

Arb. Labor Weyregg 5: 56 - 82

ZUR NÄHRSTOFFBUDGETIERUNG IM FUSCHLSEE UND SEINEM
EINZUGSGEBIET IM JAHR 1980

A contribution to the nutrient budget in Fuschlsee
and catchment area in 1980

Johannes HASLAUER jr.

Abstract:

The investigation of Fuschlsee, which began in 1979, was continued in 1980 in order to study the budget of the nutrients, phosphorus and nitrogen, as well as other limnological determinants (factors) in Fuschlsee and its catchment area.

A slight improvement in the water quality, especially in the last 6 months of 1980 compared to 1979, as well as a decreased input of nutrients in the lake could be detected after the completion of the ring-canalisation surrounding the lake in the spring of 1980.

The improved water quality could be detected by increased secchi-depth, decreased oxygen depletion near the ground, decreased oxygen saturation in the epilimnion, a decrease in the total biomass, decreased O-phosphate and ammonium input, as well as an obvious decrease in total phosphate output via Fuschl Ache. Remaining pollution sources were observed and controlled continuously.

The continued investigation in 1981 will reveal the question if the purifying measures are sufficient for

further improvement of the water quality or lead only to a short-term phenomenon due partly to weather conditioned fluctuations, which simulate a temporary improved situation.

Einleitung:

Die im Frühjahr 1978 begonnenen Untersuchungen zur Bilanzierung der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff, sowie weiterer limnochemischer Faktoren im Fuschlsee und seinem Einzugsgebiet wurden im Jahr 1980 fortgesetzt. Die gleichzeitig mit Phytoplankton und Zooplankton entnommenen chemischen Proben sollen ein möglichst umfassendes Bild der im Fuschlsee vorgehenden biologischen und chemischen Prozesse, deren Zusammenhänge und deren Veränderungen aufzeigen.

Aus dem See wurden monatlich aus den verschiedenen Tiefenstufen Proben zur Bestimmung der limnochemischen Parameter entnommen und auf pH-Wert, Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoff, Eisen, Phosphor, Stickstoff und Chlorophyll untersucht.

Die Untersuchungsergebnisse der letzten drei Jahre und die im Jahr 1981 und 1982 geplanten Untersuchungen werden die Auswirkung der im Frühjahr 1980 fertiggestellten Ringkanalisation um den Fuschlsee klären und allenfalls weiter bestehende Verschmutzungsquellen aufzeigen.

Nur eine kontinuierliche Untersuchung über einen längeren Zeitraum ermöglicht die gesicherte Beurteilung des ökologischen Haushalts des Fuschlsees, unabhängig von kurzfristigen, oder klimatisch bedingten Schwankungen.

Tabelle 1: Physical characteristics - Fuschlsee-East

| Fuschlsee-Ost | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|------------------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Secchitiefe (m) | 7,4 | 4,8 | 4,5 | 4,8 | 5,0 | 7,8 | 5,0 | 6,4 | 6,8 | 9,4 | 11,7 |
| Euphotische Zone | 18,5 | 12,0 | 11,3 | 12,0 | 12,5 | 19,5 | 12,5 | 16,0 | 17,0 | 23,5 | 29,3 |
| Epilimnion (m) | Durchm. | Durchm. | 0 - 4 | 0 - 8 | 0 - 8 | 0 - 8 | 0 - 12 | 0 - 12 | 0 - 16 | 0 - 16 | Durchm. |
| Metalimnion (m) | Durchm. | Durchm. | 4 - 8 | 8 - 12 | 8 - 16 | 8 - 16 | 12 - 20 | 12 - 30 | 16 - 30 | 16 - 30 | Durchm. |
| Hypolimnion (m) | Durchm. | Durchm. | 8 - 8 | 12 - 8 | 16 - 8 | 16 - 8 | 20 - 8 | 30 - 8 | 30 - 8 | 30 - 8 | Durchm. |

Eisbedeckung: Jänner, Februar Randeis, nie eine geschlossene Eisdecke

Dezember: gegen Ende Dezember Beginn einer sich völlig schließenden Eisdecke

Durchmischung: Frühjahrsdurchmischung bis Ende März, Aufbau einer Schichtung Anfang April

Herbstdurchmischung ab Anfang Dezember

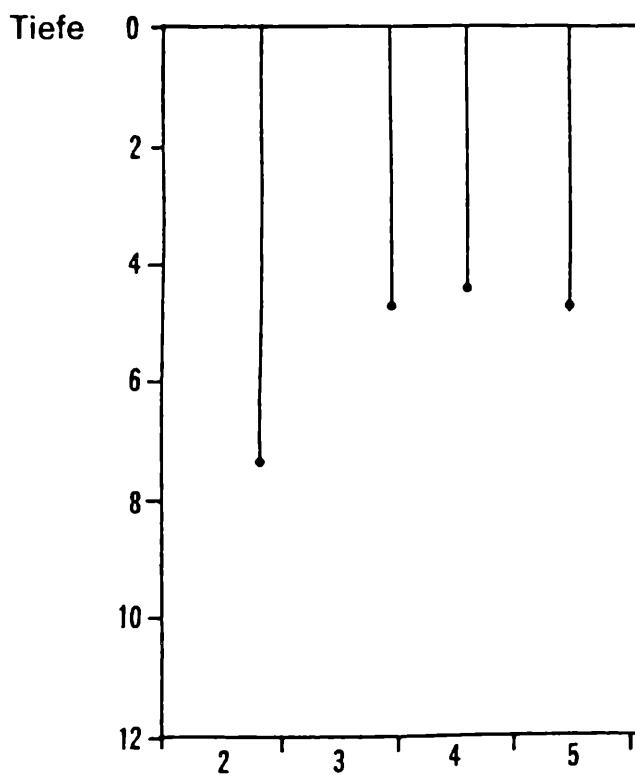
Stagnation: Winterstagnation 1979/80: da keine Eisbedeckung erfolgt, bleibt der See von
Dezember 1979 bis März 1980 durchmischt und am Boden tritt keine merkliche
Sauerstoffzehrung ein.

Sommerstagnation 1980: Sauerstoffzehrung am Boden ist erstmals Mitte Mai bemerkbar
und erreicht Mitte November mit unter 1 mg in Bodennähe den Höhepunkt. Die 4mg-
Grenze liegt 1980 jedoch wesentlich tiefer (zwischen 50 und 60 Meter)

Winterstagnation 1980/81: Beginn Ende Dezember mit Ausbildung einer geschl. Eisdecke

