

Internationale Gewässerschutzkommission  
für den Bodensee

Jahresbericht über den  
limnologischen Zustand des Bodensees

Nr. 5

Der limnologische Zustand des Freiwassers  
von Januar 1978 bis März 1979



Internationale Gewässerschutzkommission  
für den Bodensee

Jahresbericht über den  
limnologischen Zustand des Bodensees

Nr. 5

Der limnologische Zustand des Freiwassers  
von Januar 1978 bis März 1979

Bearbeiter : W. Schmitz

-1981-

Vertrag über die Einigung über die  
Grenzen der Gemeinden

1878 bis März 1879

Vertrag über die Einigung über die  
Grenzen der Gemeinden

Nr. 5

Vertrag über die Einigung über die  
Grenzen der Gemeinden  
1878 bis März 1879

1878

## VORWORT

Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee veröffentlicht hiermit den Jahresbericht über die Ergebnisse der regelmässigen limnologischen Freiwasseruntersuchungen des Bodensees für das Kalenderjahr 1978 und das Seejahr 1978 (April 1978 bis März 1979). Der Bericht wurde von der Arbeitsgruppe "Freiwasseruntersuchungen" der Kommissionssachverständigen ausgearbeitet. Mitglieder dieser Arbeitsgruppe sind :

Prof. Dr. Heinz Ambühl, Dübendorf  
Dr. Heinrich Bühner, Dübendorf  
Dr. Hans-Rudolf Bürgi, Dübendorf  
Dr. Ulrich Einsele, Konstanz  
Dr. Hubert Lehn, Konstanz  
Dr. Helmut Müller, Langenargen  
Dr. Henno Rossknecht, Langenargen  
Dr. Wolfgang Schmitz, Karlsruhe, Koordinator  
Dr. Roland Schröder, Insel Reichenau  
Dr. Benno Wagner, Bregenz  
Dr. Gustav Wagner, Langenargen

Die Grundlage für den Bericht bildet das regelmässige Untersuchungsprogramm der Kommission, an dessen Durchführung die nachstehend genannten Institute gemeinsam mitgewirkt haben:

Chemische Versuchsanstalt des Landes Vorarlberg  
Bregenz:

Untersuchungen des Chemismus in der Bregenzer  
Bucht

Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasser-  
reinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Dübendorf,  
Abteilung Limnologie: Datenverarbeitung

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg,  
Institut für Seenforschung und Fischereiwesen, Langen-  
argen, Konstanz und Insel Reichenau:

Terminfahrten und Messungen, Untersuchungen des  
Chemismus, des Phyto- und Zooplanktons im Obersee  
und Untersee

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg,  
Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft, Karlsruhe:

Spezielle analytische Arbeiten: organischer Kohlen-  
stoff im Untersee

Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR)  
durch das Engler-Bunte-Institut, Bereich Wasserchemie,  
der Universität Karlsruhe:

Physikalisch-chemische Untersuchungen des Überlin-  
ger Sees an der Probenahmestelle zwischen Überlin-  
gen und Wallhausen.

## INHALT

	Seite	Abb.	Tabelle
EINLEITUNG	3	1	1
TEIL I: BODENSEE-OBERSEE			
Witterung	6	2	
Wasserstände	6	3	
Thermik	7	4,5	2
Sauerstoff	7	6,7	3
Orthophosphat	8	8,9,12	4
Andere gelöste Phosphorverbindungen	8	8,9,10	5,6
Phosphorbilanz	9	9	7
Nitrat	10	9,11,12	8
Ammonium	10	12,13	9
Nitrit	11	12,14	10
Kieselsäure	12	12,15	11
Anorganische Kohlenstoffverbindungen	12	12,16,17	12
Weitere Parameter des Kalk-Kohlen- säure-Gleichgewichts	13	17	13,14
Chemische Indikation der Phyto- planktonproduktion	13	18,19,21	15-16
Phytoplanktonbiomasse	14	21,22	
Quantitativ vorherrschende Ionen	15		13, 18-24
Eisen und Mangan	15	23	25,26
Gelöste organische Stoffe	16		27,28
Vergleich des limnologischen Zustandes an verschiedenen Unter- suchungsstationen im Obersee	16		29

TEIL 2: BODENSEE-UNTERSEE

GNADENSEE

Thermik	19	24-27	30
Sauerstoff	19	26,27	31
Orthophosphat	20	28,29	32
Andere gelöste Phosphorverbindungen	21	30	33,34
Phosphorbilanz	21	29	
Nitrat	22	29,31	36
Ammonium	22	32-34	37
Nitrit	23	35	38
Kieselsäure	24	33,36	39
Anorganischer Kohlenstoff und Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht	24	37,38	40-43
Eisen	25	39	44
Phytoplanktonbiomasse und chemische Biomasseindikatoren	26	40,41	45,46
Gelöste organische Stoffe	27	42	47,48
Quantitativ vorherrschende Ionen	27		41,42 49-51

RHEINSEE	28	40-61	52-73
----------	----	-------	-------

ZELLER SEE	31		74
------------	----	--	----

VERGLEICH DES LIMNOLOGISCHEN ZUSTANDES AN VERSCHIEDENEN UNTERSUCHUNGSSTATIONEN IM UNTERSEE	32	62	74
---	----	----	----

ZUSAMMENFASSUNG	33		
-----------------	----	--	--

TABELLEN

ABBILDUNGEN

KORREKTUREN zu Jahresbericht Nr. 4			am Schluss dieses Jahresberichtes
------------------------------------	--	--	--------------------------------------

## E I N L E I T U N G

Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht über Örtlichkeiten, Wassertiefe und Zeitpunkt der Messungen oder Probenentnahmen. Die Untersuchungsstationen sind in der Karte Abbildung 1 eingetragen. Die Untersuchungsdaten wurden bei der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz und der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft, auf EDV-Datenträger und in Tabellen archiviert. Im folgenden wird in Form von Isoplethen-Abbildungen die vertikale und zeitliche Verteilung der Konzentrationen verschiedener Parameter des Gütezustandes übersichtlich dargestellt.

Neben Thermik und Sauerstoffzustand werden die Pflanzennährstoffe (Orthophosphat, Nitrat, Silikat, Kohlensäure) behandelt, ferner die Verhältnisse des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes und des Stickstoffkreislaufs sowie der Biomasseverteilung des Phytoplanktons. Für den Bodensee-Obersee beschränken sich diese Darstellungen hauptsächlich auf die zentrale Untersuchungsstation Fischbach-Uttwil, da sich das Zustandsbild an den anderen Meßstationen sehr ähnlich gestaltet. Die Situation an den verschiedenen Obersee-Untersuchungsstationen wird vergleichend nur anhand einiger ausgewählter Parameter dargestellt. Im Bodensee-Untersee werden die Zustände im Rheinsee und im Gnadensee ausführlich, die im Zellersee nur kurz behandelt.

Das jeweilige limnologische Zustandsbild des Freiwassers wird stark durch die Witterungserscheinungen geprägt. Zustandsänderungen von Jahr zu Jahr dürfen daher nicht

von vornherein als Ausdruck einer gerichteten Entwicklungstendenz interpretiert werden. Erst die Betrachtung längerer Zeitreihen lässt darüber eine Beurteilung zu. Dies ist beim Vergleich der Situation aufeinanderfolgender Jahre zu beachten.

Zur besseren Beurteilung der Untersuchungsdaten wird für die wichtigsten chemischen und biologischen Befunde eine mehrjährige Ganglinie abgebildet (Berichtsjahr und vier vorausgehende Jahre), aus der zu ersehen ist, ob die neuesten Daten im Schwankungsbereich der letzten Jahre liegen, ob plötzliche starke Änderungen eingetreten sind oder eine Trendentwicklung sich abzeichnet. Ausgewählt wurden dabei charakteristische Summenwerte, z.B. der Stoffinhalt des ganzen Sees, eines Seeteiles oder bestimmter Wasserschichten, daneben auch die an der Wasseroberfläche oder am Seeboden beobachteten Konzentrationsmaxima und -minima.

