

C h e m i s m u s d e s S e e s

Dr. Friederike Neuhuber, Limnologisches Institut der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien

1. Einleitung

In diesem Kapitel soll der chemische Zustand des Attersees in den Jahren 1974 und 1975 an Hand der im Rahmen des OECD untersuchten chemischen Parameter besprochen werden. Die monatlich gezogenen Proben, die in 5 bis 20 m Tiefenabständen entnommen wurden, entstammen zwei bis drei Vertikalprofilen des Süd-, Mittel- und Nordteils des Sees an der jeweiligen Seemitte. Im Laufe der Untersuchung verschob sich der südliche Probenpunkt nach Westen in Richtung Unteracher Bucht, um den Einfluß der Mondseeache besser erfassen zu können. Ab Dezember 1974 entsprechen die beiden Punkte "Attersee Süd" bzw. "Attersee Mitte" den Probenpunkten der Primärproduktion (hier: Unteracher Bucht und Weyregg) und zwei Probenpunkten für das Zooplankton (hier: C 19 und F 7). Oberflächenproben aus dem Uferbereich der Monate 7, 8 und 10 (1974) sollten die Bedeutung der Zubringer aufzeigen. Da das Jahr 1975 vollständigere Analysen umfaßt, wird es in den Ergebnissen mehr berücksichtigt.

In der weiteren Untersuchung soll auch der bisher nur stichprobenartig erfaßte Kjeldahl-Stickstoff geschlossen analysiert werden, außerdem sollen auch die wenigen, vorliegenden TOC-Analysen ergänzt werden.

2. Ergebnisse

2.1. Temperatur (Abbildung 1)

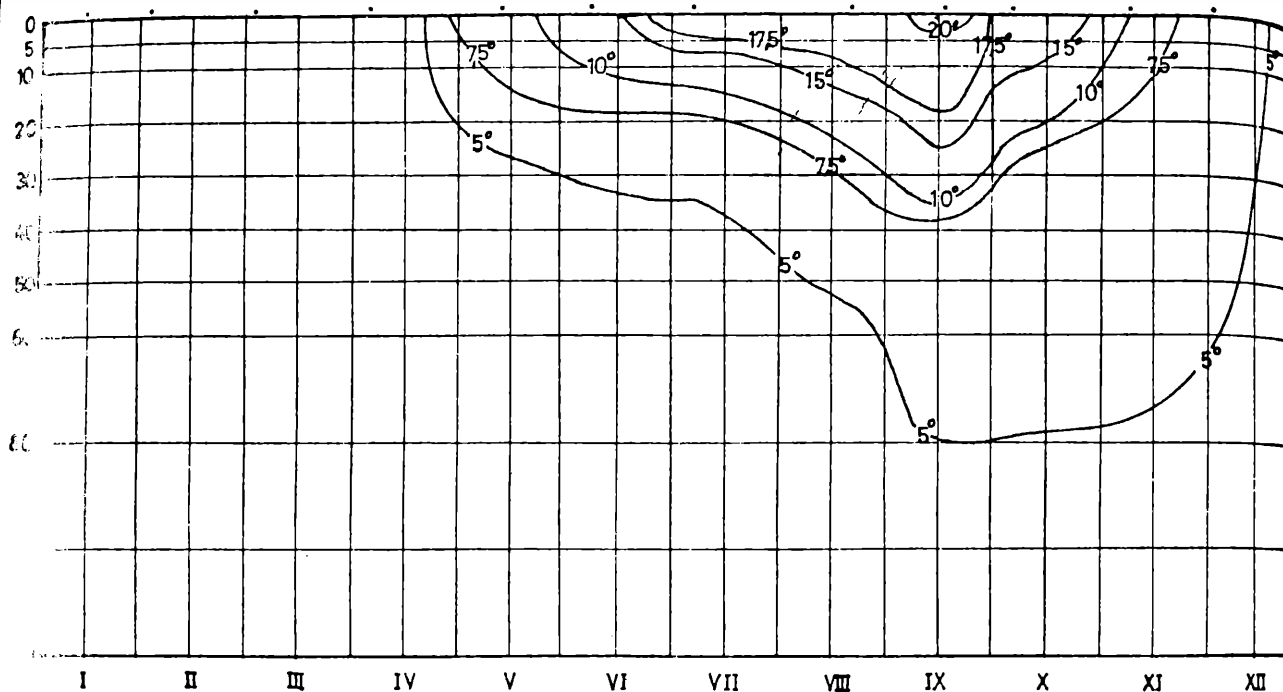
Trotz der im Kapitel Meteorologie gegebenen Temperaturangaben sollen hier die mittels Schöpfer gewonnenen Temperaturdaten wiedergegeben werden. Es treten hier, wie schon im Kapitel Meteorologie angedeutet (Siehe: Windverhältnisse am Attersee), deutliche Unterschiede zwischen den Seebereichen auf. Wie der Vergleich der beiden Vertikalprofile Süd und Mitte zeigt, tritt im Süden eine raschere, höhere und auch tiefer greifende Erwärmung auf, wofür die windgeschütztere Lage verantwortlich gemacht werden kann.

2.2. Sauerstoff (Abbildung 2)

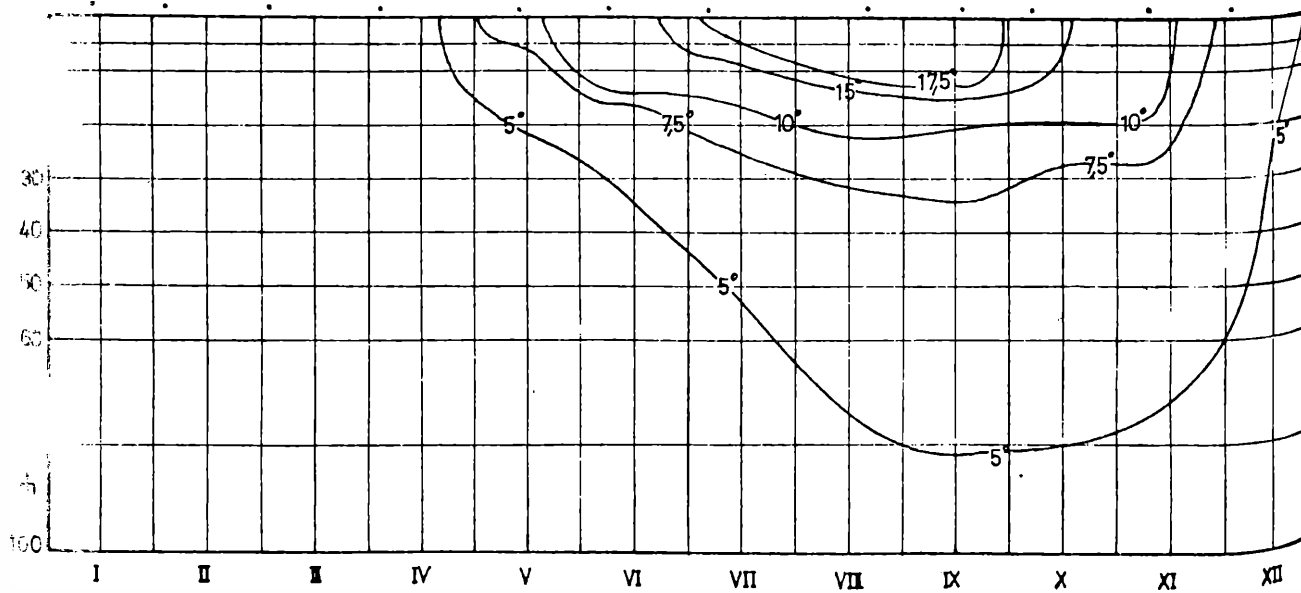
Der an und für sich sehr hohe Sauerstoffgehalt des Attersees nimmt mit zunehmender Tiefe nur gering ab. Die Sättigungswerte der oberflächennahen Schichten liegen bei 100 % und sinken 1974 bis 100 m Tiefe auf 75 bis 82 % ab. 1975 liegen die Tiefenwerte der kühleren Monate bei 90 % und nehmen erst während der Produktionszeit stärker ab. Im Mai können innerhalb der Tiefenprofile höhere Sauerstoffgehalte auftreten, die wohl auf den Einfluß der Zubringer zurückzuführen sind. In den oberflächennahen Schichten zeigt die geringe Übersättigung ein Intensivieren der Produktion an. Im Jahr 1974 ist ab Juni an beiden Vertikalprofilen, 1975 bereits ab April im Südprofil Übersättigung festzustellen. Ihre Tiefenausdehnung reicht im Hochsommer im ersten Untersuchungsjahr bis 20 m Tiefe, im darauffolgenden Jahr bis 30 m Tiefe. Eine, wenn auch geringe Übersättigung kann bis Oktober/ November verzeichnet werden.

Abb. 1

TEMPERATURVERTEILUNG ATTERSEE - SÜD 1975



TEMPERATURVERTEILUNG ATTERSEE - MITTE 1975



2.3. Leitfähigkeit Abbildung 3 a).

Die Leitfähigkeitswerte schwanken zwischen 200 und 230 μS ($18\text{ }^{\circ}\text{C}$). Während der Zirkulationsperiode ist die vertikale Leitfähigkeitsverteilung annähernd gleich. Eine Schichtung des Elektrolytgehalts ergibt sich erst ab Juli und kommt durch Absinken der Leitfähigkeit im Epilimnion zustande. Am deutlichsten ist diese Schichtung zur Zeit der höchsten Erwärmung ausgeprägt. Die Leitfähigkeitsdifferenz zwischen Epi- und Hypolimnion beträgt etwa 15 %. Entsprechend der langsamen Abkühlung baut sich diese Schichtung gegen Jahresende nur allmählich ab.

Ein Vergleich der Vertikalprofile deutet an, daß der Südteil des Sees von diesem jahreszeitlichen Ablauf früher betroffen wird als der Mittelbereich. Enger gesteckte Probestermine können darüber mehr Auskunft geben.

Da im Süden die größten Tiefen auftreten, wäre hier ein später einsetzender Jahresablauf zu erwarten, doch dürfte, wie bereits beim Temperaturverlauf zu sehen war, das andere "Lokalklima" (Windverhältnisse!) aber auch der Zurinn der Mondseeache dieses "Voraus-eilen" verursachen.

2.4. pH (Abbildung 3 b)

Der vertikale pH-Verlauf spiegelt wie die Leitfähigkeit die Temperaturverhältnisse und das biologische Geschehen wider. Die erst um die Jahresmitte auftretende Schichtung, die entgegengesetzt zur Leitfähigkeit im Epilimnion zustandekommt, bleibt auf Grund der stark verzögerten Durchmischung lange erhalten.

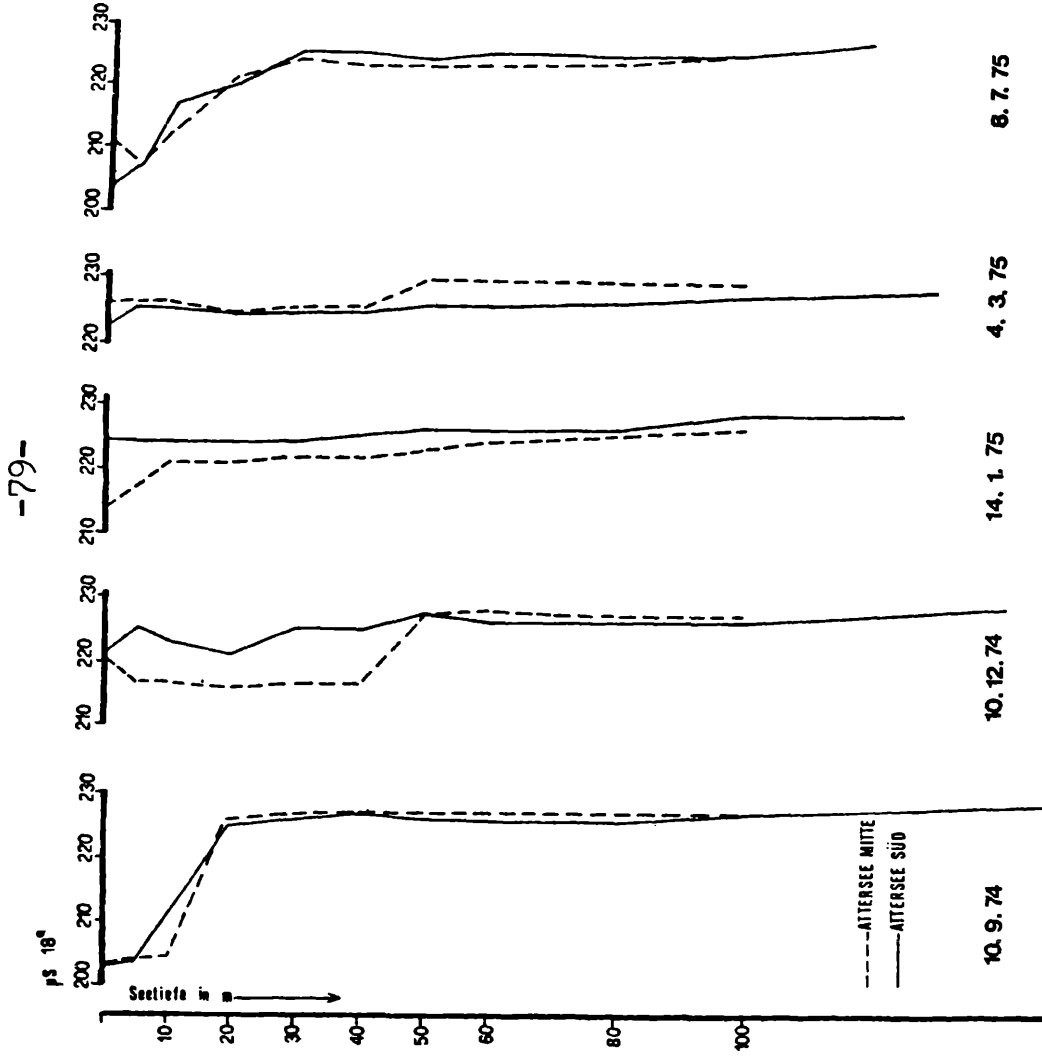


Abb. 3a.

LEITFÄHIGKEIT

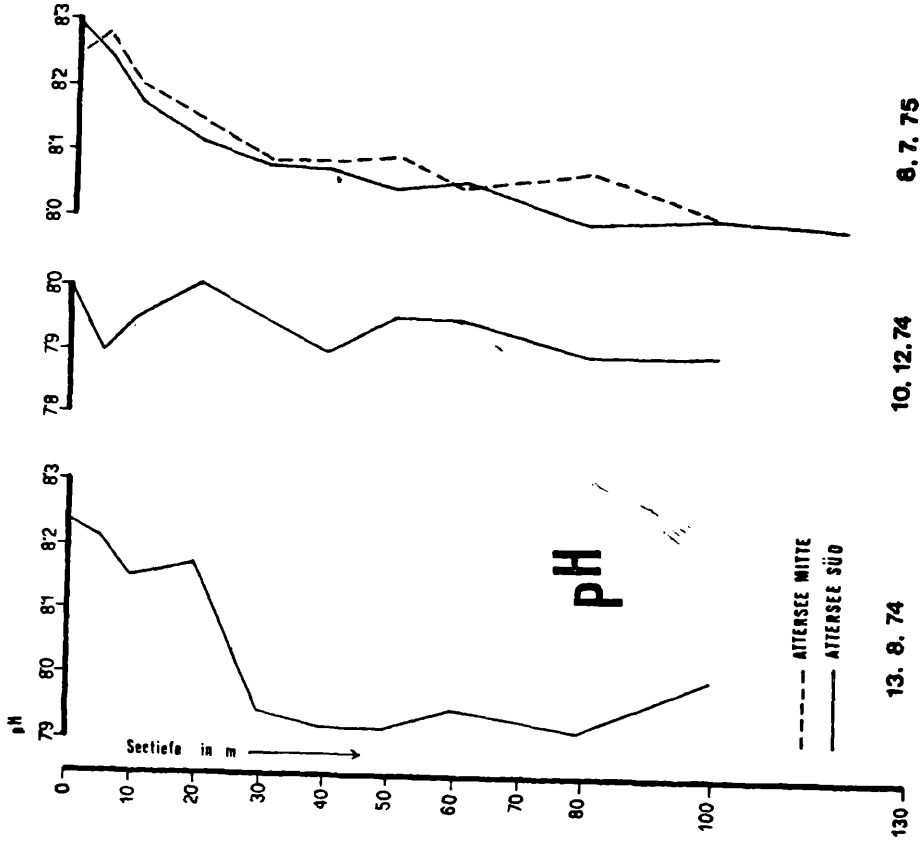


Abb. 3b

2.5. Ionen

Den geologischen Verhältnissen entsprechend weist sich der Attersee in seiner Ionenzusammensetzung als typisches Erdalkali-Bikarbonatgewässer aus. Unter den Kationen dominieren die Erdalkalien mit nahezu 98 % mit einem Ca-Mg-Verhältnis von etwa 3,5. Unter den Anionen nimmt das Bikarbonat ebenfalls mit 98 % den Hauptanteil ein. Im Jahresgang ist ähnlich der Leitfähigkeit in den Sommermonaten eine Zunahme des Ca- und Bikarbonatgehalts mit der Tiefe festzustellen. Das Mg-Ion ist an diesem Vorgang nicht beteiligt. Die Schichtung bleibt ebenfalls bis zum Beginn der Vollzirkulation erhalten.

Die Ionen Natrium, Kalium, Chlorid und Sulfat nehmen mengenmäßig nur eine untergeordnete Stelle ein. Auch die Konzentrationen sind nur geringen Schwankungen unterworfen.

Die Prozentverteilung der Ionen:

Ca ⁺⁺	38,25 %	A	49,00 %
Mg ⁺⁺	10,50	Cl ⁻	0,75
Na ⁺	1,00	SO ₄ ⁻⁻	0,25
K ⁺	0,25		

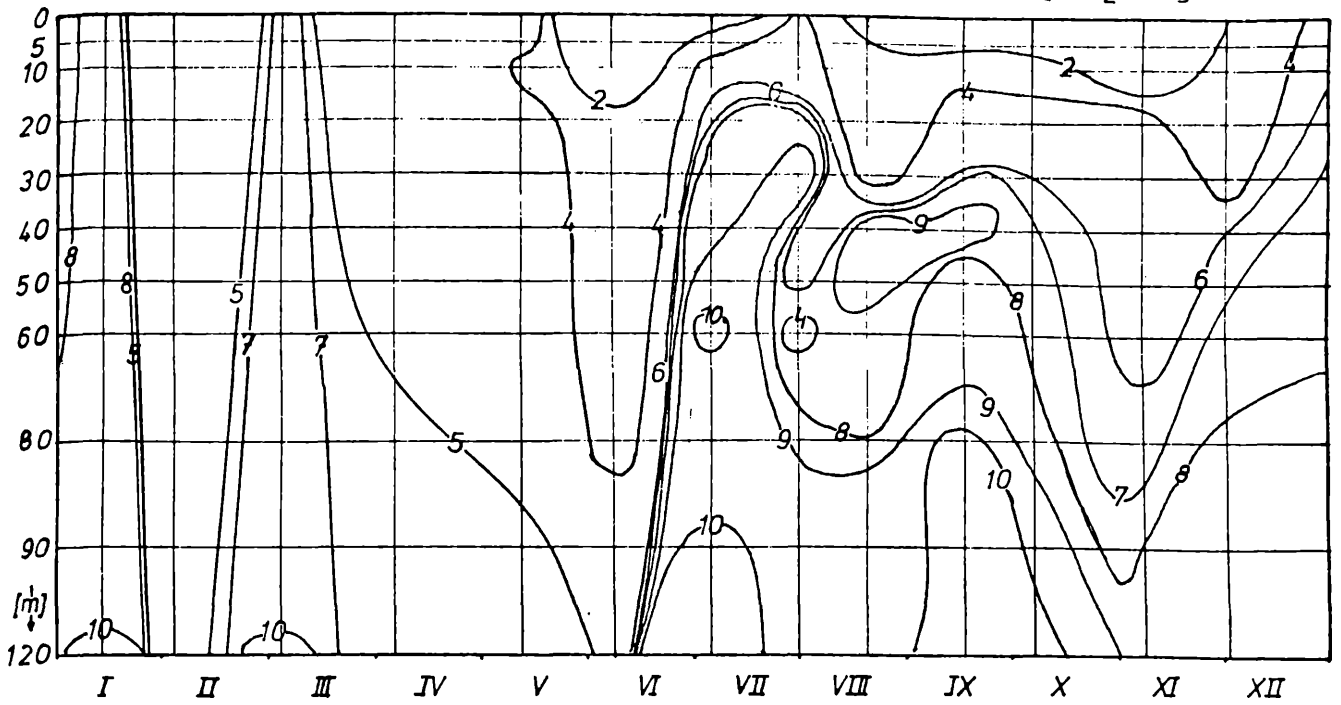
2.6. Reaktives Silikat (Abbildung 4)

Obwohl gelöstes Silikat nur in geringen Konzentrationen auftritt, zeichnen sich im Jahresgang deutlich drei Vorgänge ab, die die Silikatverteilung erheblich beeinflussen und abhängig sind von:

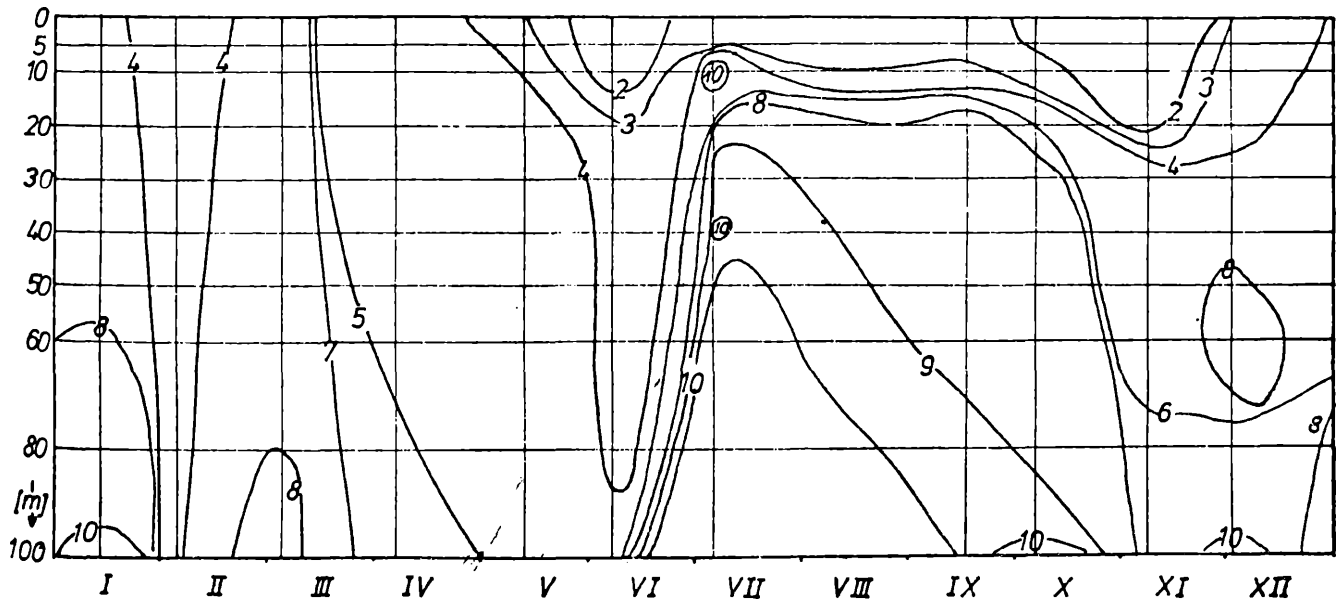
- Temperaturverlauf im Jahresgang: Die Vollzirkulation ruft eine nahezu einheitliche Konzentrationsverteilung hervor, die Sommerstagnation bedingt die Erhaltung der Konzentrationsunterschiede. Lokale Temperaturunterschiede beeinflussen das biologische Geschehen.

Abb.4

SiO_3^{2-} - VERTEILUNG ATTERSEE-SÜD 1975 (x.0,1= SiO_3^{2-} - Si_{L} in mg)



SiO_3^{2-} - VERTEILUNG ATTERSEE - MITTE 1975 (x.0,1= mg SiO_3^{2-} - Si_{L})



- b) Silikatrücklösung aus dem Sediment: Auf sie geht das Auftreten der höchsten Konzentrationen knapp über dem Sediment zurück.
- c) Biologische Aktivität der Kieselalgen: Auf Grund der Verteilung des gelösten Silikats kann geschlossen werden, daß die Kieselalgen in zwei Maxima und zwar im Juni und November/Dezember auftreten, was sich mit den Ergebnissen der Primärproduktion (Abbildung 1) deckt. Die größte Entfaltung erfolgt in 0 bis 20 m Tiefe und ruft hier eine Abnahme des freien Silikats auf unter $0,2 \mu\text{g/l}$ hervor. Diese Abnahme kann bis in ca 90 m Tiefe nachgewiesen werden. Während des Hochsommers ist ein Rückgang des Silikatverbrauchs festzustellen. Gleichzeitig kann erheblicher Silikatanstieg im Hypolimnion und in den unteren Schichten des Epilimnions beobachtet werden, der auf Abbauprozesse hinweist.

Die zwischen Süd- und Mittelteil feststellbaren Unterschiede würden auf eine höhere Kieselalgenproduktion im Süden schließen lassen, was sich jedoch nicht durch die Ergebnisse der Primärproduktion belegen läßt.

2.7. Phosphor- und Stickstoffverbindungen

Da die von Natur aus oligotrophen Alpenrandseen durch menschliche Aktivität vielfach Eutrophierungserscheinungen zeigen, soll die Analyse der Phosphor- und Stickstoffverbindungen wichtige Grunddaten liefern, die nach Abschluß der Untersuchungen die Feststellung ermöglichen, ob und wie weit der Attersee eutrophierende Entwicklungen aufweist.

2.7.1. Phosphat (PO_4^{---} , Abbildung 5 und 6)

Die Orthophosphatkonzentration ist mit wenigen $\mu\text{g/l}$ sehr niedrig und sinkt häufig unter die Nachweisbarkeitsgrenze. Dies ist ein Zeichen dafür, daß das Phosphation bei Anstieg der Produktion rasch verbraucht wird. Da aber Phosphor eine sehr hohe Umsatzgeschwindigkeit besitzt und außerdem neben dem O-Phosphat auch andere gelöste Phosphorverbindungen von Phytoplankton aufgenommen werden können, bedeutet dieses Fehlen keineswegs Phosphormangel.

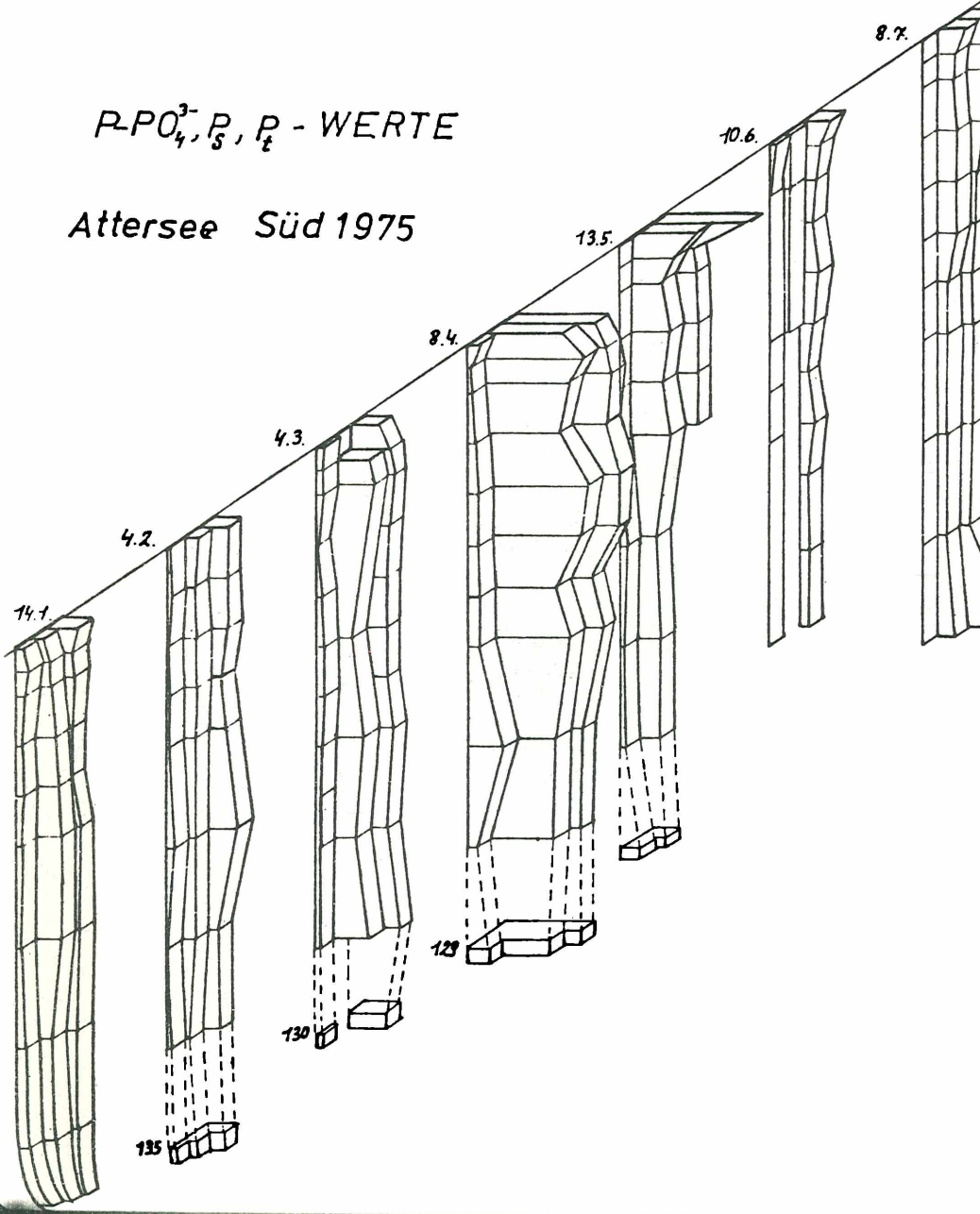
Die beiden Untersuchungsjahre zeigen, daß ab dem Frühjahr Phosphat unter die Nachweisbarkeitsgrenze sinkt. Gelegentliches Phosphatauftreten an der Oberfläche ist allochthoner Herkunft. Vorallem in Nähe der Zubringer können höhere Konzentrationen auftreten, die zB. im Falle des Nußdorfbaches weit in den See hinaus reichen. Nach dieser Periode des Phosphatabfalles unter die Grenze der methodischen Erfassbarkeit folgt eine Zeitspanne, in der das Phosphation wieder in allen Schichten aufscheint. Ab Oktober bis Dezember sinkt es dann wieder auf die Nachweisbarkeitsgrenze.

2.7.2. Gelöste Phosphorverbindungen (P_s , Abbildung 5 und 6)

Im April und Mai steigen die Konzentrationen erheblich an. Die vorangegangene Durchmischung und auch allochthone Nährstoffe, die durch das Schmelzwasser eingebracht werden, können möglicherweise diesen Anstieg hervorrufen. In den Sommermonaten sind die Konzentrationen geringer und verteilen sich im Mittelprofil fast gleichmäßig auf alle Tiefen, im Süden hingegen kann in den oberen Schichten eine höhere Konzentration beobachtet werden als in den tieferen. Im August/ September nehmen die Konzentrationen etwas zu. Zum Jahresende sind die gelösten

$P-PO_4^{3-}, P_s, P_t$ - WERTE

Attersee Süd 1975



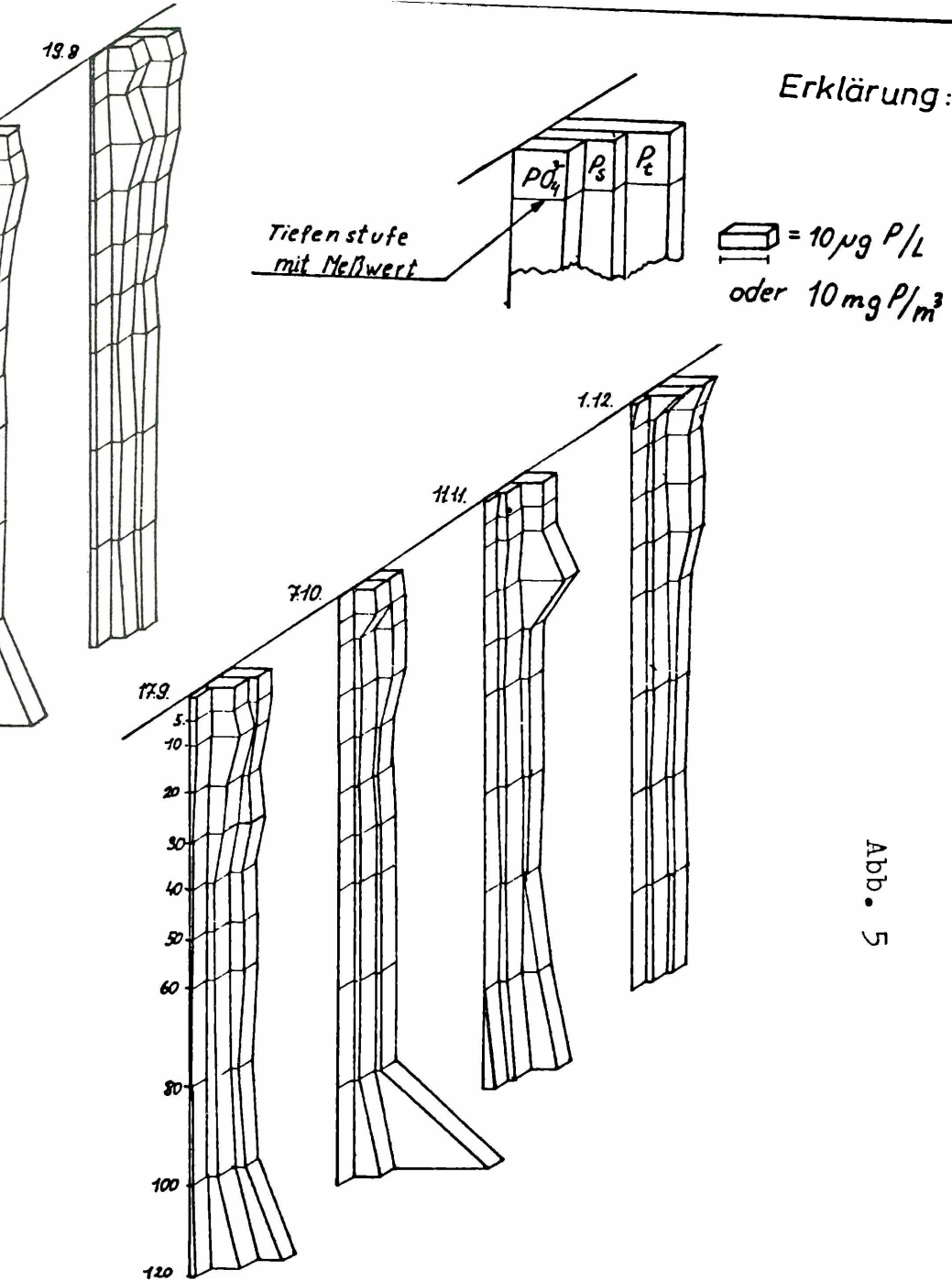
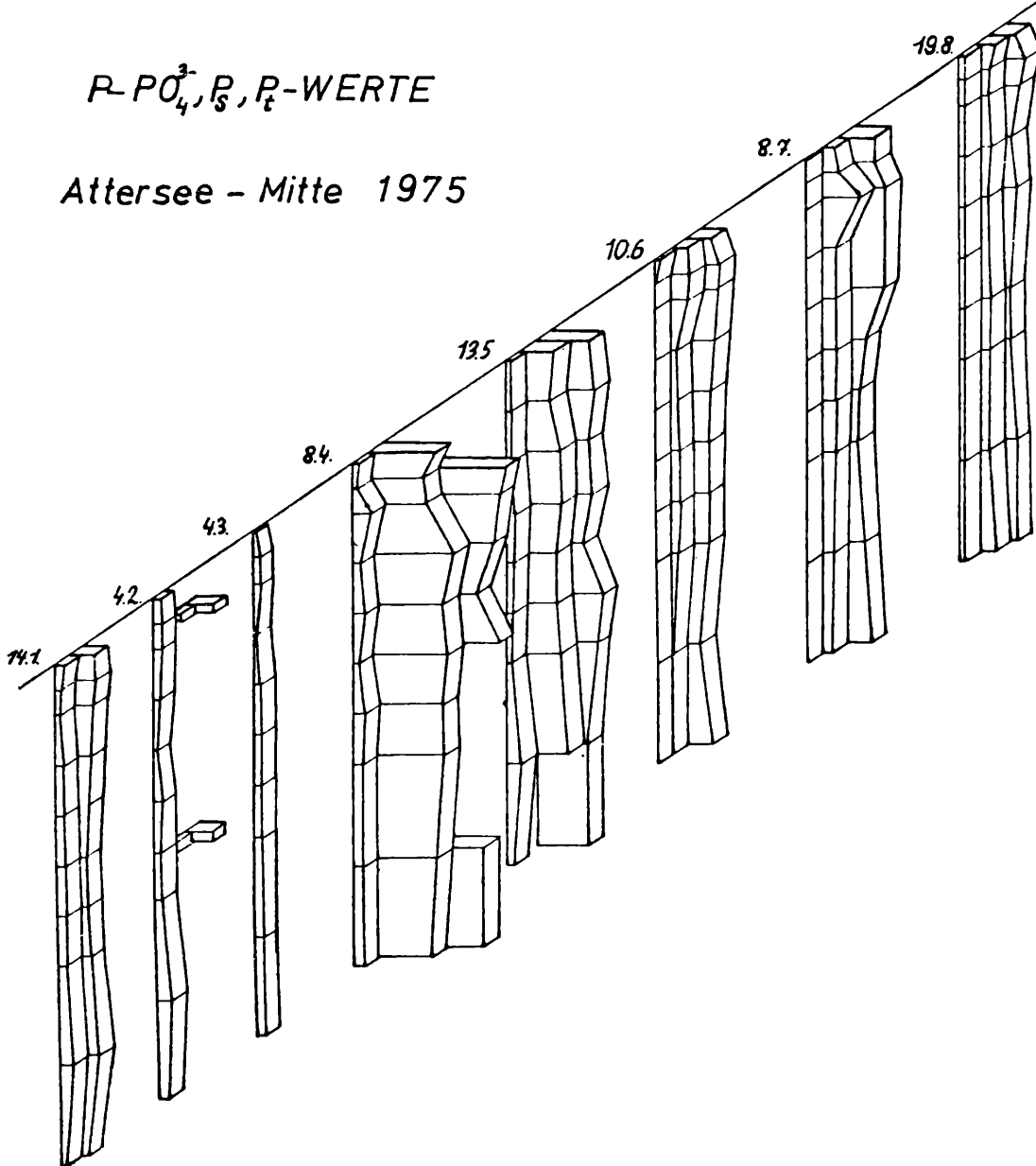


Abb. 5

$R-PO_4^3-, P_s, P_t$ -WERTE

Attersee - Mitte 1975



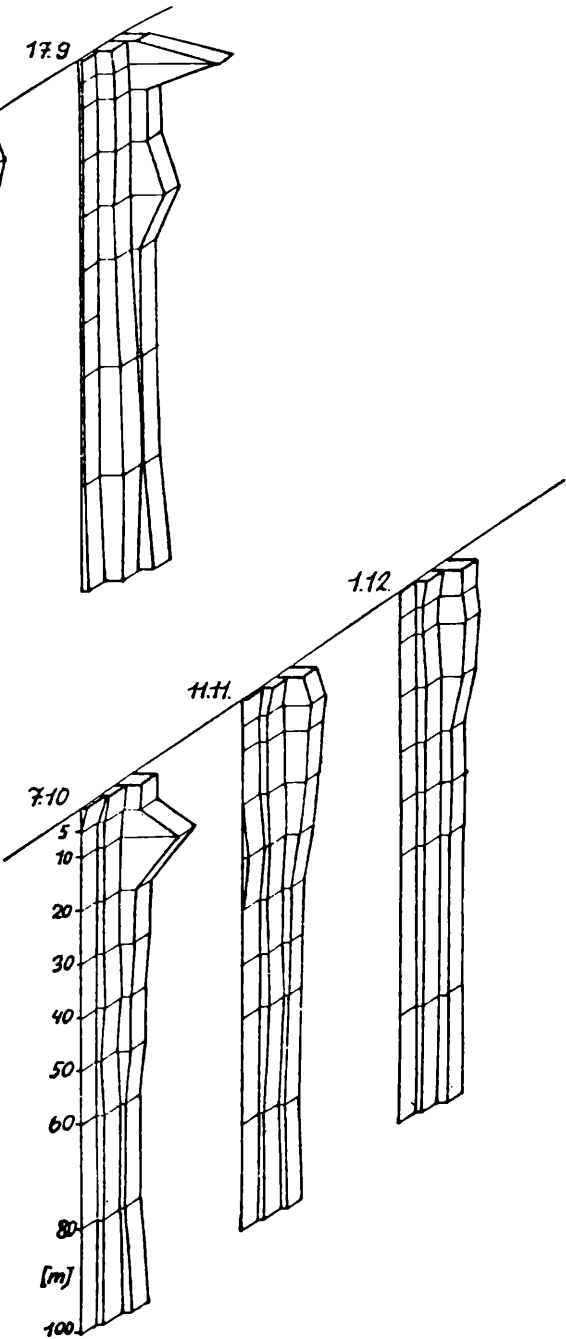


Abb. 6
Erklärungen siehe Abb. 5

Phosphorverbindungen über alle Schichten nahezu gleich verteilt.

2.7.3. Partikulärer Phosphor (P_t , P_s)

Partikulärer Phosphor nimmt im April an beiden Profilen deutlich zu. Beide Vertikalprofile zeigen bis einschließlich Dezember in den oberen Schichten eine höhere Konzentration. Im Mittelprofil gehen die Konzentrationen im August, im Südprofil im Juni und September etwas zurück.

2.7.4. Totalphosphor (P_t , Abbildung 5 und 6)

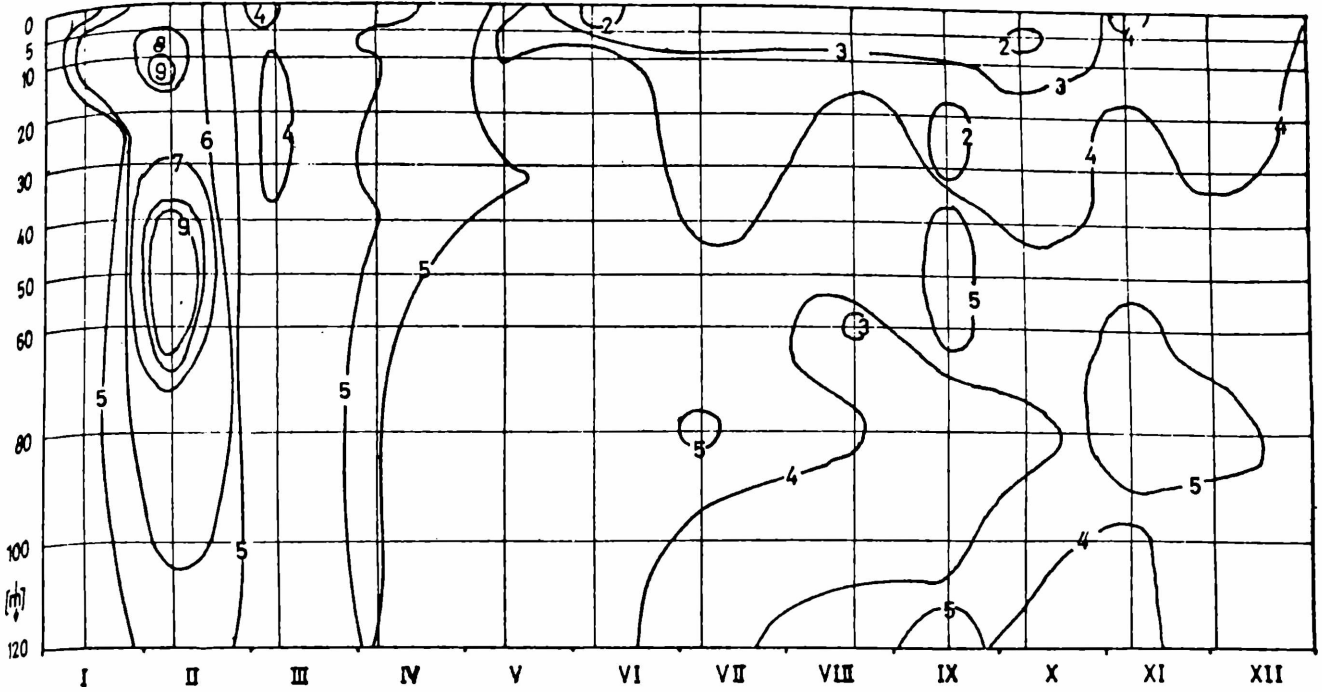
Der höchste Totalphosphorgehalt (24,1 $\mu\text{g}/\text{l}$ Süd und Mitte) tritt 1975 im Monat April auf. Da gleichzeitig der gelöste Phosphor-Anteil sehr hoch ist, kann angenommen werden, daß zu dieser Zeit die für die Produktion wichtigen Phosphorfraktionen mobilisiert werden. An beiden Profilen ist im Juni ein deutlicher Rückgang der Konzentrationen zu erkennen (Juni und Juli: Phytoplanktonbiomassemaximum). Anstieg über dem Sediment deutet auf Absterben und Absinken von Organismen hin.

2.7.5. Nitrat (NO_3^- , Abbildung 7)

Von allen Nährstofffraktionen ist das Nitrat mit 0,5 mg/l am reichlichsten vorhanden. Zu Beginn der Durchmischung treten im Südprofil noch weitaus höhere Konzentrationen auf. Nach dem Konzentrationsausgleich durch die Vollzirkulation zeigt eine Nitrat-Abnahme in Richtung Oberfläche die Aufnahme von Nitrat durch das Phytoplankton an. Im Südprofil setzt diese Abnahme früher ein und erreicht auch eine größere Tiefenausdehnung als im Mittelprofil.

Abb.7

NO_3^- - VERTEILUNG ATTERSEE - SÜD 1975 In 0,1 mg/l $\text{NO}_3^- \text{N}$



NO_3^- - VERTEILUNG ATTERSEE - MITTE 1975 In 0,1 mg/l $\text{NO}_3^- \text{N}$

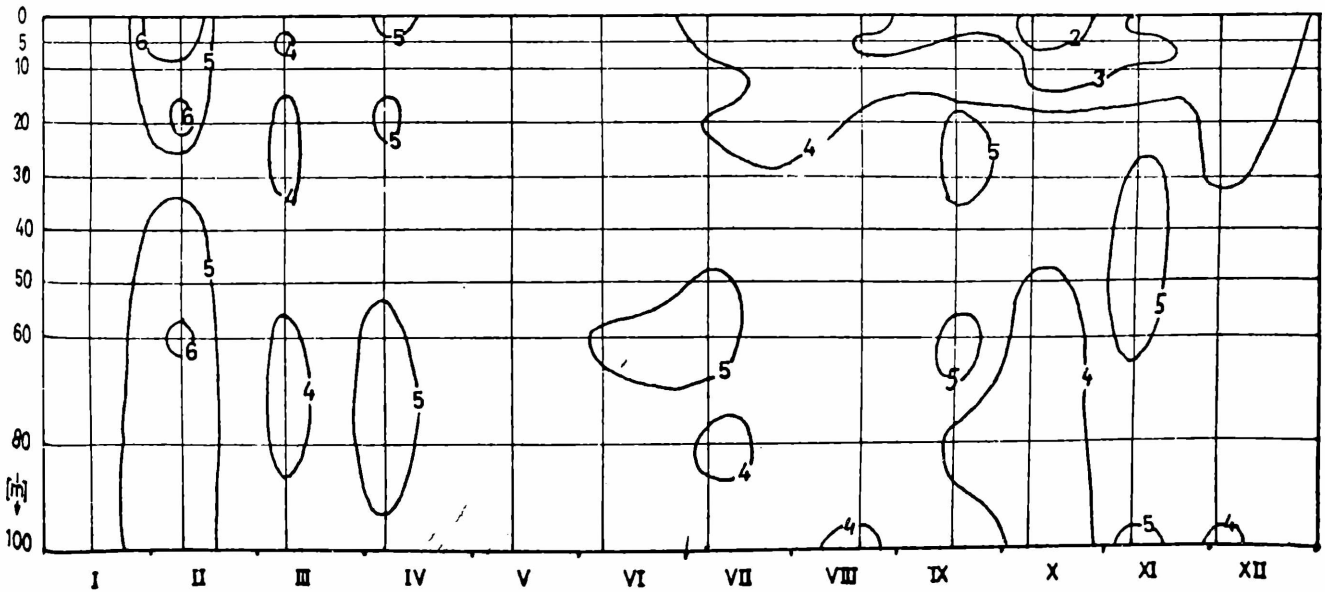
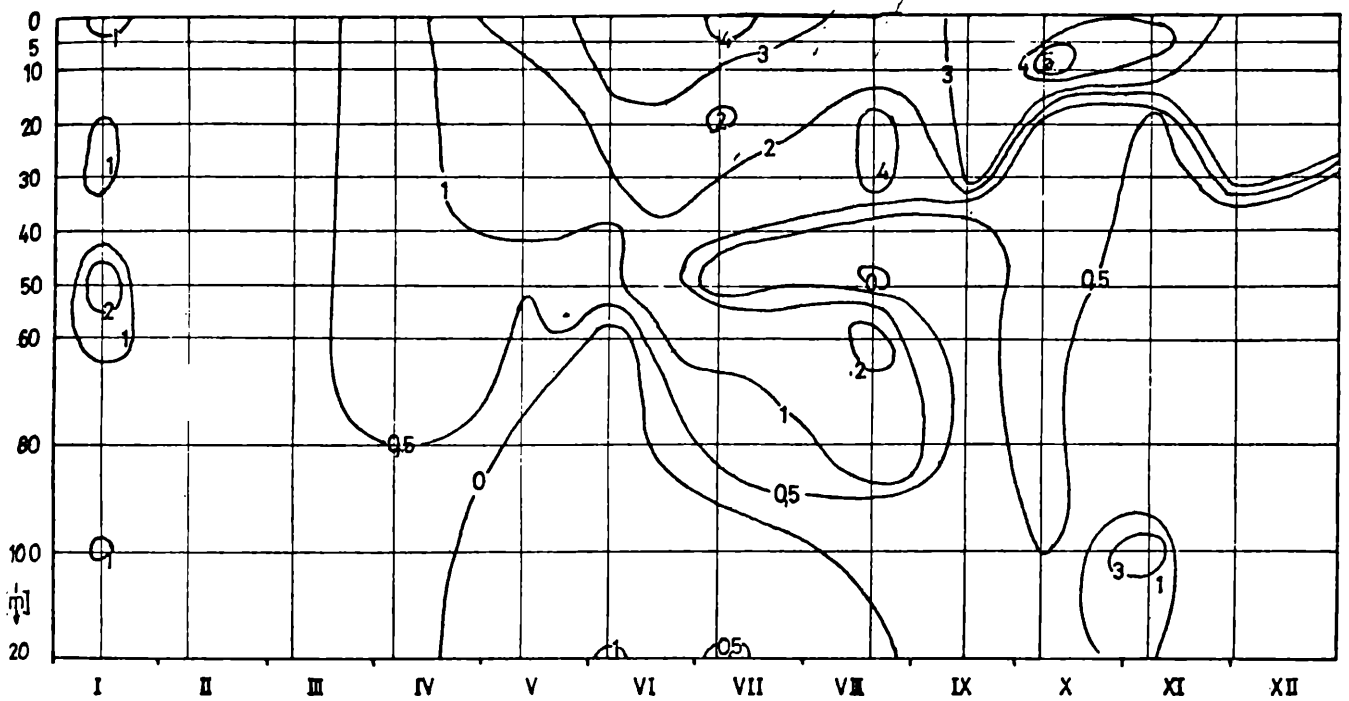
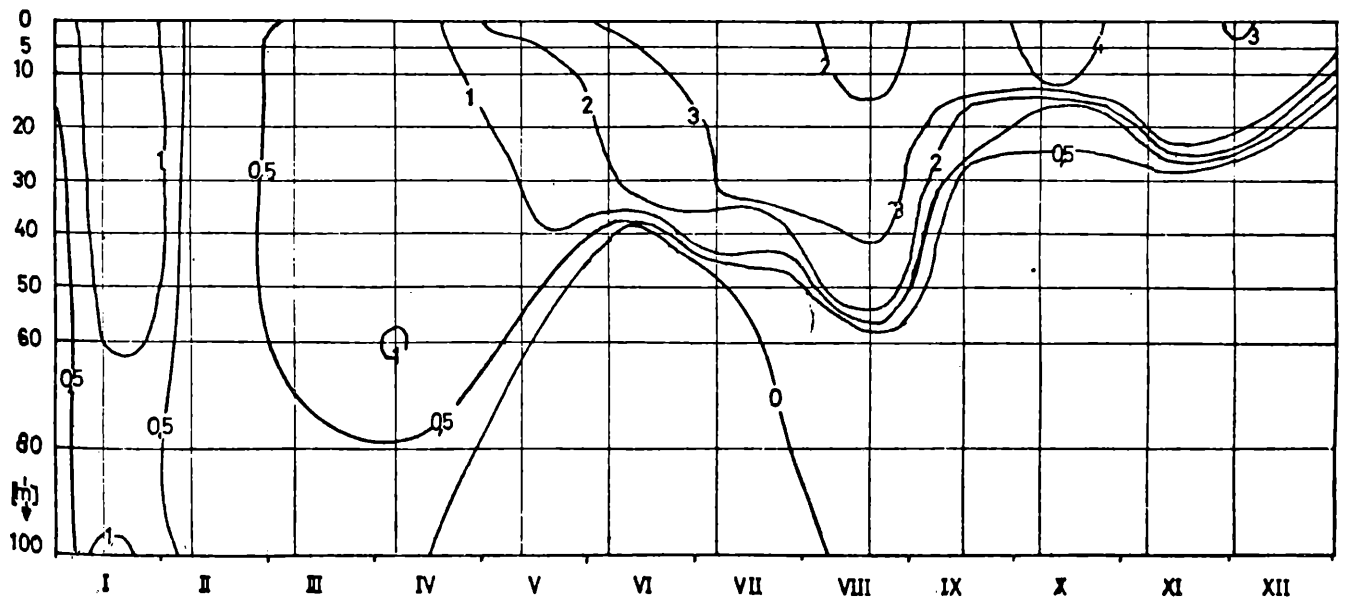


Abb.8

NO₂⁻-VERTEILUNG ATTERSEE - SÜD 1975 in µg/l NO₂-N



NO₂⁻-VERTEILUNG ATTERSEE - MITTE 1975 in µg/l NO₂-N



2.7.6. Nitrit (NO_2^- , Abbildung 8)

Nitrit tritt in dem Orthophosphat ähnlichen Konzentrationen auf, die nach der Vollzirkulation in den beiden Profilen bei $0,5 \mu\text{g/l}$ liegen. Von April bis August ist in der Tiefe kein Nitrit nachzuweisen. Gegen die Oberfläche hin nimmt der Gehalt zu. Vergleiche mit der Nitrat- und Siliziumverteilung ergeben, daß diese Zunahme mit Nitrat- und Siliziumabnahme verbunden ist, wie es die $2 \mu\text{g/l}$ Nitrit-, $0,4 \text{ mg/l}$ Nitrat- und $0,4 \text{ mg/l}$ Siliziumisochemen zeigen. Dies Zu- bzw. Abnahme kann zeitlich etwas verschoben sein. Diese Verschiebung kann damit begründet werden, daß das Phytoplankton ja nicht nur aus Diatomeen besteht und daß die bakterielle Tätigkeit und die eingebrachten Nährstoffe zu berücksichtigen sind.

Die Nährstoffe treten im Attersee in Konzentrationen auf, die zweitweise die für oligotrophe Seen festgestellten Konzentrationsbereiche überschreiten (VOLLENWEIDER 1971). Der Attersee zeigt so eine Eutrophierungstendenz, die dank seiner Größe nur langsam fortzuschreiten scheint, jedoch auf Grund der langen Verweilzeit besondere Aufmerksamkeit verlangt.

Literatur:

VOLLENWEIDER R., 1971, Scientific Fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication, OECD DAS/CSI, Paris

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: [1_1976](#)

Autor(en)/Author(s): Neuhuber Friederike

Artikel/Article: [Chemismus des Sees 74-89](#)