Abbildung 1: Sichttiefe in m

Secchi - depth in m



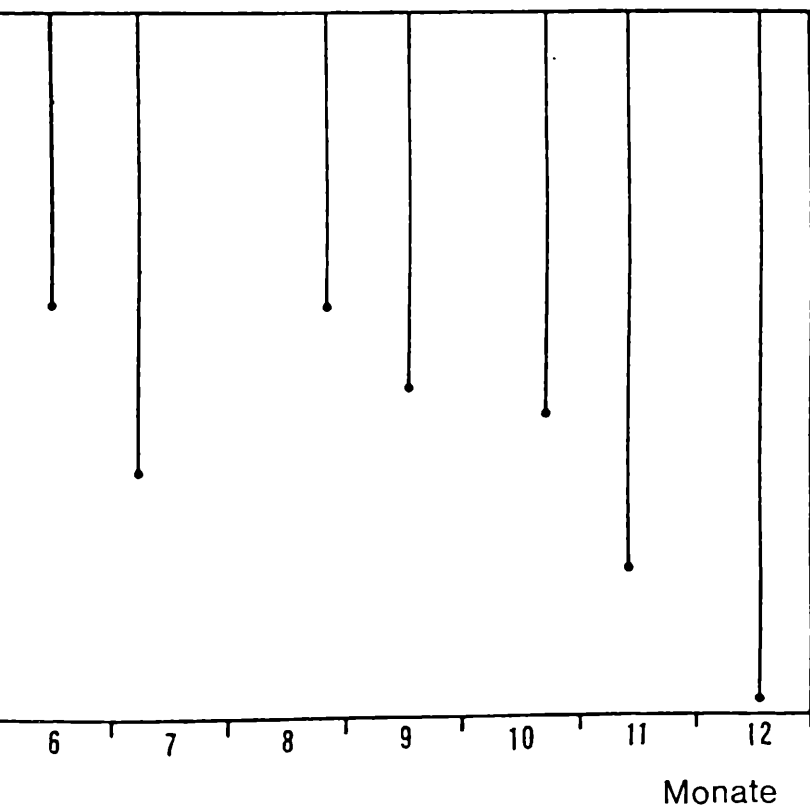
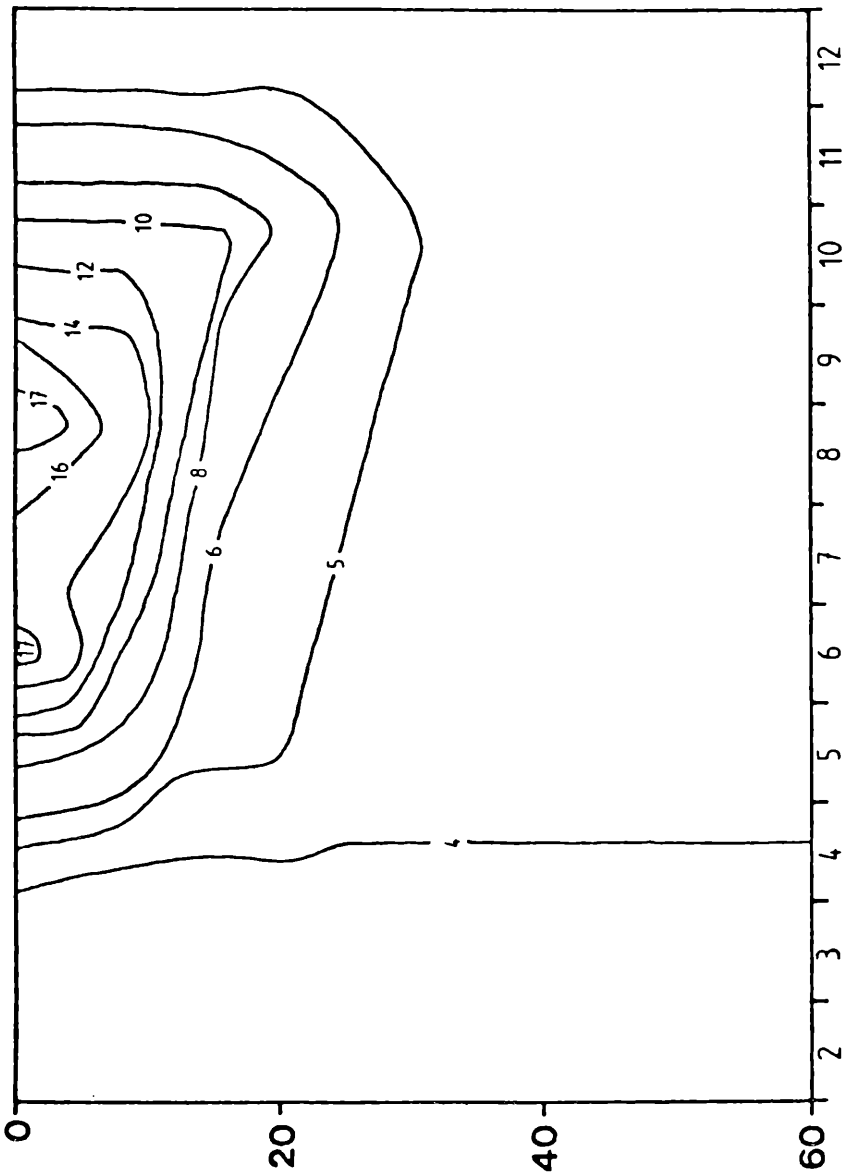


Abb.2 Temperatur - Isoplethen 1980 (°C)



Ergebnisse:

Sichttiefe:

Die mittlere Sichttiefe im Jahr 1980 beträgt an der tiefsten Stelle des Sees, in der Ostbucht, 6,7 m und liegt damit ca. 1 m über dem Jahresmittel 1979.

Im Dezember wird aufgrund der ersten Schneebedeckung des Einzugsgebietes und der damit verbundenen stärksten Strahlung, aber auch durch das, in diesem Monat auftretende Planktonminimum, die größte Sichttiefe des Jahres gemessen. Die geringste Sichttiefe von 4,5 m tritt gemeinsam mit der Massenentwicklung des Planktons im April und Mai auf (siehe Abb. 1 und Tabelle 1).

Temperatur:

Der Temperaturverlauf 1980 weist im wesentlichen ein ähnliches Bild wie im Vorjahr auf. Ein auffallender Unterschied zeigt sich jedoch in den Sommermonaten, in denen, entsprechend der Witterung, nur relativ niedere Temperaturen an der Oberfläche erreicht werden (Maximum bei 17°C).

Im Juni erfolgt sogar eine Abkühlung der Oberfläche von 17°C auf 14°C.

Durchmischung und Schichtung siehe Tabelle 1 (siehe auch Abb. 2, Tabelle 3, Abb. 3, Abb. 4).

pH - Leitfähigkeit:

Die Leitfähigkeit zeigt bis Mai in allen Tiefen nahezu gleiche Werte. Die pH-Werte jedoch sind im Februar durch den CO_2 -Eintrag aus der Luft an der Oberfläche etwas geringer als in größeren Tiefen und ab April erfolgt bereits eine leichte Schichtung, die man an der Abnahme des pH-Wertes im Hypolimnion erkennt. Im darauf folgenden Monat nimmt der pH-Wert parallel mit der Organismenvermehrung in allen Tiefenstufen zu.

Im Juni treten infolge der Zersetzung von Organismen ionogene Stoffe auf. Dadurch nimmt die Leitfähigkeit stark zu und der pH-Wert im Hypolimnion zeigt aufgrund der sauerstoffzehrenden Zersetzungsprozesse eine charakteristische Abnahme.

In den folgenden Monaten nimmt die Leitfähigkeit in allen Tiefenstufen und der pH-Wert im Hypolimnion kontinuierlich ab. Der Grund hierfür liegt in der Aufnahme ionischer Substanzen durch Lebewesen, aber auch eine verstärkte Auswaschung in diesen Monaten kann die Vorgänge erklären. Im Epi- und Metalimnion hingegen erfolgt eine Zunahme des pH-Wertes.

Im Dezember liegen die Verhältnisse umgekehrt. Der pH-Wert sinkt in allen Tiefenstufen und die Leitfähigkeit nimmt zu. Der Grund dafür liegt in der Oxidation von abgestorbenem Material zu CO_2 . Kohlendioxyd wiederum bildet in wässrigen Systemen Ionen. Dies bedeutet, daß ionogene Stoffe freigesetzt werden. CO_2 wird bei aerob verlaufenden Zersetzungs Vorgängen, wie sie in dieser Zeit stattfinden, verstärkt produziert (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Fuschlsee - Ost, pH-Wert 1980

Fuschlsee - East, pH 1980

| TIEFE | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | 7,72 | 7,90 | 7,96 | 8,08 | 7,93 | 8,20 | 8,08 | 8,04 | 7,92 | 7,96 | 7,31 |
| 4 | 7,94 | 8,17 | 8,01 | 8,30 | 8,11 | 8,28 | 8,17 | 8,11 | 7,92 | 7,87 | 7,29 |
| 8 | 8,02 | 8,03 | 8,00 | 8,14 | 8,21 | 8,31 | 8,14 | 8,12 | 7,92 | 7,96 | 7,31 |
| 12 | 8,06 | 8,05 | 7,97 | 8,17 | 8,26 | 8,37 | 8,11 | 8,10 | 7,94 | 7,89 | 7,31 |
| 20 | 8,25 | 8,09 | 7,99 | 8,10 | 8,00 | 8,09 | 7,69 | 7,83 | 7,55 | 7,78 | 7,30 |
| 40 | 8,28 | 8,07 | 8,00 | 8,09 | 7,92 | 7,90 | 7,62 | 7,70 | 7,54 | 7,56 | 7,29 |
| 60 | 8,28 | 8,10 | 7,98 | 8,09 | 7,86 | 7,78 | 7,36 | 7,44 | 7,38 | 7,33 | 7,23 |

Leitfähigkeit 1980, Mikrosiemens 20 °

conductivity 1980

| TIEFE | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | 272 | 260 | 262 | 272 | 325 | 270 | 255 | 260 | 240 | 202 | 282 |
| 4 | 278 | 261 | 261 | 263 | 324 | 272 | 255 | 257 | 240 | 198 | 258 |
| 8 | 265 | 262 | 260 | 261 | 323 | 275 | 260 | 252 | 240 | 183 | 275 |
| 12 | 278 | 261 | 260 | 262 | 325 | 281 | 270 | 270 | 240 | 182 | 278 |
| 20 | 266 | 261 | 260 | 262 | 330 | 288 | 277 | 281 | 255 | 188 | 269 |
| 40 | 267 | 260 | 260 | 222 | 330 | 290 | 279 | 287 | 263 | 198 | 272 |
| 60 | 266 | 265 | 263 | 264 | 335 | 296 | 285 | 293 | 280 | 205 | 272 |

Sauerstoff:

Die Sauerstoffverhältnisse 1980 unterscheiden sich gegenüber dem Vorjahr charakteristisch durch geringere Übersättigung im Epilimnion während des Sommers. Auch die Zehrungsvorgänge in Bodennähe am Ende der Sommerstagnation sind weit weniger ausgeprägt. Eine Erklärung hierfür ist die Abnahme der Biomasse im Fuschlsee (siehe PUM 1981).

Bis April nimmt der Sauerstoffgehalt in allen Tiefenstufen leicht zu und zeigt das Bild völliger Durchmischung. Ab Mai bildet sich eine photosynthetisch bedingte Schichtung im Epilimnion aus und am Boden erfolgt durch beginnende Zersetzungsprozesse eine geringfügige Zehrung.

Die höchste Sauerstoffübersättigung wird im Juni und Juli in 12 m Tiefe mit 140 % erreicht (*Oscillatoria*, . Ab August nimmt der Sauerstoffgehalt deutlich ab, ebenso wie die Biomasse im See zur gleichen Zeit stark zurückgeht. Im September ist im Epilimnion noch Übersättigung nachzuweisen, der Sauerstoffgehalt im Metalimnion bleibt im wesentlichen konstant. Im November schließlich ist keine Übersättigung mehr festzustellen und bei 60 m sind nur mehr 14 % der Sauerstoffsättigung vorhanden. Dies ist eine Folge der starken Abnahme der Photosynthese und der Zersetzung von abgestorbenem Material. Im Dezember zeigt sich der See wieder völlig durchmischt und das Hypolimnion wird wieder belüftet (siehe Tabelle 3, 4, Abb. 3, Abb. 4, Abb. 5).

Abbildung 3: Sauerstoffsättigung, Sauerstoffgehalt, Temperatur, Sauerstoffdefizit (Schraffur), Jänner - Juni 1980.

Oxygen saturation (S), oxygen content (O_2), temperature (T), oxygen deficit (hatching), jan. - june 1980.

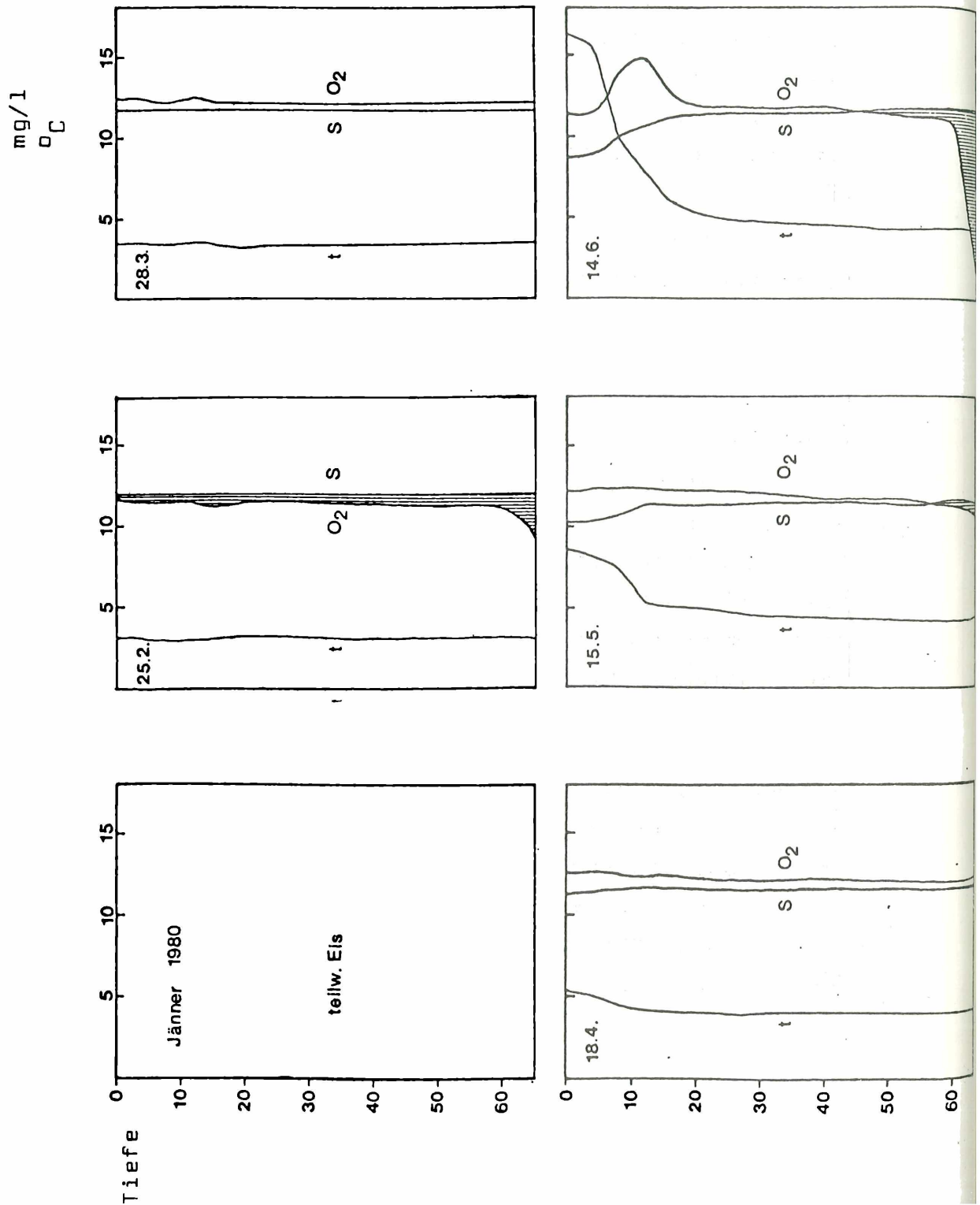


Abbildung 4: Sauerstoffsättigung, Sauerstoffgehalt, Temperatur, Sauerstoffdefizit (Schraffur), Juli - Dezember 1980.
 Oxygen saturation (S), oxygen content (O_2), temperature (T), oxygen deficit (hatching), june - december 1980.

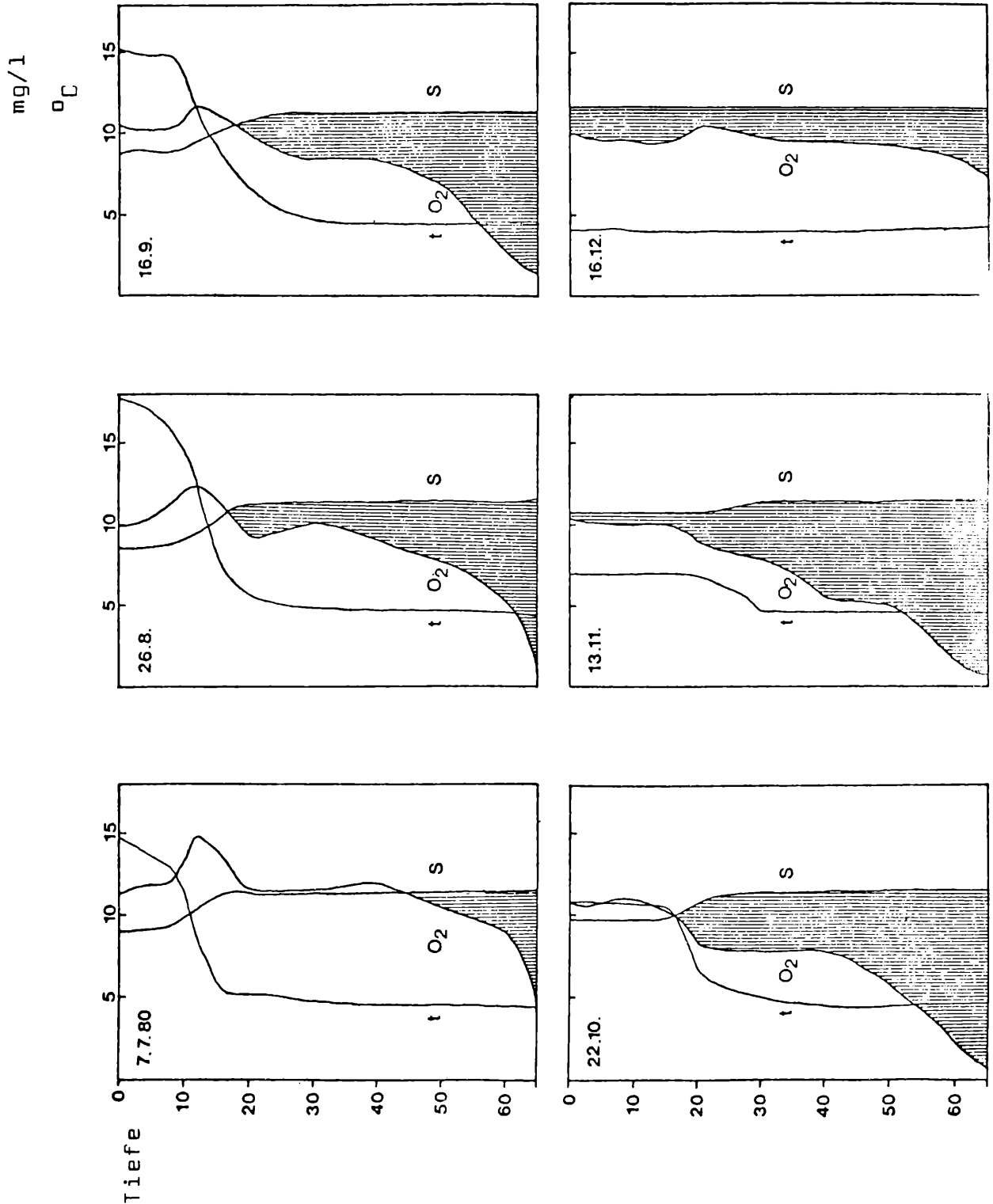


Abbildung 5: Sauerstoffsättigung in %
Oxygen saturation in %

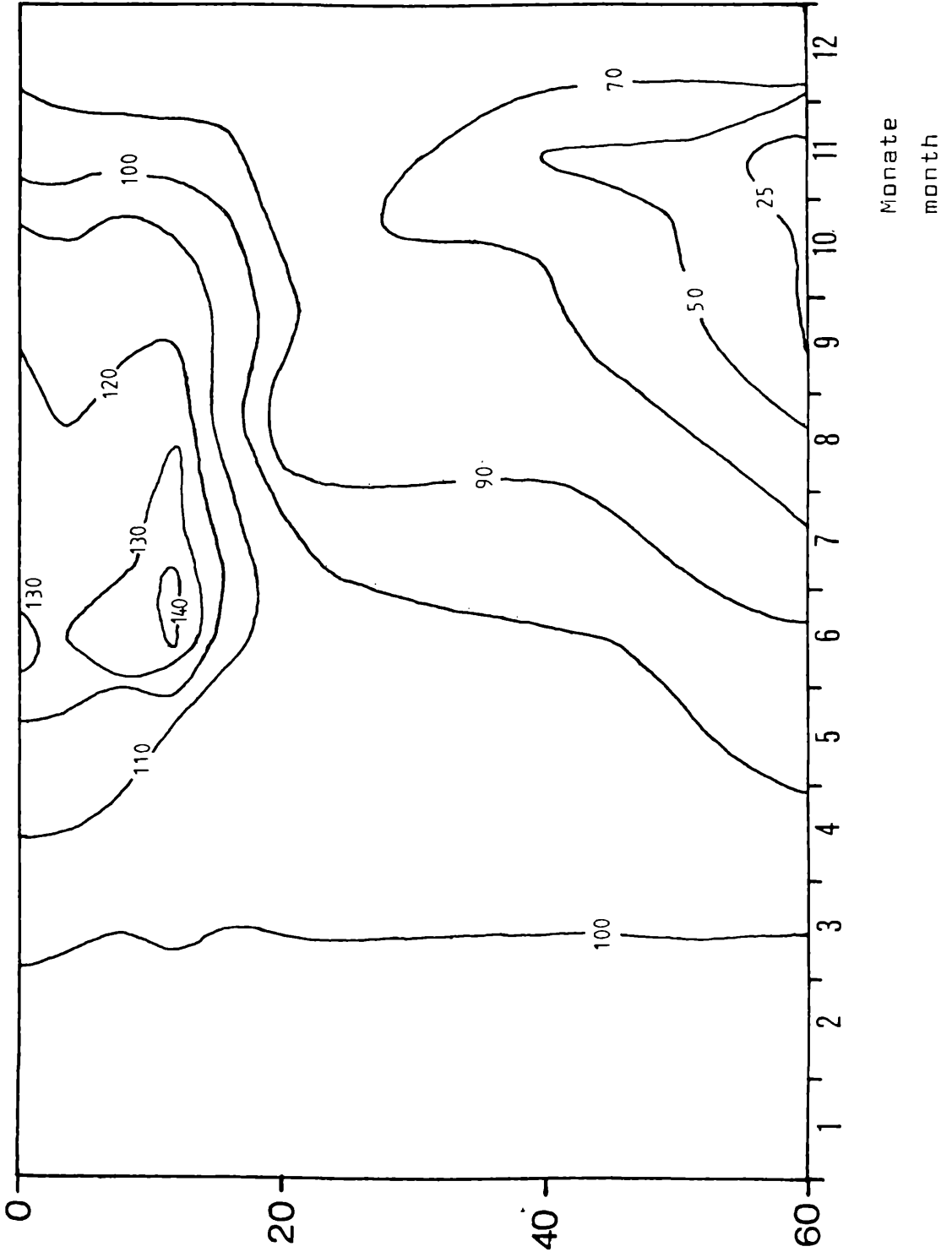


Tabelle 3: Fuschlsee - Ost, Sauerstoffgehalt 1980 in mg/l

oxygen concentration in mg/l

| TIEFE | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | 11,7 | 12,5 | 12,5 | 12,2 | 11,4 | 11,4 | 9,9 | 10,7 | 10,8 | 10,4 | 10,0 |
| 4 | 11,5 | 12,5 | 12,6 | 12,3 | 11,4 | 11,8 | 10,2 | 10,4 | 10,7 | 10,2 | 9,7 |
| 8 | 11,5 | 12,2 | 12,5 | 12,3 | 13,9 | 11,8 | 11,3 | 10,4 | 11,0 | 10,1 | 9,7 |
| 12 | 11,5 | 12,5 | 12,4 | 12,3 | 14,9 | 14,8 | 12,3 | 11,8 | 10,8 | 10,1 | 9,5 |
| 20 | 11,6 | 12,2 | 12,3 | 12,2 | 11,9 | 11,4 | 9,3 | 10,1 | 8,2 | 9,0 | 10,3 |
| 40 | 11,5 | 12,2 | 12,3 | 11,7 | 11,7 | 12,0 | 9,0 | 8,5 | 7,8 | 5,7 | 9,5 |
| 60 | 11,3 | 12,2 | 12,1 | 11,3 | 10,9 | 9,1 | 5,3 | 2,8 | 2,4 | 1,6 | 8,6 |

°C

Fuschlsee - Ost, Wassertemperatur in °C

water temperature in ° Celsius

| TIEFE | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | 3,1 | 3,6 | 5,3 | 8,6 | 16,4 | 14,7 | 17,8 | 15,2 | 10,8 | 7,0 | 4,1 |
| 4 | 3,1 | 3,6 | 5,0 | 8,1 | 15,5 | 13,8 | 17,1 | 14,9 | 10,8 | 7,0 | 4,1 |
| 8 | 3,0 | 3,5 | 4,4 | 7,3 | 10,0 | 12,9 | 15,7 | 14,9 | 10,8 | 7,0 | 4,1 |
| 12 | 3,1 | 3,6 | 4,2 | 5,3 | 7,9 | 8,4 | 11,2 | 11,3 | 10,7 | 7,0 | 4,0 |
| 20 | 3,2 | 3,4 | 4,1 | 5,1 | 5,3 | 5,3 | 5,6 | 6,5 | 6,7 | 6,9 | 4,0 |
| 40 | 3,1 | 3,5 | 4,0 | 4,4 | 4,5 | 4,5 | 4,7 | 4,6 | 4,5 | 4,7 | 4,0 |
| 60 | 3,2 | 3,6 | 4,0 | 4,2 | 4,3 | 4,5 | 4,7 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,2 |

Tabelle 4: Fuschlsee - Ost, 100 % Sauerstoffsättigung Fuschlsee - East, 100 % oxygen saturation

| Tiefe | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | 11,94 | 11,78 | 11,27 | 10,37 | 8,70 | 9,02 | 8,46 | 8,92 | 9,83 | 10,79 | 11,62 |
| 4 | 11,94 | 11,78 | 11,35 | 10,50 | 8,86 | 9,19 | 8,58 | 8,97 | 9,83 | 10,79 | 11,62 |
| 8 | 11,97 | 11,81 | 11,53 | 10,71 | 10,02 | 9,38 | 8,83 | 8,97 | 9,83 | 10,79 | 11,62 |
| 12 | 11,94 | 11,78 | 11,60 | 11,27 | 10,55 | 10,42 | 9,74 | 9,72 | 9,86 | 10,79 | 11,65 |
| 20 | 11,91 | 11,84 | 11,62 | 11,32 | 11,27 | 11,27 | 11,17 | 10,93 | 10,87 | 10,82 | 11,65 |
| 40 | 11,94 | 11,81 | 11,65 | 11,53 | 11,50 | 11,50 | 11,44 | 11,48 | 11,50 | 11,44 | 11,65 |
| 60 | 11,91 | 11,78 | 11,65 | 11,60 | 11,56 | 11,50 | 11,44 | 11,48 | 11,48 | 11,48 | 11,60 |

63

Fuschlsee - Ost, Sauerstoffsättigung in % Fuschlsee - East, oxygen saturation in %

| Tiefe | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | 98 | 106 | 111 | 118 | 131 | 126 | 117 | 120 | 110 | 96 | 86 |
| 4 | 96 | 106 | 111 | 117 | 129 | 128 | 119 | 116 | 109 | 95 | 83 |
| 8 | 95 | 103 | 108 | 115 | 139 | 126 | 128 | 116 | 112 | 94 | 83 |
| 12 | 96 | 106 | 107 | 109 | 141 | 142 | 126 | 121 | 110 | 94 | 82 |
| 20 | 97 | 103 | 106 | 108 | 106 | 101 | 83 | 92 | 75 | 83 | 88 |
| 40 | 96 | 103 | 105 | 101 | 102 | 104 | 79 | 74 | 68 | 50 | 82 |
| 60 | 95 | 104 | 104 | 97 | 94 | 79 | 46 | 24 | 21 | 14 | 74 |

Nährstoffe:

Bis zum Februar zeigt der See die typischen Durchmischungskonzentrationen, wobei Verschmutzungsindikatoren, wie Ammonium, Nitrit und Orthophosphat, kaum nachweisbar sind. Auffallend sind zu dieser Zeit die hohen Nitrat-Werte. Auch im März ist noch keine Schichtung erkennbar. Durch den starken Eintrag über das Schmelzwasser (Frühjahrsdüngung) steigt der Gehalt an Ammonium und Orthophosphat beachtlich an, die Nitratwerte jedoch nehmen infolge des Verdünnungseffektes ab. Man kann nun auch in allen Tiefenstufen, besonders im Epilimnion, eine leichte Zunahme der Konzentration des Totalstickstoff erkennen, die im wesentlichen auf lösliche Stickstoff-Verbindungen zurückzuführen ist.

Im April erfolgt parallel mit der Erwärmung der obersten Wasserschichten und der starken Zunahme der Biomasse ein rascher Konzentrationsanstieg des partikulären Phosphor. Auch der Ammoniumgehalt nimmt weiter zu und die Konzentration des Totalphosphor erreicht in diesem Monat sein Maximum. In Übereinstimmung mit den Konzentrationen von Totalphosphor bzw. partikulären Phosphor steigt auch der Totalstickstoff in 8 m Tiefe stärker an. Gleichzeitig weist die leichte Zunahme der Totalstickstoff-Konzentration zum Boden hin auf ein beginnendes Absinken abgestorbener Organismen hin. Weiters ist vom April bis Juni im See kaum Orthophosphat nachweisbar, da dieses sofort inkorporiert wird.

Im Mai zeigen die niederen Ammonium-Werte bei gleichzeitigem hohen Sauerstoffangebot eine verstärkte Nitrifizierung an. Durch die Zersetzungsvorgänge der ersten Algenblüte im April sind nun erstmals deutlich nachweisbare Werte an Nitrit festzustellen, die dann bis August weiter ansteigen.

Im Juni treten in 8 m und 16 m Tiefe, wie dort die hohen partikulären Phosphor-Konzentrationen zeigen, scharf

Abbildung 6: Nitrat (g/m^3)

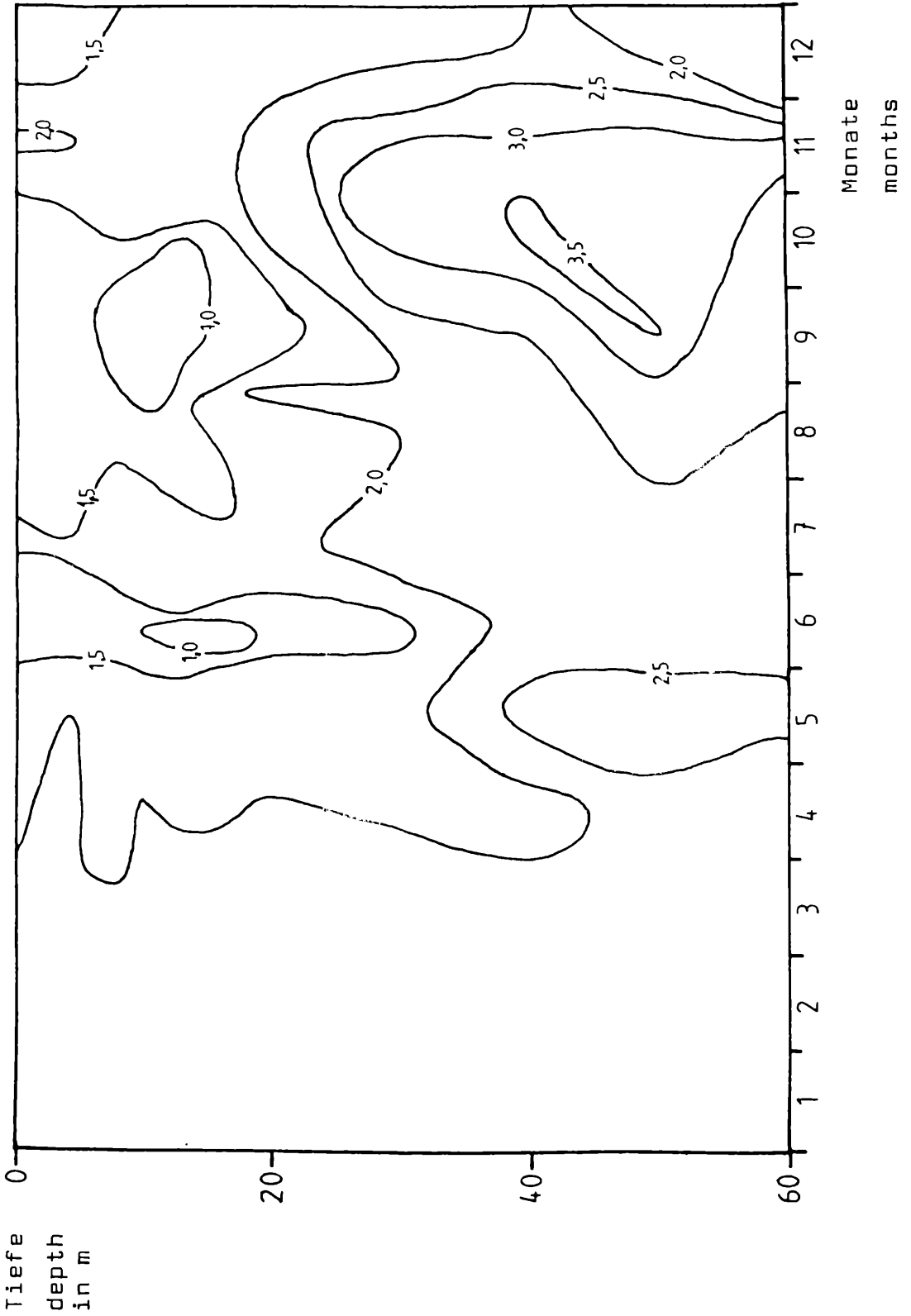


Tabelle 5: Fuschlsee - Ost, Nitrit 1980 (mg/m³)Fuschlsee - East, NO₂ 1980 (mg/m³)

| TIEFE | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | «1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 8 | 7 | 7 | 5 | 2 | 8 |
| 4 | «1 | «1 | 1 | 2 | 4 | 8 | 8 | 8 | 6 | 3 | 6 |
| 8 | «1 | 1 | «1 | 2 | 4 | 8 | 7 | 4 | 6 | 2 | 9 |
| 12 | «1 | «1 | «1 | 2 | 2 | 5 | 4 | 1 | 6 | 2 | 6 |
| 20 | 1 | 1 | «1 | 2 | 4 | 8 | 6 | 8 | 3 | 3 | 4 |
| 40 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 3 | «1 | 2 | 1 | 6 |
| 60 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | 6 | 3 | 6 | 4 | 17 |

Fuschlsee - Ost, Nitrat 1980 (mg/m³)Fuschlsee - East, NO₃ 1980 (mg/m³)

| TIEFE | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | 514 | 458 | 369 | 418 | 267 | 348 | 302 | 225 | 255 | 474 | 272 |
| 4 | 483 | 483 | 464 | 455 | 270 | 348 | 246 | 246 | 323 | 402 | 300 |
| 8 | 558 | 423 | 407 | 404 | 281 | 388 | 302 | 216 | 349 | 413 | 349 |
| 12 | 545 | 469 | 439 | 443 | 197 | 355 | 314 | «1 | 357 | 378 | 365 |
| 20 | 501 | 458 | 457 | 439 | 290 | 395 | 472 | 262 | 544 | 492 | 413 |
| 40 | 474 | 457 | 407 | 600 | 506 | 544 | 123 | 579 | 799 | 718 | 476 |
| 60 | 562 | 428 | 332 | 650 | 474 | 448 | 579 | 667 | 576 | 702 | 369 |

abgegrenzte Algenschichten auf. Mit zunehmender Wassertemperatur nimmt nun auch die Zersetzungsgeschwindigkeit von abgestorbenen Organismen zu, damit verbunden ist ein Ansteigen der Ammonium-Werte in allen Tiefenstufen und eine Zunahme der Totalstickstoff-Werte im Hypolimnion. Nitrat wird ab Juni in den oberen Wasserschichten vermehrt inkorporiert. Die Abnahme der Nitrat-Werte durch nitratzehrende Prozesse kann in diesem oxidierenden Milieu ausgeschlossen werden. Außerdem fallen in diesem Monat noch die hohen Eisen-Konzentrationen auf.

Im Juli ist eine Verschiebung des partikulären Phosphors vom Emilimnion zum Metalimnion erkennbar. Ab 40 m Tiefe steigen infolge zunehmender Zersetzungsvorgänge die Ammonium-Konzentrationen und im Epi- und Metalimnion nimmt der Nitrat-Gehalt zu.

Ab August nimmt die Orthophosphat-Konzentration in Bodennähe zu. Ammonium nimmt infolge Nitrifizierung merklich ab, wodurch Nitrit die zweithöchste Konzentration in diesem Jahr erreicht. Die Totalstickstoff-Werte erzielen im Hypolimnion ihr Maximum.

Im September werden in allen Tiefenstufen hohe Ammonium-Konzentrationen gemessen, gleichzeitig nimmt Nitrit wieder ab. Besonders deutlich ist die Nitrat-Inkorporation im Epilimnion. Hier zeigt sich wieder der Zusammenhang zwischen dem vermehrten Auftreten von Dinobryon und Nitrat-Inkorporation, da nitratzehrende Prozesse infolge des hohen Redox-Potentials auszuschließen sind. Die stark steigenden Werte des Totalstickstoff im Epilimnion und die hohen Totalphosphor-Konzentrationen können auf die Zunahme der Eintragskonzentrationen in den Zuflüssen in diesem Monat zurückgeführt werden.

Die Abnahme der Biomasse im Oktober bewirkt einen deutlichen, mit der Tiefe zunehmenden, Anstieg des Ortho-

phosphat-Gehaltes, eine Abnahme des partikulären Phosphor in allen Tiefenstufen und eine Abnahme der Totalstickstoff-Konzentration im Epilimnion. Die stark ansteigenden Totalstickstoff-Werte im Hypolimnion beweisen das vermehrte Absinken von abgestorbenen Organismen. Im November weisen die Abnahme des Totalstickstoff im Epilimnion und die gleichzeitige Nitratzunahme im Metalimnion auf den gleichen Vorgang hin.

Mit der einsetzenden Durchmischung im Dezember erfolgt eine gleichmäßige Verteilung. Die Orthophosphat-Konzentration steigt in allen Tiefenstufen. Dieser Anstieg kann teils auf weitere Zersetzungsvorgänge, teils auf die durch die Durchmischung vom Boden nach oben verfrachteten Konzentrationen zurückgeführt werden. Deutlich ist auch erkennbar, daß nicht der gesamte partikuläre Phosphor in Orthophosphat umgewandelt wird (siehe Tabelle 5, 6, 7, Abb. 6).

Tabelle 6: Fuschlsee - Ost, Ammonium 1980 (mg/m^3)Fuschlsee - East, NH_4 (mg/m^3)

| TIEFE | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | 12 | 17 | 30 | 26 | 39 | 49 | 35 | 56 | 30 | 23 | 33 |
| 4 | 8 | 13 | 21 | 27 | 34 | 46 | 38 | 52 | 33 | 26 | 50 |
| 8 | 14 | 11 | 31 | 30 | 37 | 43 | 49 | 56 | 28 | 22 | 34 |
| 12 | 14 | 18 | 32 | 24 | 33 | 33 | 58 | 1 | 33 | 20 | 30 |
| 20 | 14 | 19 | 31 | 26 | 33 | 40 | 89 | 89 | 36 | 19 | 32 |
| 40 | 11 | 20 | 31 | 32 | 74 | 99 | 4 | 56 | 28 | 17 | 27 |
| 60 | 8 | 12 | 30 | 64 | 130 | 212 | 99 | 61 | 24 | 25 | 30 |

Fuschlsee - Ost, Kjeldahl- N_{total} (mg/m^3)Fuschlsee - East, Kjeldahl- N_{total} (mg/m^3)

| TIEFE | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | 270 | 370 | 241 | 285 | 131 | 147 | 223 | 301 | 202 | 171 | 217 |
| 4 | 241 | 361 | 380 | 305 | 146 | 191 | 214 | 300 | 246 | 204 | 290 |
| 8 | 238 | 358 | 395 | 274 | 289 | 183 | 291 | 314 | 238 | 216 | 128 |
| 12 | 265 | 300 | 250 | 221 | 174 | 134 | 298 | 390 | 220 | 231 | 216 |
| 20 | 250 | 271 | 260 | 203 | 290 | 359 | 298 | 206 | 156 | 240 | 196 |
| 40 | 241 | 273 | 281 | 196 | 374 | 370 | 300 | 210 | 200 | 286 | 179 |
| 60 | 240 | 289 | 300 | 365 | 712 | 503 | 701 | 200 | 406 | 315 | 305 |

FUSCHL-OSTTotalphosphor-----1980P [µg/l] [mg/m³]

Tabelle 7

| TIEFE | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | 39 | 6 | 6 | 1 | 4 | 9 | 9 | 13 | 12 | 9. | 11 |
| 4 | 7 | 11 | 69 | 7 | 8 | 7 | 8 | 10 | 21 | 16 | 18 |
| 8 | 5 | 9 | 127 | 6 | 17 | 7 | 14 | 17 | 16 | 17 | 16 |
| 12 | 12 | 18 | 104 | 5 | 7 | 8 | 18 | 22 | 17 | 20 | 18 |
| 20 | 1 | 8 | 17 | 1 | 11 | 14 | 25 | 11 | 10 | 2 | 16 |
| 40 | 1 | 17 | 58 | 6 | 32 | 15 | 12 | 3 | 9 | 5 | 20 |
| 60 | 10 | 23 | 115 | 11 | 58 | 30 | 65 | 18 | 19 | 35 | 28 |

Orthophosphat-----1980PO₄⁻ - P [µg/l] [mg/m³]

76

| TIEFE | 25.2. | 28.3. | 18.4. | 15.5. | 14.6. | 7.7. | 26.8. | 16.9. | 22.10. | 13.11. | 16.12. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 0 | «1 | 5 | «1 | 1 | 4 | «1 | «1 | «1 | «1 | «1 | 7 |
| 4 | «1 | 11 | «1 | «1 | 2 | «1 | «1 | «1 | 4 | 2 | 6 |
| 8 | «1 | 9 | «1 | «1 | 2 | «1 | «1 | «1 | «1 | «1 | 10 |
| 12 | «1 | 18 | «1 | 2 | 1 | «1 | «1 | «1 | 2 | «1 | 8 |
| 20 | «1 | 8 | «1 | 1 | «1 | «1 | «1 | «1 | 2 | 1 | 8 |
| 40 | «1 | 16 | «1 | «1 | 2 | «1 | «1 | «1 | 5 | 2 | 9 |
| 60 | «1 | 11 | «1 | «1 | 1 | «1 | 25 | 3 | 18 | 29 | 7 |

Tabelle 8: Fuschler Ache bei Seeausrinn, Chemische Parameter 1980

Fuschler Ache (lake outlet), temperature, oxygen concentration, oxygen saturation, pH, conductivity, alkalinity, dry weight, ash free, chloride, silicon

| DATUM | t _w [°C] | O ₂ [mg/l] | %S [%] | pH | σ [mS cm ⁻¹] | Alkal. [mval/l] | Trocken- gew. [mg/l] | Glüh- verl. [mg/l] | Cl [mg/l] | Si [µg/l] |
|----------|------------------------|--------------------------|-----------|------|------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------|--------------|--------------|
| 14.1. + | | | | 8,15 | 294 | 3,36 | | | | 434 |
| 31.1. | 2,4 | 11,8 | 97 | 7,46 | 274 | | 0,98 | 0,11 | | |
| 18.2. + | | | | 8,22 | 262 | 3,08 | | | | 771 |
| 25.2. | 3,9 | 12,0 | 103 | 8,42 | 269 | | 1,60 | 0,57 | | |
| 24.3. + | | | | 8,30 | 274 | 3,20 | | | | 520 |
| 28.3. | 4,2 | 12,1 | 104 | 8,00 | 259 | | 3,68 | 1,09 | | |
| 18.4. | 4,9 | 12,5 | 110 | 7,85 | 265 | | 1,88 | 0,51 | | |
| 15.5. | 9,1 | 12,3 | 120 | 8,06 | 262 | | 1,73 | 0,95 | | |
| 28.5. + | | | | 8,25 | 265 | 3,02 | | | 2,8 | 194 |
| 14.6. | 21,7 | 10,8 | 137 | 8,16 | 322 | | 1,56 | 0,72 | | |
| 23.6. + | | | | 8,35 | 275 | 2,96 | | | | 250 |
| 7.7. | 15,5 | 11,3 | 128 | 8,41 | 280 | | 1,54 | 0,91 | | |
| 20.7. + | | | | 8,42 | 257 | 2,94 | | | 2,4 | 201 |
| 21.8. + | | | | 8,20 | 257 | 2,58 | | | 2,5 | 272 |
| 26.8. | 19,3 | 11,7 | 142 | 8,17 | 262 | | 1,7 | 0,77 | | |
| 16.9. | 15,9 | 11,6 | 132 | 8,12 | 250 | | 0,9 | | | |
| 22.9. + | | | | 8,20 | 250 | 2,88 | | | 2,5 | 146 |
| 20.10. + | | | | 8,00 | 255 | 2,91 | | | 2,6 | 240 |
| 22.10. | 13,0 | 11,8 | 129 | 7,92 | 241 | | 0,76 | 0,48 | | |
| 23.10. | | | | | | | 0,79 | 0,51 | | |
| 10.11. + | | | | 8,09 | 255 | 2,96 | | | | 269 |
| 13.11. | 6,9 | 11,2 | 104 | 7,90 | 192 | | | 0,49 | | |
| 10.12. + | | | | 8,10 | 366 | 3,90 | | | 9,9 | 1869 |
| 16.12. | 3,7 | 10,2 | 85 | 7,38 | 275 | | 1,72 | 0,53 | | |

+ Daten von Limnologie Wien
andere " von J. Haslauer

Tabelle 9: Fuschler Ache bei Seeausrinn, Chemische Parameter 1980

Fuschler Ache (lake outlet), NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, N_{total}(Kjeldahl), PO₄-P, P_{total}, discharge in m³/day, monthly discharge in million m³.

+ Daten von Limnologie Wien
andere Daten von J.Haslauer jr.

| DATUM | NO ₂ -N µg/l | NO ₃ -N µg/l | NH ₄ -N µg/l | N _T (Kj) µg/l | PO ₄ -P µg/l | P _S µg/l | P _T µg/l | Q _T m ³ /Tag | Q _M m ³ /M.10 ⁶ |
|----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|---|
| 14.1. + | 1,7 | 747 | 67 | 277 | 0,4 | 6,3 | 14,0 | 35 165 | 1,16 |
| 31.1. | 6,0 | 527 | 17 | 231 | 6,0 | 8,1 | 10,2 | 29 549 | |
| 18.2. + | 0,0 | 541 | 8 | 224 | 0,7 | 0,7 | 32,2 | 135 648 | 3,46 |
| 25.2. | 3,2 | 549 | 14 | 253 | 0,1 | 0,1 | 25,0 | 86 400 | |
| 24.3. + | 0,8 | 526 | | 293 | 0,0 | 1,8 | 17,9 | 56 160 | 2,01 |
| 28.3. | 0,1 | 443 | 13 | 342 | 0,1 | 1,2 | 12,0 | 196 128 | |
| 18.4. | 0,1 | 497 | 14 | 267 | 0,1 | 0,1 | 1,2 | 181 440 | 5,43 |
| 15.5. | 2,0 | 583 | 29 | 271 | 0,1 | 2,0 | 3,2 | 196 128 | 5,39 |
| 28.5. + | 3,2 | 458 | | 344 | 0,7 | 6,0 | 9,1 | 81 907 | |
| 14.6. | 4,1 | 402 | 54 | 159 | 1,1 | 16,2 | 17,1 | 60 134 | 2,52 |
| 23.6. + | 3,0 | | 24 | 173 | 0,5 | 27,0 | 28,4 | 64 195 | |
| 7.7. | 1,2 | 474 | 26 | 203 | 0,1 | 4,2 | 9,0 | 174 528 | 4,43 |
| 20.7. + | 3,7 | 354 | 25 | 226 | 0,7 | 5,0 | 9,0 | 91 584 | |
| 21.8. + | | 346 | 12 | 245 | 0,7 | 2,5 | 8,1 | 68 429 | 2,07 |
| 26.8. | 6,1 | 279 | 32 | 251 | 0,1 | 8,0 | 19,0 | 41 645 | |
| 16.9. | 5,0 | 286 | 53 | 323 | 0,1 | 16,2 | 19,2 | 86 400 | 2,41 |
| 22.9. + | 3,1 | 334 | 15 | 287 | 0,0 | 5,6 | 35,4 | 56 160 | |
| 20.10. + | 3,3 | 346 | 10 | 225 | 0,7 | 4,6 | 10,5 | 91 584 | 2,78 |
| 22.10. | 12,0 | 378 | 26 | 218 | 3,0 | 7,4 | 13,8 | 95 904 | |
| 10.11. + | 1,9 | 360 | | 210 | 0,4 | 5,6 | 8,8 | 68 429 | 1,91 |
| 13.11. | 4,1 | 1052 | 23 | 178 | 0,1 | 4,0 | 12,0 | 56 160 | |
| 10.12. + | | 815 | | | | 25,0 | 34,0 | 52 358 | 2,85 |
| 16.12. | 7,2 | 443 | 27 | 216 | 5,0 | 5,2 | 18,4 | 91 584 | |

Jahresaustrag an Totalphosphor 1980

503 kg

Zusammenfassung:

Im Vergleich mit den Untersuchungen der Jahre 1978 und 1979 zeigt sich 1980 ein leichter Verbesserungstrend. Witterungsmäßig fällt auf, daß der See im Winter 79/80 nicht zufriert (10-Jahresereignis), daß damit der "Eis-tauschock" mit der stark erhöhten, schubweisen Einbringung von im Eis gespeicherten Nährstoffen unterbleibt und praktisch keine Winterstagnation (O_2 -Zehrung) erfolgt. Der See erfährt also bis zum Frühjahr ständige Sauerstoff-Zufuhr aus der Luft und es kann eine durchgehende, lichtbedingte Photosynthese erfolgen. Gleichzeitig wird das Jahr 1980 durch einen "stark unterkühlten" Sommer ausgezeichnet, der sich auf die Plaktonmassenentwicklung hemmend auswirkt.

Im Frühjahr 1980 wurde die letzte Ausbauphase der Ringkanalisation um den Fuschlsee abgeschlossen. Besonders in der zweiten Jahreshälfte ist gegenüber dem Vorjahr eine leichte Besserung der Wasserqualität, sowie ein verminderter Eintrag von Nährstoffen in den See festzustellen. Zunehmende Sichttiefe, geringere Sauerstoff-Zehrung am Boden, geringere Sauerstoff-Übersättigung im Epilimnion, Abnahme der Biomasse, verminderter Orthophosphat- und Ammonium-Eintrag und deutlich geringerer Totalphosphor-Austrag über die Fuschler Ache weisen darauf hin.

Ob die Reinhaltemaßnahmen zur weiteren Verbesserung der Wasserqualität ausreichen, oder ob nur kurzfristige, teils auch witterungsbedingte Schwankungen einen augenblicklich verbesserten Zustand vortäuschen, wird die im Jahr 1981 fortgesetzte Untersuchung zeigen.

Die weitere starke Belastung des Sees, besonders im Nahbereich des Ortes Fuschl und am NW-Ende in der Umgebung der Fuschler Ache, ist durch ausgedehnte Schlammflächen, starken Blütenpflanzenbewuchs, durch glitschige Algenrasen

auf dem strandnahen Gestein und zeitweise durch Schaumbildungen am Ufer deutlich sichtbar. Einige massive Verschmutzungsquellen konnten lokalisiert werden und unterliegen weiterer Kontrolle.

Gesamt gesehen stellt der Fuschlsee für die Untersuchung zum derzeitigen Zeitpunkt ein besonders interessantes limnologisches Objekt aus folgenden Gründen dar:

1. Gut fundierte Vergleichsmöglichkeit der limnologischen Entwicklung durch frühere Untersuchungen und Gutachten. (FUGGER 1890 - 1911, KUHN 1954, RUTTNER 1956, KOPETZKY 1967 - 1972, FINDENEKG 1969 - 1970, RUTTNER-KOLISKO 1970)
2. Plötzlich einsetzende rasche Eutrophierung innerhalb der letzten 15 Jahre.
3. Auswirkung der Maßnahmen der Reinhaltverbände durch Errichtung einer Ringkanalisation.
4. Volkswirtschaftliche Bedeutung als attraktive Fremdenverkehrs- und Erholungslandschaft.
5. Möglichkeit einer langfristigen, kontinuierlichen Untersuchung (gleichzeitige Untersuchung chemischer, zoologischer und botanischer Faktoren) unabhängig von kurzfristigen Einflüssen.

Literaturverzeichnis:

- FREY, R. (1951): Das Fuschlseeprojekt - Die zukünftige Seewasserversorgung Salzburgs. -
Amtsblatt der Landeshauptstadt Salzburg Jahrgang 2
Nr. 36, 8. September 1951.
- FREY, R. (1954): Die Fuschlsee-Trinkwasserleitung aus Gas/Wasser/Wärme, Zeitschrift der Österr. Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, 8. Band, 9. u. 10. Heft, Sept./Okt. 1954

- FREUDLSBERGER, H. (1937): Der Fuschlsee - Kurze Fischereigeschichte des Erzstiftes Salzburg, Mitteilung Ges. Sbg. Landeskunde 73
- HINTERBERGER, C. (1974): Die Fischerträge in den Salzkammergutseen - Hausarb. Univ. Wien 1974
- FUGGER, E. (1890): Das Fuschlseegebiet, Salzburger Seen - Mitteilung Ges. Sbg. Landeskunde 30 7, 8
- HASLAUER, J. jr. (1979): Chemische Untersuchung des Fuschlsees im Jahre 1978 und Nährstoff-Frachtberechnungen in Arbeiten aus dem Labor Weyregg 3, Jahresbericht 1978
- HASLAUER, J. jr. (1980): Limnochemische Untersuchungen am Fuschlsee 1979. In Arbeiten aus dem Labor Weyregg 3, Jahresbericht 1979
- KOPETZKY, J. (1967): Kurzfassung der Untersuchungsergebnisse aus dem Fuschlsee im Jahre 1966, unveröffentlichte Mitteilung i. A. der Salzburger Stadtwerke 1967
- KOPETZKY, J. (1971): Zunehmende Eutrophierung des Fuschlsees und Jahresübersicht 1970, unveröffentlichte Mitteilungen i. A. der Salzburger Stadtwerke 1971
- KOPETZKY, J. (1972): Die zunehmende Eutrophierung des Fuschlsees von 1961 - 1971, unveröffentlichte Mitteilung i. A. der Salzburger Stadtwerke vom 21.2.1972
- KUHN, H. (1954): Das Netzplankton des nährstoffarmen Fuschlsees im Vergleich zum Plankton des nährstoffreichen Zürichsees, Mikrokosmos 42. Jahrgang, Heft 8, Mai 1954
- MOOG, O. (1980): Die Fuschler Ache: Chemische Charakterisierung, Nährstoff-Fracht, Partikelfracht und Planktondrift im Jahr 1979. In Arbeiten aus dem Labor Weyregg 3, Jahresbericht 1979
- MOOG, O. (1980): Die Phosphorbilanz der Ager-Seenkette für die Jahre 1978 und 1979. In Arbeiten aus dem Labor Weyregg 3, Jahresbericht 1979
- MÜLLER, G. (1979): Grundlagendaten für Fuschlsee, Mondsee und Attersee, sowie das gesamte Einzugsgebiet.

In Arbeiten aus dem Labor Weyregg 3, Jahresbericht 1978

- MÜLLER, G. (1979): Wesentliche Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen innerhalb der Seenkette Fuschlsee - Mondsee - Attersee. In Arb. Labor Weyregg 3, Jahresbericht 1978.
- MÜLLER, G. (1979): Phosphorbilanz in der Seenkette Fuschlsee - Mondsee - Attersee. In Arbeiten aus dem Labor Weyregg 3, Jahresbericht 1978.
- NAGL, H. (1978): Das Umland des Fuschlsees und sein Einfluß auf die Eutrophierung des Sees. In Arbeiten aus dem Labor Weyregg 3, Jahresbericht 1978.
- PUM, M. (1980): Das Phytoplankton des Fuschlsees 1979. In Arbeiten aus dem Labor Weyregg 3, Jahresbericht 1979.
- RUTTNER, F. (1956): Gutachten über den gegenwärtigen Zustand des Pelagials im Fuschlsee. Biol. Station Lunz, 1956.
- RUTTNER - KOLISKO (1970): Nachtragsgutachten über den limnologischen Zustand des Fuschlsees im Jahre 1969. Biol. Station Lunz 1970.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [5_1981](#)

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

Artikel/Article: [ZUR NÄHRSTOFFBUDGETIERUNG IM FUSCHLSEE UND SEINEM EINZUGSGEBIET IM JAHR 1980 A contribution to the nutrient budget in Fuschlsee and catchment area in 1980 56-82](#)