Für die Berechnung der Stoffinhalte des Seewassers wurden folgende See-Volumina verwendet:

Bodensee-Obersee	0 - 252,5 m	:	47718 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Bodensee-Obersee	0 - 10 m	:	4355,9 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Gnadensee	0 - 22,4 m	:	137,12 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Gnadensee	0 - 10 m	:	92,871 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Rheinsee (Berlingen)	0 - 46,2 m	:	509,58 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Rheinsee (Berlingen)	0 - 10 m	:	216,41 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

Die Stoffinhalte des Bodensee-Obersees wurden aus den Untersuchungsdaten der Station Fischbach-Uttwil errechnet.

Von den einzelnen chemischen und biologischen Parametern wurden charakteristische Kenndaten des Seejahres 1978 (April 1978 bis März 1979 für den Bodensee-Obersee, Januar bis Dezember 1978 für den Bodensee-Untersee) tabellenmässig zusammengestellt.

Da diese Darstellungen weitgehend für sich selbst sprechen, wurden textliche Erläuterungen auf das wesentlichste beschränkt.

Die Untersuchungsergebnisse werden zur Zeit der weiteren wissenschaftlichen Auswertung unterzogen. Die Benutzung der Daten für wissenschaftliche Zwecke durch Dritte bedarf der Zustimmung der Kommission.

## TEIL I : B O D E N S E E - O B E R S E E

Die thermischen, chemischen und biologischen Verhältnisse des Bodensee-Obersees zeigten im Seejahr 1978 in großen Zügen den Verlauf, wie sie in einem tiefen, ursprünglich oligotrophen See der gemäßigten Klimazone im Übergang in das eutrophe Stadium zu erwarten sind.

### WITTERUNG

Der Witterungsverlauf im Berichtsjahr wird in Abbildung 2 mit den Daten der Lufttemperatur und der Sonnenscheindauer an der Wetterstation Friedrichshafen kursorisch gekennzeichnet und den langjährigen Monatsmitteln gegenübergestellt.

Die Sonnenscheindauer lag fast während des gesamten Jahres 1978 zum Teil erheblich unter den langjährigen Mittelwerten, im April und Juni etwas darüber. Auch die Lufttemperaturen waren 1978 meist niedriger als im langjährigen Mittel, in den Monaten Januar, März und November 1978 sowie Februar und März 1979 etwas höher.

### WASSERSTÄNDE

Die Abbildung 3 stellt die Ganglinien der Monatsmittelwerte der Wasserstandsschwankungen am Pegel Konstanz dar. Die Wasserstände des Sees lagen Anfang 1978 und ab September 1978 unter den langjährigen Monatsmittelwerten.

## THERMIK

Der Temperaturgang des Obersees zeigte im Berichtsjahr das typische Bild eines monomiktischen Sees mit annähernder Homothermie im Januar und Februar 1978 und im Februar und März 1979 und mit einer stabilen thermischen Schichtung in den Sommermonaten bei Temperaturen im Hypolimnion um  $4,5^{\circ}\text{C}$  (Abb. 4). Den Jahresgang des Wärmeinhaltes sowie der Oberflächentemperaturen zeigt die Abbildung 5. Die Beobachtungswerte lagen im normalen Schwankungsbereich. Kenndaten der Thermik des Seejahres 1978 enthält die Tabelle 2.

## SAUERSTOFF

Die Verteilung der Sauerstoffgehalte im Obersee über der grössten Tiefe (Abb. 6) zeigte im Jahre 1978 den gewohnten typischen Verlauf mit sommerlichem hypolimnischen Sauerstoffdefizit, Übersättigungserscheinungen in den obersten Wasserschichten im Frühjahr und einem metalimnischen Sauerstoffdefizit während der Sommermonate (Abb. 6). Die Sauerstoffsituation war im Berichtsjahr ebenso günstig wie im vorausgegangenen Jahr, wie der Verlauf der Ganglinien erkennen lässt (Abb. 7). Die Sauerstoffzehrung war gleich gross wie im vorausgegangenen Jahr. Die Sauerstoffgehalte in Grundnähe blieben verhältnismässig hoch und die Wiederbelüftung des Sees im Winter 1978/79 war nahezu vollständig. Kenndaten des Sauerstoffs für das Seejahr 1978 enthält Tabelle 3.

## ORTHOPHOSPHAT

Das Orthophosphat, das im Bodensee als wichtigster, das Pflanzenwachstum begrenzender Nährstoff-Faktor angesehen werden muss, verdient besondere Aufmerksamkeit. Im Berichtsjahr zeigten die Konzentrationsverteilungen wiederum das typische Bild mit annähernd ausgeglichenen Konzentrationen zwischen Wasseroberfläche und Seeboden gegen Ende des Winters und starken vertikalen Konzentrationsunterschieden während der Sommerstagnation, bedingt durch Aufzehrung des Orthophosphats im Epilimnion durch die Phytoplanktonentwicklung und Freisetzung von Orthophosphat aus biologischem Material am Seeboden (Abb. 8).

Die Gesamtmenge von Orthophosphat im See schwankt, wie aus den Ganglinien der Abbildung 9 erkennbar, im Jahresverlauf, wobei das Maximum in der Regel in den ersten Monaten des Kalenderjahres eintritt und das Minimum etwa in der Jahresmitte liegt. Nachdem die jährlichen Maxima von Orthophosphat in den letzten Jahrzehnten bis zum März 1977 fortwährend gestiegen waren, blieben die entsprechenden Werte 1978 erstmalig wieder niedriger. Die Schwankungen der Orthophosphatkonzentrationen im Epilimnion sind aus Abbildung 12 ersichtlich. Sie lagen im Berichtsjahr etwa im Konzentrationsbereich der vorangegangenen Jahre und verliefen im gleichen Jahresrhythmus. Die Kenndaten des Orthophosphats im Seejahr 1978 enthält Tabelle 4.

## ANDERE GELÖSTE PHOSPHORVERBINDUNGEN

Im Wasser des Obersees treten neben Orthophosphat merkliche Mengen andersartiger gelöster Phosphorverbindun-

gen auf, von denen man annehmen muss, dass sie für die Nährstoffversorgung des Phytoplanktons teils direkt, teils indirekt eine Rolle spielen. In Abbildung 10 sind die Konzentrationsverteilungen der gesamten gelösten Phosphorverbindungen in der Berichtsperiode dargestellt. Gelöste Phosphorverbindungen waren danach jederzeit mindestens mit einigen Milligramm/m<sup>3</sup> vorhanden, während das Orthophosphat zeitweise auf 2 mg/m<sup>3</sup> im Epilimnion aufgezehrt wurde (Abb. 8). Auch die Gesamtmenge gelöster Phosphorverbindungen im See blieb im Berichtsjahr auf dem Niveau des vorausgegangenen Jahres (Abb. 9). Die Kenndaten für die Summe gelöster Phosphorverbindungen und den hydrolysierbaren Phosphor enthalten die Tabellen 5 und 6.

#### PHOSPHORBILANZ

Das Ausmass der Eutrophierung des Obersees hängt in erster Linie von der Konzentration gelöster Phosphorverbindungen ab, wobei das Orthophosphat den Hauptanteil darstellt. Ein relativ geringer Teil des Phosphors ist in biologisches und anorganisches Material inkorporiert.

Der Gesamtinhalt des Phosphors im Obersee ergibt sich als Bilanz des aus Zuflüssen in den See gelangenden und des im Seerhein abfliessenden Phosphors sowie aus dem Betrag des Phosphors, der auf den Seeboden sedimentiert und der Phosphormenge, die aus dem Seeboden wieder in das Seewasser freigesetzt wird. Die Abbildung 9 gibt eine Übersicht über die Schwankungen der jeweils im gesamten See vorhandenen Phosphormenge, aufgeschlüsselt nach Orthophosphat, sonstigen gelösten Phosphorverbindungen und partikulärem Phosphor. Kenndaten für Total-

Phosphor (gelöst + partikulär) enthält Tabelle 7. Bei der Beurteilung der Werte muss neben den Fehlermöglichkeiten, die durch generalisierende Berechnung gegeben sind, auch mit der wahrscheinlichen Fehlergrösse in der analytischen Bestimmung von etwa 5 % gerechnet werden, so dass geringe Schwankungen nicht überbewertet werden dürfen. Insgesamt sprechen die Untersuchungsbefunde des Berichtsjahres für ein weiteres Verharren aller genannten Komponenten des Phosphorhaushaltes im Bodensee-Obersee auf etwa gleichem Schwankungsniveau. Drastische Konzentrationsanstiege, wie in früheren Jahren, traten nicht mehr auf.

## NITRAT

Als wichtiger Pflanzennährstoff unterliegt das Nitrat während der Sommerstagnationsperiode des Sees ebenfalls einer deutlichen Abnahme im Epilimnion durch Aufzehrung durch Phytoplankton, so dass starke vertikale Konzentrationsunterschiede zustandekommen, die sich in der winterlichen Zirkulationsperiode wieder ausgleichen. Diese Erscheinungen waren auch im Berichtsjahr wiederum zu erkennen (Abb. 11, Kenndaten Tab. 8). Die Gesamtmenge des Nitrats im See lag im Seejahr 1978 auf höherem Niveau als in den vorausgegangenen Jahren mit beträchtlichen jahreszeitlichen Schwankungen (Abb. 9). Bedingt durch die im Jahres 1978 verhältnismässig geringe Planktonentwicklung war das jährliche Absinken der Nitratkonzentrationen im Epilimnion im Seejahr 1978 schwächer als in den Jahren zuvor.

## AMMONIUM

Neben Nitrat spielen andere anorganische Stickstoffverbindungen im Wasser des Obersees nur eine untergeordnete Rolle. Das Auftreten von Ammonium, dessen Konzentrationen um die Mitte der siebziger Jahre im Obersee etwas zugenommen haben, zeigt Abbildung 13. Etwas höhere Konzentrationen treten zeitweise im Epilimnion auf, hauptsächlich nach Eintreten stärkerer Planktonentwicklung. Die Konzentrationsschwankungsbereiche lagen im Berichtsjahr in ähnlichen Größenordnungen wie in den vorausgegangenen Jahren (Abb. 12). Die Kenndaten für Ammonium enthält Tabelle 9.

## NITRIT

Das Auftreten von Nitrit im Jahreszyklus des Freiwassers des Obersees hängt mit den Konzentrationsverhältnissen von Ammonium zusammen, da Nitrit ein Zwischenprodukt der bakteriellen Oxidation von Ammonium zu Nitrat darstellt. Das Verteilungsbild von Nitrit im Berichtsjahr (Abb. 14) entspricht dem aus früheren Jahren bekannten Bild. Erhöhte Konzentrationen traten nur während der Sommermonate im Epilimnion und gelegentlich am Seeboden auf. Der Jahresgang von Nitrit im Epilimnion zeigte im Berichtsjahr etwa den gleichen Verlauf und die gleiche Größenordnung der Konzentrationsveränderungen wie in den Vorjahren (Abb. 12). Nitrat- und Nitritmengen verändern sich im Epilimnion des Obersees gegenläufig. Ein Anstieg des Nitrits ist ausserdem immer mit dem Auftreten von Ammoniumspitzen im Epilimnion gekoppelt. Die Kenndaten für Nitrit im Seejahr 1978 enthält Tabelle 10.

## KIESELSÄURE

Auch die Kieselsäure zeigt das gleiche wie schon beim Orthophosphat und Nitrat beobachtete typische Verteilungsverhalten der pflanzlichen Nährstoffe im Seewasser, obwohl die Kieselsäure als unentbehrlicher Nährstoff nur für eine bestimmte Planktongruppe, die Kieselalgen, nachgewiesen ist (Abb. 15). Der Jahresgang von Kieselsäure im Epilimnion des Obersees lag im Berichtsjahr in der gleichen Grössenordnung wie in den vorangegangenen Jahren (Abb. 12). Die Kenndaten für das Seejahr enthält die Tabelle 11.

## ANORGANISCHE KOHLENSTOFFVERBINDUNGEN

Die Verteilung der Kohlensäure oder deren Dissoziationsprodukte im Obersee während eines Jahres spiegelt den Verlauf der pflanzlichen Photosynthese wider. Das zyklische Verhalten der Totalkohlensäure ( $\text{TCO}_2$ ) als Ausdruck für die Gesamtheit aller anorganischen Kohlenstoffverbindungen im Wasser ähnelt im Obersee der bereits beschriebenen Dynamik der übrigen Pflanzennährstoffe. Die Konzentrationsverteilungen von  $\text{TCO}_2$  im Berichtsjahr zeigt die Abbildung 16. Schwankungen im Inhalt an anorganischen Kohlenstoffverbindungen ergeben sich im Obersee durch Wassermengen- und Konzentrationsschwankungen der Zuflüsse, durch Aufzehrung anorganischer Kohlenstoffverbindungen, durch Photosynthese der Planktonalgen und anderer Wasserpflanzen sowie durch Ausfällung von Kalziumkarbonat. Typisch ist infolgedessen eine Abnahme der anorganischen Kohlenstoffmengen im See während der sommerlichen Vegetationsperiode. Die Schwankungen im Berichtsjahr waren etwas geringer als in den vorausgegangenen Jahren (Abb. 17). Der zeitliche

Verlauf der Ganglinien von anorganischen Kohlenstoffmengen im Epilimnion entspricht vollständig dem der übrigen Pflanzennährstoffe (Abb. 12). Der Schwankungsverlauf im Seejahr 1978 bewegte sich auch im Epilimnion in engeren Grenzen als in den vorangegangenen Jahren. Die Kenndaten von  $\text{TCO}_2$  für das Seejahr sind in Tabelle 12 aufgeführt.

#### WEITERE PARAMETER DES KALK-KOHLensäURE-GLEICHGEWICHES

Wie zu erwarten, entspricht die Konzentrationsverteilung der Alkalinität ( $\text{HCO}_3^- + 2 \text{CO}_3^{--}$ ) sowie des Kalziums - gemäss den im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht herrschenden Beziehungen - dem geschilderten Verhalten von  $\text{TCO}_2$ , während die Schwankungen der pH-Werte des Wassers gegenüber  $\text{TCO}_2$  gegenläufig sind. Wie Abbildung 17 erkennen lässt, schwanken die Konzentrationen von anorganischem Kohlenstoff und Kalzium sowie der pH-Wert unter dem Einfluss der Photosynthese der Planktonalgen besonders stark im oberflächennahen Wasser. Im Tiefenwasser über dem Seeboden sind die Schwankungen geringfügiger. Die Jahresganglinien im Seejahr 1978 zeigen keine auffälligen Abweichungen von denjenigen der vorausgegangenen Jahre (Abb. 17). Die pH-Werte im Epilimnion blieben auf etwas niedrigerem Niveau als in den vorausgegangenen Jahren. Die Kenndaten von Kalzium und pH für das Seejahr 1978 enthalten die Tabellen 13 und 14.

#### CHEMISCHE INDIKATION DER PHYTOPLANKTONPRODUKTION

Infolge der Inkorporation von Nährstoffen während der Vermehrungsphase des Phytoplanktons ist zu erwarten,

dass an Schwebstoff gebundener organischer Kohlenstoff, organischer Stickstoff und organischer Phosphor in dem Masse eine Zu- oder Abnahme erfahren, wie sich die Planktonbiomasse ändert. Wie die Abbildungen 18 und 19 erkennen lassen, werden partikulärer Phosphor und Stickstoff im Obersee in hohen Konzentrationen hauptsächlich im Epilimnion angetroffen. Der Verlauf der Jahresganglinien von partikulärem Phosphor und partikulärem Stickstoff ist weitgehend gleichsinnig. Das Konzentrationsniveau im Epilimnion lag im Seejahr 1978 ebenso wie die Planktonentwicklung auf der Höhe des Vorjahres, das heisst, niedriger als 1976 (Abb. 21). Dies entspricht den auch im Jahre 1978 nicht besonders günstigen Witterungsverhältnissen.

Als chemischer Indikator für die Phytoplanktonbiomasse lässt sich mit gewissen Einschränkungen das in den Schwebstoffen des Wassers enthaltene Chlorophyll (a + b + c) verwenden. Die Verteilung von Chlorophyll im Obersee ist in Abbildung 20 dargestellt. Das Verteilungsbild ähnelt dem des partikulären Phosphors und Stickstoffs. Die Ganglinien der Konzentrationen von Chlorophyll, partikulärem Phosphor und Stickstoff im Epilimnion des Obersees zeigen einen deutlich gleichsinnigen Verlauf (Abb. 21). Auch die Chlorophyll-Konzentrationen waren im Berichtsjahr ähnlich wie 1977 und damit deutlich niedriger als 1976 (Abb. 21). Kenndaten von partikulärem Phosphor, partikulärem Stickstoff und Chlorophyll enthalten die Tabellen 15 - 17.

#### PHYTOPLANKTONBIOMASSE

Die Phytoplanktonbiomasse wurde als Rechengewicht (Frischgewicht) aufgrund der Artenbestimmung und Zählung der

Planktonzellen unter Verwendung eines für die einzelnen Planktonarten konstanten Faktors, der sich aus der durchschnittlichen Zellgrösse der Art ergibt, ermittelt. In Abbildung 21 sind die entsprechenden Jahresganglinien dargestellt. Sie zeigen einen deutlich gleichsinnigen Verlauf mit den Ganglinien der chemischen Biomasseindikatoren. An den Biomassedaten wird ebenfalls deutlich, dass in den Seejahren 1977 und 1978 die maximale Planktondichte geringer war als 1976. Der Anteil einzelner Algengruppen an der Gesamtproduktion geht aus der Abbildung 22 hervor.

#### QUANTITATIV VORHERRSCHENDE IONEN

Die Konzentrationen der vorherrschenden Ionen, Kalzium, Magnesium, Natrium, Kalium, Chlorid, Sulfat, Karbonat und Hydrogenkarbonat (Alkalinität) im Wasser des Obersees sowie die davon abhängige elektrolytische Leitfähigkeit lagen in normalem Schwankungsbereich. Die Chloride weisen eine zunehmende Tendenz auf, allerdings auf einem absolut betrachtet kleinen Konzentrationsniveau. Die Kenndaten sind in den Tabellen 13 und 18 - 24 enthalten.

#### EISEN UND MANGAN

Eisen und Mangan treten in höheren Konzentrationen im Hypolimnion vorwiegend in Seebodennähe auf, wenn in diesem Bereich eine Verarmung von Sauerstoff im Wasser eintritt. In Abbildung 23 sind die Ganglinien für die über dem Seeboden auftretenden Konzentrationen aufgezeichnet. Hieraus ist ersichtlich, dass im Seejahr 1978 wie auch schon 1977 weniger hohe Manganwerte über Grund im Ober-

see auftraten als 1976, was mit der wesentlich günstigeren Sauerstoffsituation im Hypolimnion im Jahre 1977 und 1978 im Zusammenhang steht. Die Tabellen 25 und 26 enthalten die Kenndaten von Eisen und Mangan für das Seejahr 1977. Die Bestimmung von Eisen erfolgte 1977 und 1978 nur lückenhaft.

### GELÖSTE ORGANISCHE STOFFE

Der Nachweis und die quantitative Analyse einzelner organischer im Wasser gelöster Stoffe ist sehr aufwendig. Man begnügt sich daher meist mit der summarischen Bestimmung dieser Substanzen als Kollektiv-Parameter. Kenndaten dieser Art liegen für den Obersee als Werte des Kaliumpermanganat-Verbrauches und der optischen Extinktion des Ultraviolettlichtes (bei Wellenlänge 240 nm) vor (Tab. 27 und 28).

### VERGLEICH DES LIMNOLOGISCHEN ZUSTANDES AN VERSCHIEDENEN UNTERSUCHUNGSSTATIONEN IM OBERSEE

Die Untersuchungsdaten von korrespondierenden Tiefen und Terminen an den Untersuchungsstationen Langenargen-Arbon, Fischbach-Uttwil und Überlingen weisen keine bedeutsamen Unterschiede auf. Die weitgehende Übereinstimmung in Thermik und Chemismus ist aus Tabelle 29 ersichtlich.

In diesem Bericht wurden die isoplethenmässigen Darstellungen der Konzentrationsverläufe im Obersee daher auf die Untersuchungsergebnisse an der Station Fischbach-Uttwil beschränkt.

Auch das Ausmass der Phytoplanktonentwicklung ist in seiner Grösse an den genannten Stationen recht ähnlich. Die Planktondichten können allerdings sehr rasch schwanken, und zwar teilweise unabhängig von einander an den verschiedenen Untersuchungsstationen. Die Probenahme an der Station Langenargen-Arbon ist nicht so häufig wie bei Fischbach-Uttwil erfolgt, so dass möglicherweise hier manche Entwicklungsspitzen nicht erfasst wurden.

## TEIL 2 : B O D E N S E E - U N T E R S E E

Die thermischen, chemischen und biologischen Verhältnisse des Untersees zeigten im Seejahr 1978 den gewohnten Verlauf, wie er in einem eutrophen See der gemäßigten Klimazone zu erwarten ist. Im einzelnen wichen dabei die Verhältnisse in den verschiedenen Teilen des stark gegliederten Untersees voneinander ab. Dies ist in erster Linie dadurch bedingt, dass der Rheinstrom, ausgehend vom Obersee und dessen Abfluss im Seerhein, die einzelnen Teile des Untersees in ganz verschiedenem Masse erfasst und dass je nach dem Grade seiner Einwirkung die sommerliche Schichtungsstabilität im Untersee abgeschwächt wird. Im geringsten Masse ist dies im morphologisch nahezu abgeschlossenen Gnadensee der Fall. Am meisten wird durch den Rheinstrom der südliche Teil des Untersees, der Rheinsee, beeinflusst. Der Zeller See nimmt eine Mittelstellung ein. Die folgenden Darstellungen beschränken sich auf den Gnadensee und Rheinsee. Die Untersuchungsergebnisse des Zeller Sees werden nur cursorisch behandelt.

Der Jahreszyklus der Planktonproduktion und die Nährstoffzyklen verlaufen zeitlich anders als im Obersee. Für den Vergleich des Ablaufes aufeinanderfolgender Jahreszyklen wählt man zweckmässigerweise den Zeitpunkt vor Beginn der Plankton-Frühjahrsproduktion und damit im allgemeinen den Zustand grösster Nährstoffreserven des Sees. Für den Untersee ist der Monat Januar der dafür angemessene Zeitpunkt. Insofern wird das "Seejahr" im Untersee auf die Zeitspanne von Januar bis Dezember als gleichlaufend mit dem Kalenderjahr festgelegt.

## G N A D E N S E E

### THERMIK

Der Temperaturverlauf im Gnadensee im Seejahr 1978 ist in Abbildung 24 dargestellt. Wie gewöhnlich zeigte der See während der Sommermonate eine vertikale Temperaturschichtung mit nur wenig ausgeprägter Sprungschicht. Die Wassertemperaturen im Hypolimnion in Bodennähe erreichten  $9 - 10^{\circ}$ . Während des Winters 1977/78 sank zwar die Wassertemperatur unter das Dichte-Maximum ab, jedoch kam keine inverse winterliche Temperaturschichtung zustande, und die Vertikalzirkulation hielt den ganzen Winter über bis zum Frühjahr an. Auf diese Weise erwärmte sich im März das Wasser gleichmässig bis zum Seeboden. Wie die Ganglinien des Wärmeinhaltes des Gnadensees und der Wassertemperaturen in 0 m und 20 m erkennen lassen, war der zeitliche Verlauf und das Ausmass der thermischen Veränderungen ähnlich wie in den vorausgegangenen Jahren (Abb. 25). Bezeichnend für den Sommer 1978 sind die rückläufigen Temperaturen im Epilimnion im Juni/Juli und der Wärmeverlust des Sees zu dieser Zeit (Abb. 26 und 27). Die Kenndaten der Thermik im Seejahr 1978 enthält Tabelle 30.

### SAUERSTOFF

Die Verteilung des Sauerstoffs im Gnadensee im Seejahr 1978 ist in Abbildung 26 dargestellt. Dabei zeigt der See das typische Sauerstoffverhalten eines eutrophen Sees mit vollständigem Sauerstoffschwund in der Seetiefe von Mitte des Sommers bis zur einsetzenden Voll-

zirkulation im Herbst. Hohe Sauerstoffkonzentrationen werden bei starker Planktonentwicklung erzielt, wobei sich im Frühjahr eine Sauerstoffanreicherung bis in eine Tiefe von 15 m hinab ergibt. Die Schwankungen des Sauerstoffgehaltes des Sees sowie der Sauerstoffkonzentrationen lagen auch im Seejahr 1978 im Bereich der normalen Amplitude (Abb. 27). Allerdings haben sich die Differenzen zwischen grösstem und kleinstem Sauerstoffinhalt während eines Seejahres von 1976 bis 1978 wahrscheinlich bedingt durch Witterung und Planktonproduktion vermindert. Die Kenndaten für die Sauerstoffverhältnisse des Seejahres 1978 sind in Tabelle 31 aufgeführt.

#### ORTHOPHOSPHAT

Das Auftreten von Orthophosphat im Gnadensee entspricht den Verhältnissen im eutrophen See. Vertikal ausgeglichene Konzentrationen im Winter und Frühjahr wechseln mit einer extremen vertikalen Schichtung im Sommer. Orthophosphat wird in den Sommermonaten bis unter die Nachweisbarkeitsgrenze ( $1 \text{ mg/m}^3$ ) vom Phytoplankton aufgezehrt und reichert sich umgekehrt über dem Seeboden, besonders wenn völliger Sauerstoffschwund eingetreten ist, an, wobei man annehmen darf, dass eine Rücklösung von Orthophosphat aus dem Sediment dabei eintritt. Den räumlich-zeitlichen Verlauf der Konzentrationsänderungen zeigt Abbildung 28. Die zeitlichen Veränderungen des Inhaltes von Orthophosphat im Gnadensee stellt Abbildung 29 dar. Die Schwankungen des Orthophosphatinhalt zeigen einen typischen Jahresgang mit geringsten Werten im Frühjahr und Spitzenwerten meist zu Beginn des Winters. Das Jahresmaximum lag 1978 wieder höher als 1977, erreichte jedoch nicht die Beträge von 1975 und 1976 (Abb. 29). Kenndaten für Orthophosphat im Seejahr 1978 enthält Tabelle 32.

## ANDERE GELÖSTE PHOSPHORVERBINDUNGEN

Abbildung 30 zeigt die Verteilung des gesamten gelösten Phosphors im Gnadensee. Daraus ist ersichtlich, dass dann, wenn Orthophosphat gänzlich im Epilimnion aufgezehrt worden ist, gelöster Phosphor in anderer Form in einer Konzentration von einigen  $\text{mg/m}^3$  stets noch vorhanden ist. Der Schwankungsverlauf der Menge des gelösten gesamten Phosphors im See ist ähnlich dem des Orthophosphates (Abb. 29). Die Kenndaten für gesamt gelöste Phosphorverbindungen und für gelöste "hydrolysierbare" Phosphorverbindungen enthalten die Tabellen 33 und 34.

## PHOSPHORBILANZ

Ein Teil des Phosphors im See ist an partikuläre Substanz gebunden, vorwiegend von Phytoplankton inkorporiert, bis zu einem gewissen Grade auch adsorptiv an mineralische Schwebstoffe gebunden. Die Abbildung 29 enthält die Ganglinien des Gesamtinhaltes des Gnadensees an den Komponenten Orthophosphat, gesamter gelöster Phosphor und totaler Phosphorgehalt (gelöst und partikulär). Infolgedessen weist der Gnadensee auch in Bezug auf die Gesamtmenge an Phosphorverbindungen 1978 ein höheres Niveau auf als 1977. Kenndaten für Phosphor-total enthält Tabelle 35. Bei niedrigen Orthophosphatmengen ist der relative Anteil anderer gelöster Phosphorverbindungen und vor allem auch partikulär gebundenen Phosphors am Gesamtphosphorgehalt recht erheblich. Die Schwankungen werden im Gnadensee nur wenig durch Zustrom und Ausfluss von Wasser hervorgerufen, sondern beruhen in erster Linie auf Sedimentation partikulären Phosphors und Rücklösungen aus Schweb-

stoffen und dem Sediment in Verknüpfung mit den Schwankungen des Sauerstoffgehaltes. Jedoch ist anzunehmen, dass das durchschnittliche Konzentrationsniveau vom Phosphorgehalt des in den Untersee einfließenden Oberseewassers erheblich mitbestimmt wird.

## NITRAT

Die Nitratgehalte im Gnadensee zeigen deutlich ausgeprägt das Verteilungsverhalten der Pflanzennährstoffe mit vertikal homochemischem Zustand während der Zirkulationsperioden und deutlichen Schichtungserscheinungen während der Sommermonate. Dabei wird Nitrat nicht nur durch Inkorporation in Phytoplankton im Epilimnion bis zu zeitweisem völligen Verschwinden aufgezehrt, sondern es wird auch unter den anaeroben Verhältnissen im Tiefenwasser während der Sommerzeit vollständig zu Ammonium reduziert. Den Gang dieser Erscheinungen im Seejahr 1978 zeigt die Abbildung 31. Wie die Ganglinien für die Schwankungen von Nitrat im Gnadensee erkennen lassen (Abb. 29), lagen die jahreszeitlichen Schwankungen im Seejahr 1978 im Bereich üblicher Spannen der Vorjahre. Für die Summe des Inhaltes aller anorganischen Stickstoffverbindungen im See ergibt sich ein wiederkehrender charakteristischer Jahresgang mit einem Minimum im Sommer und einem Maximum in den Wintermonaten (Abb. 29). Kenndaten für Nitrat im Seejahr 1978 enthält Tabelle 36.

## AMMONIUM

Ammonium im Seewasser entsteht einerseits beim bakteriellen Abbau von Eiweißsubstanzen, andererseits aber auch

durch bakterielle Reduktion von Nitrat unter anaeroben Bedingungen. Wie Abbildung 32 zeigt, tritt es daher in besonders hohen Konzentrationen während der sommerlichen Stagnationszeit im Tiefenwasser des Gnadensees auf und verschwindet nach dessen Wiederbelüftung im Herbst allmählich wieder durch Oxidation zu Nitrat. Die Gesamtmengen von Ammonium, die im Gnadensee auftraten, steigerten sich im Jahre 1976 und gingen 1977 auf ein Niveau zurück, auf dem sie auch 1978 verblieben (Abb. 33). Hingegen übertrafen die im Epilimnion vorhandenen Ammoniummengen am Ende des Jahres 1978 die des Vorjahres wieder (Abb. 33). Die dicht über dem Seeboden festgestellten Konzentrationen von Ammonium, die bis zum Jahre 1976 ebenfalls angestiegen waren, erreichten mit ihren Maxima auch 1978 wie schon 1977 wieder dieses Niveau (Abb. 34). Die Kenndaten für Ammonium im Gnadensee im Seejahr 1978 enthält Tabelle 37.

## NITRIT

Das Verteilungsbild des Nitrits (Abb. 35) ist auch im Gnadensee dadurch bestimmt, dass es sich hierbei um ein nur kurzlebige Zwischenprodukt der durch die Aktivität der Bakterien bestimmten Veränderungen im Redoxsystem der anorganischen Stickstoffverbindungen des Seewassers handelt. Die höchsten Konzentrationen entstehen an der oberen Grenze des anaeroben Bereiches des Tiefenwassers, wo wechselweise Ammonium durch Bakterien oxidiert oder Nitrat reduziert werden kann. Die Kenndaten für Nitrit im Gnadensee im Seejahr 1978 enthält Tabelle 38.

## KIESELSÄURE

Die Verteilung von Kieselsäure im Gnadensee ist in Abbildung 36 dargestellt. Auch sie ist durch vertikale Gleichmässigkeit während der Wintermonate und deutliche Schichtung während der Sommermonate gekennzeichnet. Infolge starker Kieselalgen-Planktonentwicklung im zeitigen Frühjahr kommt es regelmässig bereits vor Eintreten der Schichtungserscheinungen zu einer Abnahme der Kieselsäuregehalte in der gesamten Wassermasse während der Monate Februar und März. Weitere Auszehrungen erfolgen während des Sommers in den obersten Wasserschichten, während im Tiefenwasser Konzentrationsanreicherungen durch Wiederauflösung von partikulärer Kieselsäure, insbesondere in Form von Kieselalgenschalen, zustandekommen. Typisch für das Auftreten von Kieselsäure im Epilimnion in den letzten Jahren sind die beiden Minima im Frühjahr und Spätsommer. Die Schwankungen der Kieselsäuremengen im Epilimnion des Gnadensees lagen im Seejahr 1978 im Niveau der Vorjahre (Abb. 33). Beim Auftreten von Kieselsäure im Tiefenwasser des Gnadensees hat es den Anschein, dass sich die Umsetzungen des Siliciums in den Seejahren 1976 bis 1978 gegenüber den vorhergehenden verstärkt haben. Kenndaten für Kieselsäure im Gnadensee sind in Tabelle 39 enthalten.

## ANORGANISCHER KOHLENSTOFF UND KALK-KOHLensäURE-GLEICHGEWICHT

Die Verteilung des anorganischen Kohlenstoffs, also der Kohlensäure und ihrer Dissoziationsprodukte Hydrogencarbonat und Karbonat ( $\text{TCO}_2$ ) im Gnadensee zeigt die Abbildung 37. Hierbei ergibt sich wieder die gleiche Verteilung wie bei anderen Pflanzennährstoffen mit vertikal

ausgeglichene Konzentrationen während der Winter- und Frühjahrsmonate, einer starken Konzentrationsabnahme im Epilimnion während der sommerlichen Stagnationszeit durch Kohlensäureaufnahme der Planktonalgen bei der Photosynthese sowie durch Verluste bei der Ausfällung von Kalziumkarbonat durch Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes. Umgekehrt ergeben sich Konzentrationszunahmen im Hypolimnion durch Entwicklung von Kohlensäure und dadurch gegebene Wiederauflösung von Kalziumkarbonat. In Abbildung 38 ist der Verlauf der Mengenänderungen an anorganischen Kohlenstoffverbindungen im Gnadensee und der Konzentrationsveränderungen des anorganischen Kohlenstoffes, des Kalziums und der pH-Werte aufgeführt. Dabei lässt sich ein regelmässiger Jahresgang der Konzentrationsveränderungen erkennen. Die Schwankungen lagen im Seejahr 1978 im Niveau der vorausgegangenen Jahre, waren jedoch, was  $\text{TCO}_2$  und Kalzium anbelangt, weniger ausgeprägt als 1976 und 1977. Kenndaten für anorganischen Kohlenstoff, Alkalinität, Kalzium und pH-Wert sind in den Tabellen 40 - 43 aufgeführt.

## EISEN

Ähnlich wie in den vielen anderen eutrophen Seen, so geht auch im Gnadensee bei starker Abnahme oder völligem Verschwinden des Sauerstoffs aus dem Wasser Eisen aus dem Sediment und Schwebstoffen in Lösung und verteilt sich im Hypolimnion (Abb. 39). Wie die über mehrere Jahre reichenden Ganglinien der Abbildung 36 zeigen, ist dies eine regelmässige Erscheinung des Sees. Die über dem Seegrund im Seejahr 1978 beobachteten Konzentrationen lagen im Niveau der vorausgegangenen Jahre.

Die Daten für Eisen sind für 1978 allerdings lückenhaft. Kenndaten für Eisen im Gnadensee enthält die Tabelle 44.

## PHYTOPLANKTONBIOMASSE UND CHEMISCHE BIOMASSEINDIKATOREN

Zur Feststellung der im Gnadensee auftretenden Planktonbiomasse werden ebenfalls die bei der Erörterung der Verhältnisse im Obersee beschriebenen biologischen (Planktonzählung nach Arten aufgeschlüsselt und Masseberechnung) und chemischen Methoden (Bestimmung des partikulären Phosphors und Chlorophyllgehaltes) verwendet. Abbildung 40 enthält die Ganglinien der mittleren Planktondichten und Konzentrationen in der Schicht von 0 bis 10 m Tiefe. Die Ganglinien der Planktonbiomasse, des Chlorophylls und des partikulären Phosphors entsprechen sich in ihrem Verlauf weitgehend. Danach liegt die höchste Planktonbiomasse im Jahresverlauf immer im zeitigen Frühjahr vor. Allerdings stehen partikulärer Phosphor, Stickstoff und Chlorophyll nicht stets in einem festen Verhältnis zueinander. Die Werte für partikulären Phosphor und Chlorophyll verhalten sich seit 1976 rückläufig. Die Phytoplankton-Biomasse war 1978 mit dem Spitzenwert nur halb so gross wie im Vorjahr. Abbildung 41 zeigt die Verteilung des partikulären Phosphors im Gnadensee, wobei, wie zu erwarten, höhere Werte in oberen Wasserschichten besonders im Frühjahr während der Planktonhochproduktion in Erscheinung treten. Die hohen Konzentrationen über Grund während der Sommerzeit stehen sicher nicht mit Phytoplankton in Verbindung, möglicherweise mit dem Auftreten von Bakterioplankton im Tiefenwasser, vor allem aber wohl mit Sorptionen des hier in hoher Konzentration vorliegenden Orthophosphats an Schwebstoffe. Die Kenndaten von partikulärem Phosphor und Chlorophyll für das Seejahr 1978 enthalten die Tabellen 45 und 46.

## GELÖSTE ORGANISCHE STOFFE

Einen Hinweis auf das mengenmässige Auftreten gelöster organischer Stoffe im Wasser gibt die Bestimmung des organischen Kohlenstoffs (Abb. 42). Im allgemeinen liegt die Konzentration von organischem Kohlenstoff im Gnadensee im Bereich von etwa 1 bis 2 mg/l in gelöster Form. Etwas höhere Konzentrationen traten im Juli und August 1978 auf zur Zeit des Planktonproduktionsmaximums. Das erhöhte Auftreten der organischen Stoffe hängt offenbar entweder mit direkten Ausscheidungsprodukten des Planktons oder mit dem Freiwerden von organischen Substanzen aus abgestorbenen Zellen zusammen. Das anschliessende Absinken der Konzentrationswerte zeigt, dass die organischen Substanzen durch die natürlichen Degradationsprozesse zum grossen Teil wieder verschwinden. Die Kenndaten für organischen Kohlenstoff im Gnadensee für das Seejahr 1978 enthält Tabelle 47. Kenndaten für die UV-Extinktion (bei 240 nm), die ebenfalls indikativ für die Summe organischer Stoffe ist, enthält Tabelle 48.

## QUANTITATIV VORHERRSCHENDE IONEN

Die Konzentrationen der vorherrschenden Ionen Kalzium, Magnesium, Chlorid, Karbonat und Hydrogenkarbonat (Alkalinität) im Wasser des Gnadensees sowie die davon abhängige elektrolytische Leitfähigkeit lagen in normalem Schwankungsbereich. Die Kenndaten sind in den Tabellen 41 - 42 und 49 - 51 enthalten.

## R H E I N S E E

Die physikalischen, chemischen und biologischen Erscheinungen im Rheinsee und die Verteilung von gelösten und partikulären Inhaltsstoffen werden in erheblichem Masse von der Wirkung des Rheinstromes mitbestimmt, durch den auch während der warmen Jahreszeit bis in das tiefere Wasser hinein turbulente Zirkulationserscheinungen bedingt werden. Infolgedessen sind hier die thermischen Schichtungen weniger stabil und mit geringerem Gradienten ausgebildet als in den stärker abgeschlossenen anderen Teilen des Untersees. Der Ablauf der chemischen und biologischen Erscheinungen ist im Rheinsee im Prinzip ähnlich den beim Gnadensee geschilderten Verhältnissen, wobei allerdings vertikale Konzentrationsunterschiede infolge der stets wirksamen turbulenten Zirkulationserscheinungen geringer sind. Bedeutsam ist auch, dass der Rheinsee am Seeboden nur in seltenen Fällen einen totalen Sauerstoffschwund erleidet, jedoch reicht die Reduktion des Sauerstoffgehaltes im Tiefenwasser aus, um auch hier Nitratreduktion zu Ammonium und Rücklösungen von Eisen und Phosphorverbindungen zu erzielen, die allerdings weit weniger ausgeprägt als im Gnadensee sind.

Im einzelnen wurden die Konzentrationsverteilungen im Isoplethenbild für dieselben Parameter wie beim Gnadensee dargestellt und die zugehörigen Kenndaten für das Seejahr 1978 in Tabellenform aufgelistet. Ausserdem wurden auch hier wieder mehrjährige Ganglinien über Stoffinhalte im gesamten Wasservolumen und im Epilimnion sowie Ganglinien der Sauerstoffkonzentrationen an der Wasseroberfläche und in der Tiefe über dem Seegrund dargestellt. Es liegen folgende Darstellungen vor:

## THERMIK

Temperaturen im Isoplethenbild (Abb. 43);  
Ganglinien Wärmeinhalt und Wassertemperaturen (Abb. 44);  
Kenndaten Thermik (Tabelle 52).

## SAUERSTOFF

Isoplethenbild (Abb. 45); Ganglinien Sauerstoffinhalt  
und Sauerstoffkonzentrationen (Abb. 46); Kenndaten  
Sauerstoff (Tabelle 53).

## PHOSPHORVERBINDUNGEN

Orthophosphat im Isoplethenbild (Abb. 47); Phosphor  
gelöst im Isoplethenbild (Abb. 48); Ganglinien der Men-  
gen von Orthophosphat, gelöstem Phosphor und totalem  
Phosphor im Rheinsee (Abb. 49); Ganglinien Orthophos-  
phat und hydrolysierbarer Phosphor im Epilimnion  
(Abb. 50); Orthophosphat in der Seetiefe über Grund  
(Abb. 51); Kenndaten von Orthophosphat, gelösten Phos-  
phorverbindungen, hydrolysierbarem Phosphor und Total-  
Phosphor (gelöst + partikulär) (Tabellen 54 und 57).

## STICKSTOFFVERBINDUNGEN

Isoplethendarstellungen der Verteilung von Nitrat  
(Abb. 52), Ammonium (Abb. 53) und Nitrit (Abb. 54);  
Ganglinien des Stoffinhaltes von Ammonium, Nitrat und  
gesamtem anorganischem Stickstoff im See (Abb. 49);  
Ganglinien für den Inhalt von Nitrat und Ammonium im

Epilimnion (Abb. 50); Ganglinien der Konzentrationen von Nitrat und Ammonium in der Tiefe über dem Seegrund (Abb. 51); Kenndaten von Nitrat, Ammonium und Nitrit (Tabellen 58 - 60).

## KIESELSÄURE

Isoplethenbild über die Verteilung der Kieselsäure (Abb. 55); Ganglinien der Kieselsäuremengen im Epilimnion (Abb. 52); Ganglinien der Kieselsäurekonzentrationen in der Tiefe über Grund (Abb. 51); Kenndaten der Kieselsäure (Tabelle 61).

## ANORGANISCHER KOHLENSTOFF UND PARAMETER DES KALK-KOHLensäURE-GLEICHGEWICHTES

Verteilung des anorganischen Kohlenstoffs im Isoplethenbild (Abb. 56); Ganglinien des Stoffinhaltes an anorganischem Kohlenstoff, der Konzentrationen von anorganischem Kohlenstoff, Alkalinität, Kalzium und des pH-Wertes in 0 m und 46 m Tiefe (Abb. 57); Kenndaten des anorganischen Kohlenstoffs, Kalziums und pH (Tabellen 62 - 65).

## EISEN

Verteilung des Eisens im Isoplethenbild (Abb. 58); Kenndaten für Eisen (Tabelle 66).

## PHYTOPLANKTONBIOMASSE UND CHEMISCHE BIOMASSEINDIKATOREN

Gänglinien der Phytoplanktonbiomasse, des Chlorophyllgehaltes und von partikulärem Phosphor (Abb. 59); Verteilung von partikulärem Phosphor im Isoplethenbild (Abb. 60); Kenndaten für Chlorophyll und partikulären Phosphor (Tabellen 67 und 68).

## GELÖSTE ORGANISCHE STOFFE

Verteilung des organischen Kohlenstoffs, gelöst, im Isoplethenbild (Abb. 61); Kenndaten für organischen Kohlenstoff, UV-Extinktion bei 240 nm (Tabellen 69 und 70).

## QUANTITATIV VORHERRSCHENDE IONEN

Kenndaten für Kalzium, Magnesium, Chlorid, Karbonat und Hydrogenkarbonat (Alkalinität) und elektrolytische Leitfähigkeit (Tabellen 63, 64, 71 - 73).

## Z E L L E R S E E

Das thermische und chemische Verhalten des Zeller Sees ähnelt stark dem des Gnadensees (vergl. Tabelle 74). Auf eine ausführliche Veröffentlichung der Daten des Zeller Sees in Abbildungs- und Tabellenform wird daher hier verzichtet. Die Untersuchungsdaten liegen jedoch für denselben Programmumfang vor wie für den Gnadensee

und den Rheinsee und sind somit für speziellere wissenschaftliche Auswertungen verfügbar.

#### VERGLEICH DES LIMNOLOGISCHEN ZUSTANDES AN VERSCHIEDENEN UNTERSUCHUNGSSTATIONEN IM UNTERSEE

Der Rheinsee, Gnadensee und Zeller See bilden morphologisch ziemlich deutlich voneinander getrennte Becken. Wie aus der Zusammenstellung der Kenndaten der Tabelle 74 hervorgeht, bestanden im Seejahr 1978 in den thermischen und chemischen Verhältnissen zwischen Zeller See und Gnadensee nur geringe Unterschiede. Die Stoffumsetzungen im Gnadensee erscheinen im Seejahr 1978 etwas intensiver. Im Rheinsee sank der Sauerstoff im Tiefenwasser kurzfristig auf 0,28 mg O<sub>2</sub>/l. Reduktionserscheinungen im Tiefenwasser waren daher grösser als im Vorjahr.

Die Entwicklung des Phytoplanktons in den drei Seeteilen liegt zwar hinsichtlich der entwickelten Biomasse in ähnlicher Grössenordnung, der Verlauf der Planktonentwicklung jedoch, wie die unmittelbaren Planktondichteuntersuchungen sowie auch die Daten des Chlorophyllgehaltes in den verschiedenen Seeteilen zeigen, unterliegt in den kurzfristigen Schwankungen jeweils einem eigenen Rhythmus (Abb. 62). Gemeinsam ist allen drei Seeteilen jedoch die Entwicklung eines Frühjahrsplanktons sehr zeitig bereits zum Ausgang des Winters. In der Regel treten zu diesem Zeitpunkt in allen drei Teilen des Untersees die Jahresmaxima der Planktonentwicklung überhaupt auf, was im Seejahr 1978 ebenfalls der Fall war.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Trophiezustand des Bodensee-Obersees hat sich im Seejahr 1978 gegenüber dem Vorjahr nicht wesentlich verändert. Die Biomassekonzentration war weiterhin hoch und lag im Schwankungsbereich der letzten Jahre. Infolgedessen wurde das Orthophosphat im Epilimnion bisweilen bis auf  $3 \text{ mg P/m}^3$  aufgezehrt. Allerdings sind die Reserven an gelöstem Gesamtphosphor im Epilimnion vielfach noch so hoch, dass sie bei entsprechenden Witterungsbedingungen eine weitere Steigerung der Biomasseproduktion verursachen könnten.

Durch die starke Phytoplanktonentwicklung kam es zu Sauerstoffübersättigungen im Epilimnion. Die Sauerstoffwerte erreichten an der Wasseroberfläche bis zu 142 % des Sättigungsgehaltes. Durch mikrobiellen Abbau der Biomasse wurde der Sauerstoffhaushalt des Sees belastet, wenn auch etwas weniger stark als in den vorausgegangenen Jahren. Die im Jahresverlauf auftretenden niedrigsten Sauerstoffwerte im Metalimnion ( $8,1 \text{ mg O}_2/\text{l}$ ) und im Hypolimnion ( $6,4 \text{ mg O}_2/\text{l}$ ) lagen ähnlich hoch wie im vorangegangenen Jahr.

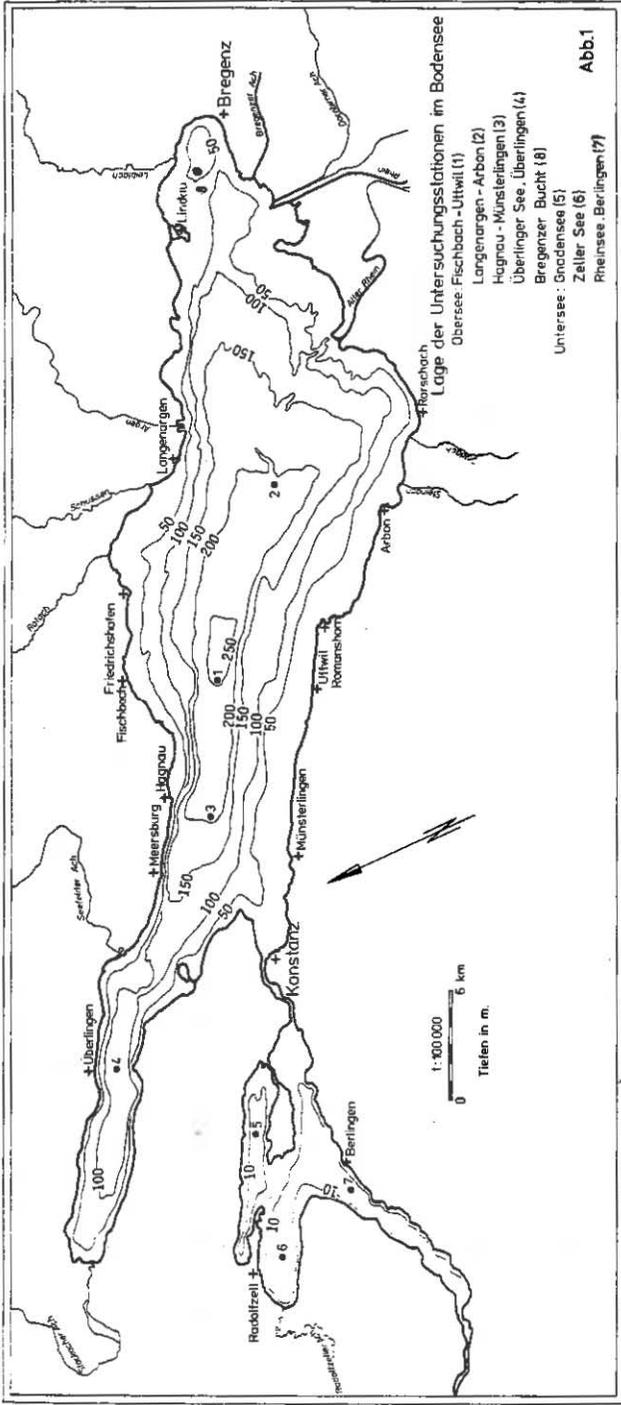
Die Wiederbelüftung des Tiefenwassers im Winter 1978/79 war kräftig, erreichte auch die grössten Tiefen des Sees und brachte hier die Sauerstoffkonzentrationen im Februar 1979 wieder auf über  $10 \text{ mg O}_2/\text{l}$ . Der Gesamtinhalt an Sauerstoff im Obersee war am Ende des Seejahres 1978 geringfügig höher als zu Beginn. Die Sauerstoffsituation kann zu Beginn des Seejahres 1979 als günstig angesehen werden.

Die Nährstoffverhältnisse im Bodensee-Untersee lagen im Kalenderjahr 1978 im Schwankungsbereich der vorausgegangenen Jahre. Die Phosphor-

inhalte im Gnadensee und im Rheinsee waren im Jahre 1978 grösser als 1977.

In allen drei Seeteilen war die Planktonproduktion 1978 weiterhin hoch mit besonders hohen Planktondichten im zeitigen Frühjahr. Demzufolge traten im Epilimnion hohe Sauerstoffsättigungen auf. Die Sauerstoffwerte erreichten an der Wasseroberfläche des Gnadensees bis zu 149 % und im Rheinsee bis zu 111 % des Sättigungsgehaltes. Die Planktondichte war insgesamt gesehen im Untersee wiederum geringer als im vorangegangenen Jahr.

1978 trat wieder zeitweise vollständiger Sauerstoffschwund im Tiefenwasser im Gnadensee und Zeller See auf, während ein allerdings geringer Restgehalt an Sauerstoff im Hypolimnion des Rheinsees verblieb. Orthophosphat wurde im Epilimnion bis unter die Nachweisbarkeitsgrenze aufgezehrt. Phosphorverbindungen aus dem Seeboden wurden in erheblichem Masse zu Zeiten niedriger Sauerstoffkonzentration freigesetzt, was zu Konzentrationsanreicherungen an gelöstem Phosphor führte.



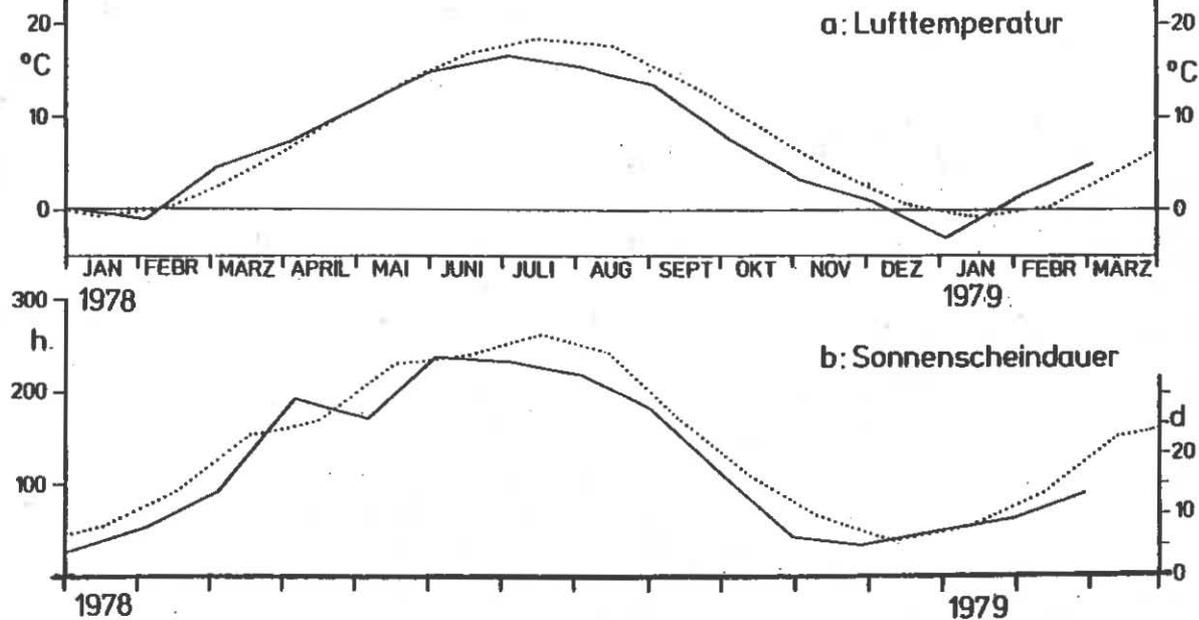
Lage der Untersuchungsstationen im Bodensee

- Obersee: Fischbach-Uttwil(1)
- Langenargen - Arbon(2)
- Hagnau - Münsterlingen(3)
- