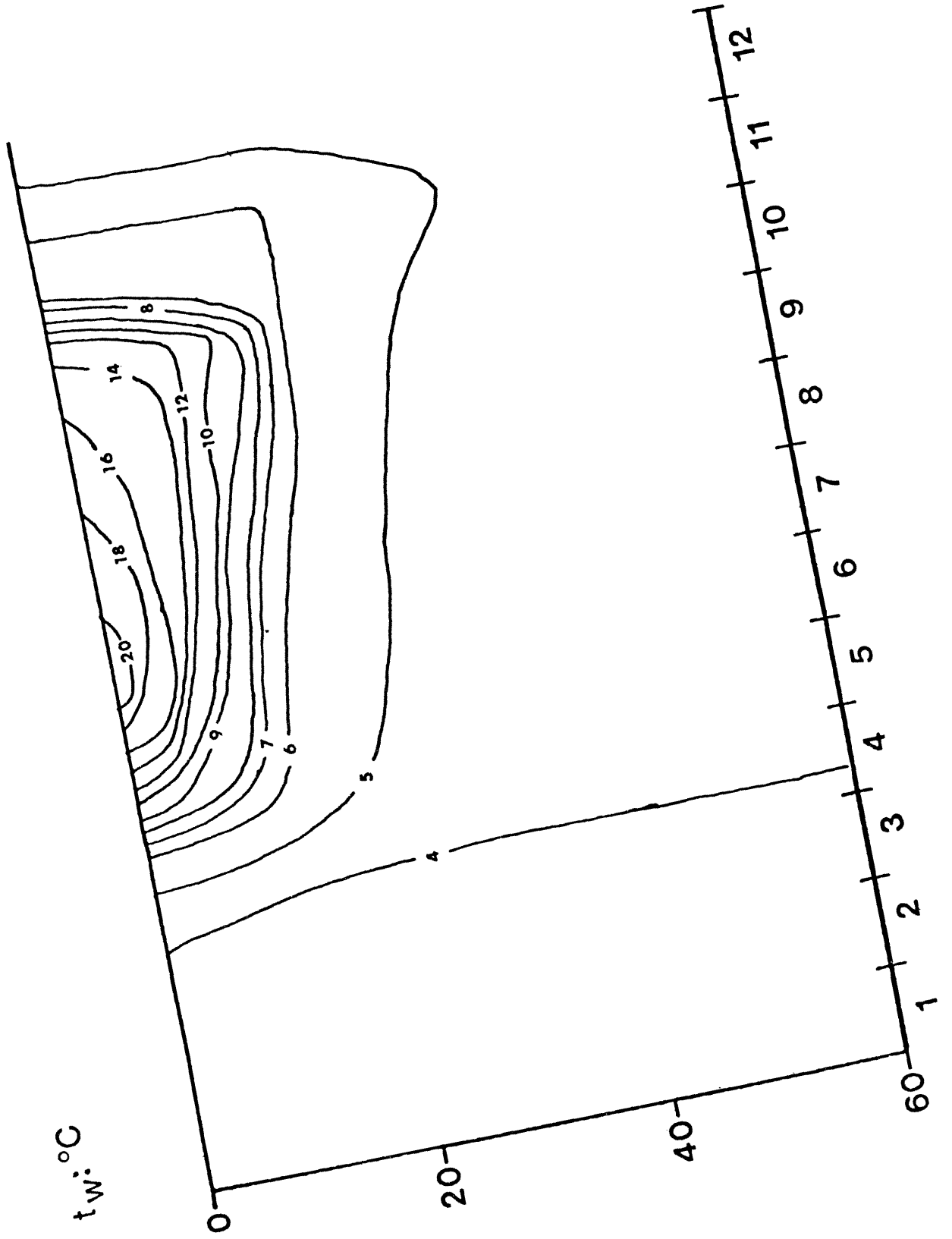
pH, Leitfähigkeit

Ab Mai baute sich ein pH-Gefälle zum Grund hin aus, das im Oktober (Oberfläche: 8,46; 60 m: 7,48) am stärksten ausgeprägt war. Diese Entwicklung ging parallel mit der zunehmenden Produktion im Epilimnion im Sommer und der vermehrt auftretenden Zersetzungs- und Fäulnisprozesse der absterbenden Algen am Grund. Die an der Oberfläche etwas geringeren pH-Werte sind auf Luftkontakt mit sauer reagierenden Schadstoffen (hauptsächlich nitrose Gase, SO_2) zurückzuführen (Tab. 2)

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit zeigte im April gegenüber März etwas niedrigere Werte an, was

Abbildung 2: Temperatur - Isoplethen

1979



auf die Inkorporation ionogener Substanzen, besonders durch Diatomeen, sowie auf den Verdünnungseffekt durch Schmelzwasser zurückzuführen war. Der Anstieg im Mai wird durch zusätzlichen Eintrag von Elektrolyten (2. Düngeperiode) und die beim Absterben von Organismen (Diatomeen) freiwerdenden ionogenen Substanzen erklärt. Die Zunahme der Leitfähigkeit ab Juni im Hypolimnion wurde durch absterbende Organismen hervorgerufen. Die geringeren Konzentrationen im August lassen auf vermehrte Inkorporation durch Blau- und Grünalgen und vermehrt auftretenden Blütenpflanzen schließen. Das im November erreichte Jahresmaximum (270-310 Mikrosiemens) wurde durch das Absterben der im Oktober und November zahlreich gewesenen Organismen hervorgerufen. Im Dezember trat das Jahresminimum auf (Tab. 3).

Sauerstoff

Der Vergleich der Sauerstoffwerte (O_2 -Defizit, O_2 -Index) zeigt für 1979 im wesentlichen gleiche Verhältnisse wie im Jahr 1978.

Ende April bis Anfang Mai war der gesamte Wasserkörper des Sees infolge der Frühjahrszirkulation vollständig durchmischt und wies in Bodennähe Sättigungswerte bis 96 % auf. Mit einsetzender Temperaturschichtung und Erwärmung der oberen Wasserschichten kam es zu einer deutlichen Steigerung der Photosyntheseaktivitäten und

damit zu einer Übersättigung im Epilimnion. So wurden zum Beispiel im Juli 166 % Übersättigung gemessen. Andererseits setzt im Hypolimnion eine Sauerstoffzehrung ein, die bis zum Ende der Sommerstagnation zu einem fast völligen Schwund des Sauerstoffes in Bodennähe führte. Die 4 mg-Grenze lag im November bei 40 m. Witterungsbedingt etwas früher als 1978 begann Mitte November die Herbstzirkulation. Die Sauerstoffkonzentrationen erreichten in der Tiefe etwa 80 % des Sättigungswertes. Ein Vergleich der Untersuchungsperiode mit 1978 zeigt, daß im Sommer 1979 im Epilimnion auf Grund der Sauerstoffkonzentrationen eine signifikant stärkere Photosynthese zu beobachten war. Ob diese erhöhte Photosynthese auf eine Vermehrung der Biomasse zurückzuführen ist, kann erst nach Auswertung des Phytoplanktons beurteilt werden (Abb. 3 und 4, Tab. 4 und 5).

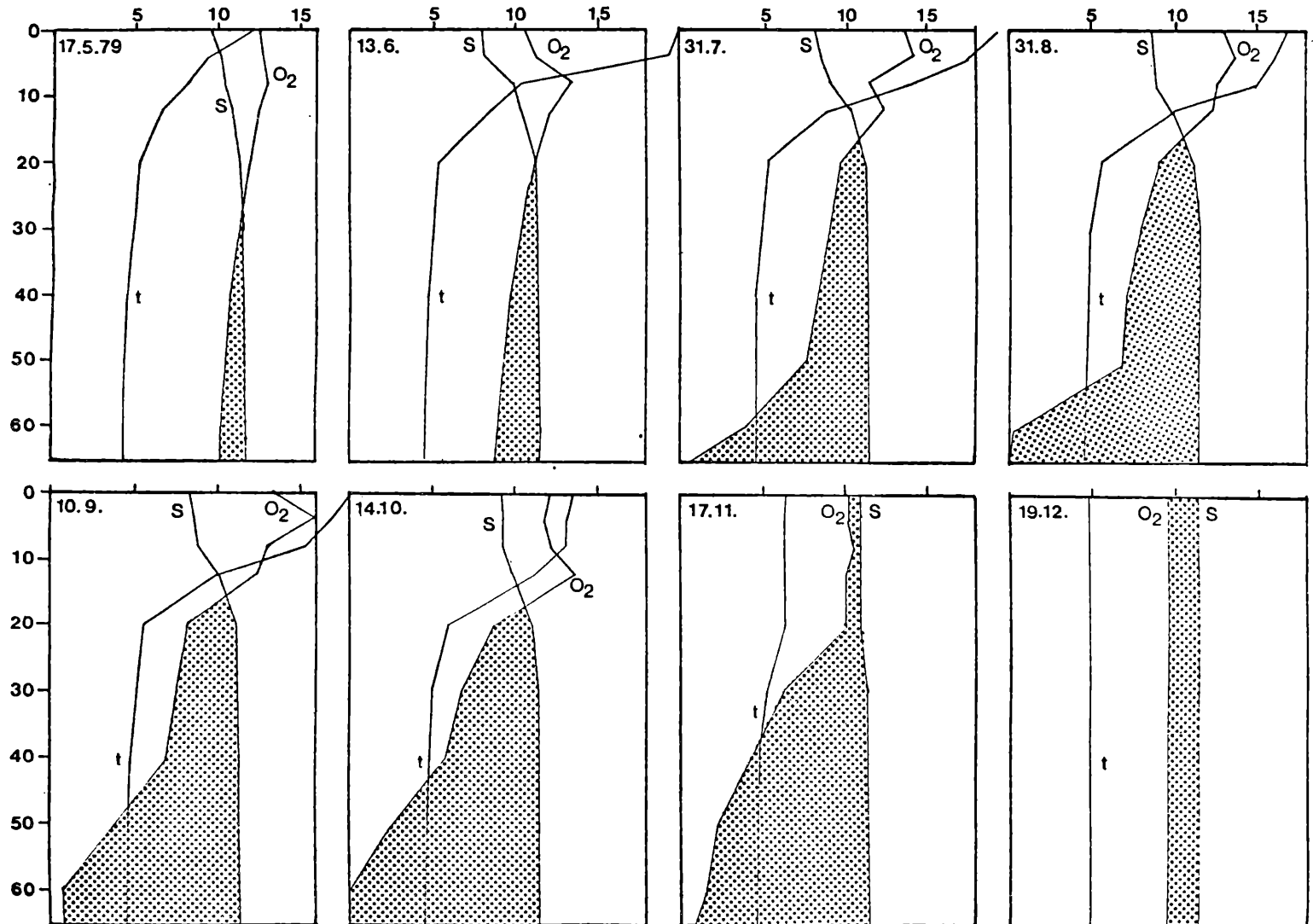
Nährstoffe

Der See war bis März mit einer geschlossenen Eisdecke versehen. Beim Auftauen gelangten die im Eis gespeicherten Nährstoffe in den See, wobei Konzentrationen von über 200 Mikrogramm Totalphosphor gemessen wurden.

Gleichzeitig erfolgte, bedingt durch die erste Düngung der umliegenden Felder auf dem noch tragfähigen Schnee ein erhöhter Eintrag von Nährstoffen mit dem ersten Schmelzwasser.

Abbildung 3: Temperatur, Sauerstoffsättigung und Sauerstoffgehalt 1979

temperature, oxygen-saturation, and oxygen concentration 1979



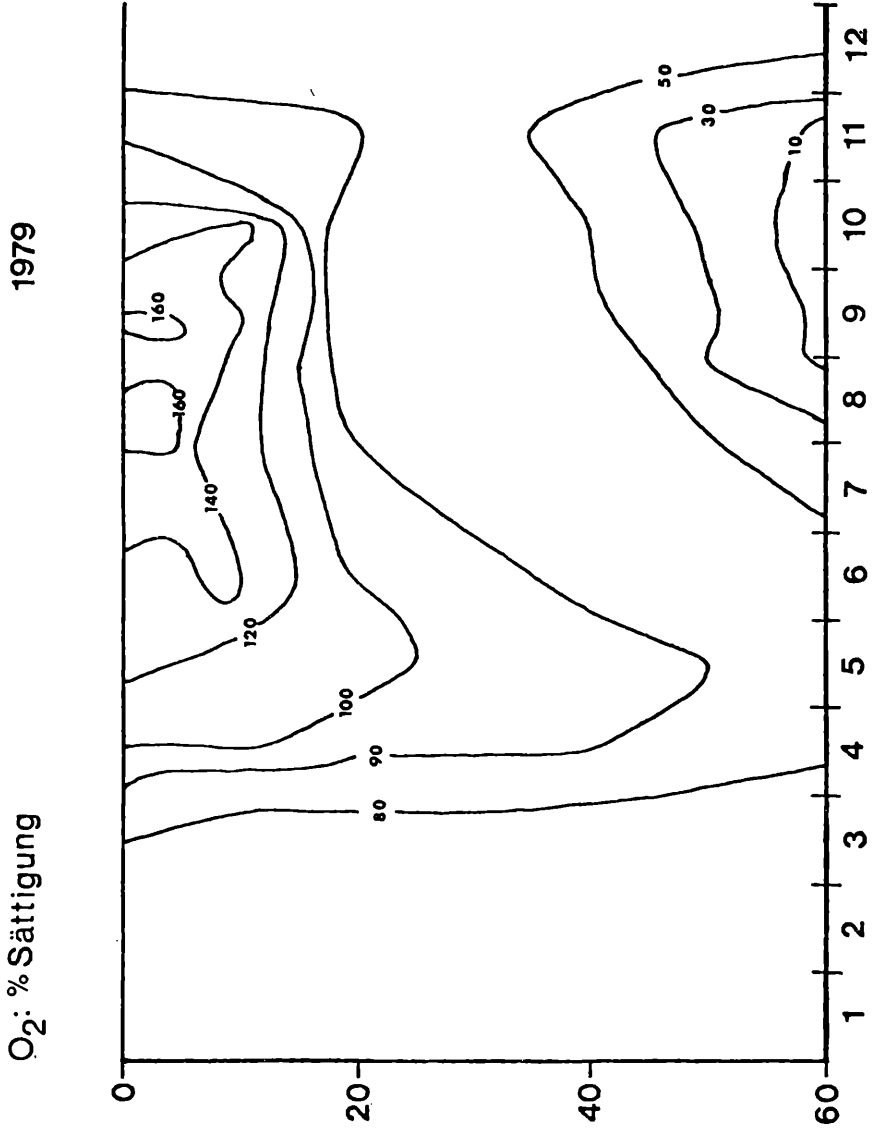


Abbildung 4: Sauerstoffsättigung
Oxygen saturation

Daraus resultierten die höchsten Konzentrationen des Phosphors im See im Monat März. Auch die erhöhten Ammoniumwerte sind darauf zurückzuführen. Durch Auswaschung infolge erhöhten Zu- und Abflusses bewirkte das weiter zufließende Schmelzwasser einen Verdünnungseffekt im April. Die Nährstoffkonzentration nahm deutlich ab und eine leichte Schichtung ließ sich bereits erkennen. In 12 Meter Tiefe kam es zu vermehrter Inkorporation von Phosphor was durch Abnahme von Orthophosphat und Zunahme von Totalphosphor belegt wurde.

Im Mai war besonders der Anstieg von Nitrat bemerkenswert, der auf die noch vollständig ablaufende Nitrifizierung hinweist. Beim Ammonium kam es zur Ausbildung eines parabolischen Profils mit Maxima an der Oberfläche und in 60 Meter Tiefe. Der Anstieg des partikulären Phosphors und der starke Anstieg des partikulären Stickstoffs wiesen genauso wie die Zunahme an Chlorophyll und die Zunahme der Biomasse auf eine starke Populationsentwicklung des Phytoplanktons im Epilimnion hin.

Im Juni war ein deutlich ausgeprägtes Tiefenprofil erkennbar, wobei es zur Zunahme des partikulären Phosphors kam wenn auch das Angebot von Orthophosphat nicht quantitativ inkorporiert wurde. Unterhalb von zehn Meter fand man höhere Nitratwerte, die auf die Nitrifizierung von bei Fäulnisprozessen entstandenem Ammonium schließen läßt.

Infolge der starken Vermehrung der Algen wurde ab Juli das Angebot an Orthophosphat sofort verbraucht. Zersetzungsendizierende Parameter wie Ammonium stiegen im Epilimnion leicht an. Im Juli begann eine starke Abnahme des Nitrats an der Oberfläche bis zu 12 Meter Tiefe. Da keine extreme Steigerung von Nitrit oder Ammonium vorlag, muß angenommen werden, daß in hohem Maße Nitrat inkorporiert wurde. Der Verbrauch des Nitrats im Verlauf des Sommers im Epilimnion ging Hand in Hand mit einer Dinobryonblüte in den oberen Metern. Dies zeigt, daß nicht mehr allein der zur Verfügung stehende Phosphor die Produktion begrenzte, sondern auch die Stickstoffvorräte in der Produktionsschicht merklich angegriffen wurden. Im August lagen die Maxima für Totalphosphor bei 0 m (Dinobryon) und bei 12 m (Oscillatoria). Der Phosphor lag fast ausschließlich in partikulärer Form vor. Im Epilimnion war ein weiterer Anstieg der Ammonium-Konzentrationen festzustellen. Die starke Zunahme des Nitrit in 60 m Tiefe läßt sich durch die niedere Sauerstoffkonzentration, die die vollständige Umwandlung in Nitrat nicht mehr ermöglichte, erklären.

Auch im September war das Orthophosphat vollständig inkorporiert. Das Maximum des Totalphosphors wurde bei 12 Meter, bedingt durch die dort vorhandene Oscillatoriaschicht, erreicht und wies in 60 m Tiefe ein weiteres Maximum auf, daß durch abgestorbene Organismen, die den

Phosphor noch nicht freigesetzt hatten, hervorgerufen wurde. Die Konzentration von Nitrat zeigte im September und Oktober in den obersten acht Metern ein Jahresminimum. Im Oktober kam es wieder zu einem starken Anstieg von Orthophosphat. Am Grund war deutliche H_2S -Entwicklung zu bemerken. Gleichzeitig erfolgte in 60 Meter Tiefe eine Nitrat-Abnahme.

Mit dem Einsetzen der Herbsdurchmischung im November nahm der partikuläre Phosphor merklich ab. Im Dezember kam es, bedingt durch starke Abnahme der Biomasse, zur Bildung höherer Orthophosphatwerte, wobei der Totalphosphor fast ausschließlich als Orthophosphat vorlag. Die Nitratwerte nahmen auf Grund des erhöhten Sauerstoffgehaltes wieder zu.

Tabelle 1: Fuschlsee 1979 - Temperatur

TIEFE	24.3.	21.4.	17.5.	13.6.	31.7.
0	4,0	5,4	12,0	20,5	19,2
4	3,9	5,2	9,4	19,3	17,4
8	3,8	5,2	8,4	10,5	13,8
12	3,8	5,0	6,7	8,5	8,8
20	3,8	4,5	5,2	5,2	5,3
30	3,8	4,3	4,8	-	4,8
40	3,8	4,3	4,5	4,7	4,7
60	3,8	-	4,3	-	4,6

Tabelle 2: Fuschlsee 1979 - pH

0	8,05	8,13	8,28	8,26	8,14
4	8,00	8,22	8,30	8,30	8,21
8	8,00	8,16	8,30	8,34	8,08
12	8,00	8,20	8,28	8,33	8,05
20	8,00	8,14	8,21	8,11	7,79
30	8,00	8,21	8,15	-	7,76
40	8,00	8,20	8,12	8,04	7,72
60	7,95	-	8,06	-	7,52

31.8.	10.9.	14.10.	17.11.	19.12.
16,7	18,1	13,7	6,4	4,8
16,0	16,7	13,2	6,3	4,8
14,9	15,3	13,1	6,3	4,8
10,1	9,8	11,0	6,3	4,8
5,5	5,6	6,0	6,3	4,8
4,8	-	5,0	5,2	4,8
4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
4,6	4,7	4,6	4,7	4,8
8,32	8,38	8,46	8,08	7,92
8,38	8,46	8,56	8,14	7,51
8,23	8,39	8,54	3,14	-
8,09	8,16	8,45	8,14	7,50
7,79	7,88	7,76	8,12	7,49
7,74	-	7,74	7,85	-
7,74	7,74	7,70	7,76	7,48
7,50	7,58	7,48	7,61	7,47

Tabelle 3: Leitfähigkeit (Mikrosiemens, 20 °C) / electric conductivity

TIEFE	24.3.	21.4.	17.5.	13.6.	31.7.	31.8.	10.9.	14.10.	17.11.	19.12.
0	280	271	289	262	250	223	225	225	290	261
4	282	271	289	263	260	222	218	232	270	240
8	282	271	289	269	285	248	248	232	272	-
12	280	273	289	270	295	278	293	262	270	242
20	280	266	289	272	299	284	301	292	270	238
30	280	270	290	-	300	286	-	292	295	-
40	280	269	291	272	303	287	304	295	300	235
60	283	-	291	-	310	298	312	310	310	235

57

Tabelle 4: Sauerstoffgehalt in mg/l / Oxygen concentration in mg/l

0	9,7	11,7	12,5	10,6	13,7	13,2	13,5	12,1	10,3	9,5
4	9,5	11,8	12,8	11,2	14,2	13,7	16,15	11,8	10,2	9,3
8	9,5	11,8	13,0	14,4	11,5	12,7	13,0	12,2	10,5	-
12	9,4	11,7	12,7	14,1	12,3	12,4	12,5	13,7	10,1	9,4
20	9,4	11,0	11,8	11,2	9,6	9,0	8,3	7,7	10,1	9,4
30	9,4	11,1	11,1	-	9,0	7,9	-	6,7	6,1	-
40	9,4	11,1	10,7	9,9	8,3	7,0	7,0	5,7	4,3	9,4
60	8,8	-	10,1	-	4,0	0,4	0,8	0,1	1,8	9,4

Tabelle 5: Sauerstoff-Index in % /

TIEFE	24.3.	21.4.	17.5.	13.6.
0	83	104	131	132
4	81	105	126	136
8	81	105	125	145
12	80	103	117	136
20	80	96	105	99
30	80	96	97	-
40	80	96	93	87
60	75	-	87	-

Oxygen-index in

31.7.	31.8.	10.9.	14.10.	17.11.	19.12.
166	153	161	131	94	83
166	156	187	127	93	82
125	142	146	131	96	-
119	124	124	140	92	82
85	80	74	70	92	82
79	70	-	59	54	-
73	61	61	50	38	82
35	3	7	1	16	82

Tabelle 6: Orthophosphat in ppb P / PO₄ in ppb p

TIEFE	24.3.	21.4.	17.5.	13.6.	31.7.	31.8.	10.9.	14.10.	17.11.	19.12.
0	60	24	32	165	«1	16	«1	24	«1	12
4	30	3	33	31	«1	«1	«1	10	2	19
8	1	24	9	31	«1	«1	«1	5	2	-
12	16	5	1	31	«1	«1	«1	2	«1	10
20	34	16	«1	15	«1	«1	«1	2	5	10
30	30	19	1	-	«1	«1	-	5	14	-
40	29	17	2	24	«1	«1	«1	10	14	17
60	41	-	5	-	«1	«1	«1	66	19	16

Tabelle 7: Totalphosphor in ppb P / Total phosphorous in ppb P

0	128	27	45	171	10	67	19	70	7	12
4	125	41	33	36	19	25	23	24	14	19
8	93	52	9	46	13	11	29	19	19	-
12	130	67	20	93	15	31	34	22	10	12
20	129	49	22	23	16	26	10	27	19	12
40	138	41	6	32	8	34	19	17	22	19
60	184	-	49	-	28	115	140	70	36	16

Tabelle 8: Nitrat in ppb N / NO_3 in ppb N

TIEFE	24.3.	21.4.	17.5.	13.6.	31.7.
0	1260	1730	2040	2940	100
4	2120	1360	3410	2670	100
8	2720	1150	1690	2630	1950
12	1520	930	2220	2670	1980
20	1480	1560	1650	3310	2610
30	1650	1970	1710	--	3330
40	820	2550	3720	3020	2920
60	2780	--	3760	--	2960

Tabelle 9: Nitrit in ppb / NO_2 in ppb N

0	25	8	29	11	21
4	15	1	28	11	23
8	10	9	3	9	16
12	16	5	<5	9	18
20	15	7	<5	9	3
30	31	1	1	-	3
40	25	3	2	33	3
60	22	-	10	-	10

31.8.	10.9.	14.10.	17.11.	19.12.
370	39	97	930	2340
250	19	39	1030	2140
950	310	78	1170	--
800	780	234	1010	2320
1360	2240	1950	1210	2200
1070	--	2720	2140	--
1770	1930	2690	2690	2260
1360	1360	450	1560	2510

50

16	3	« 5	156	10
15	« 5	« 5	16	10
13	65	5	19	-
11	24	8	21	10
6	10	« 5	19	10
16	-	« 5	16	-
13	10	« 5	15	10
136	130	« 5	65	15

Tabelle 10: NH_4 in ppb N

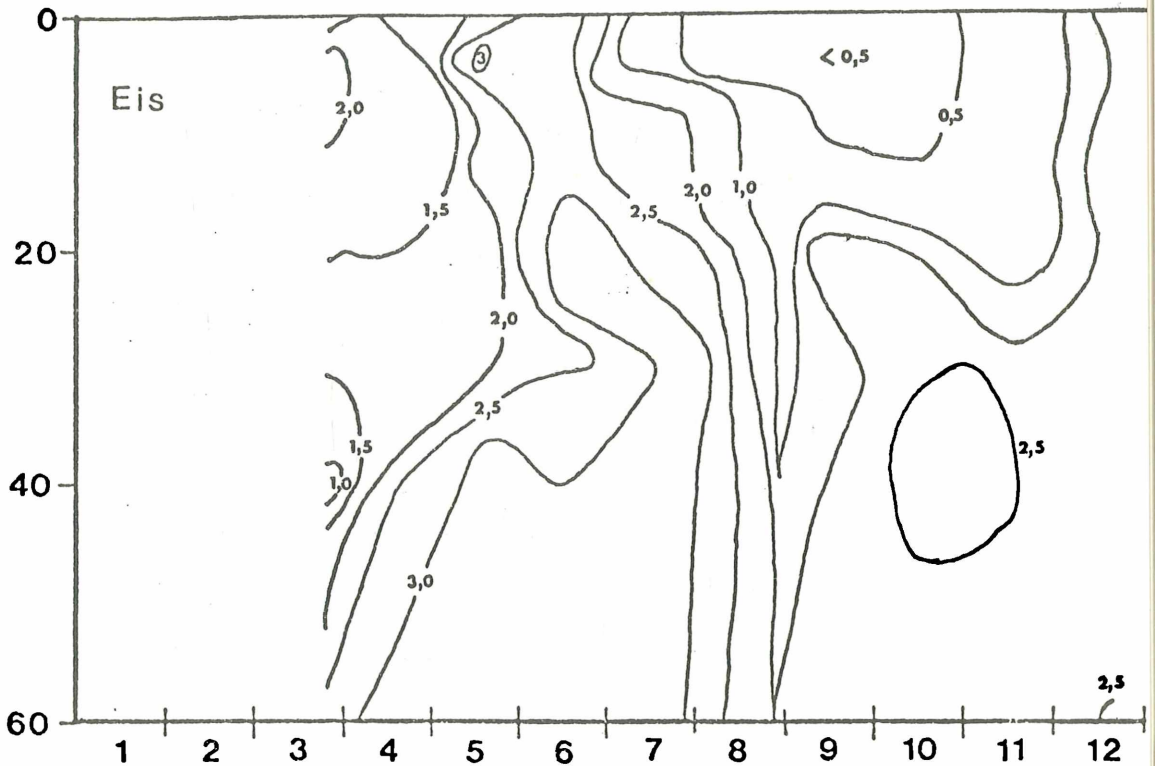
Tiefe	24.3.	21.4.	17.5.
0	14	« 5	64
4	28	4	40
8	31	« 5	41
12	35	« 5	46
20	36	« 5	41
30	32	1	52
40	23	9	62
60	37	-	75

13.6.	31.7.	31.8.	10.9.	14.10.	17.11.	19.12.
15	55	52	76	36	4	« 5
19	49	162	53	14	8	« 5
8	53	193	49	24	8	-
15	44	54	54	13	6	« 5
17	44	57	51	8	13	« 5
-	41	63	-	6	3	-
22	40	62	64	5	1	« 5
-	37	161	81	5	15	3

Abbildung 5: Fuechlsee - NO₃ (in ppm)

Nitrat: ppm NO₃⁻

1979



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Labor Weyregg](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [4_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Haslauer Johann jr.

Artikel/Article: [LIMNOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN AM FUSCHLSEE 1979](#)
[Water chemistry and nutrients in Fuschlsee 1979 43-62](#)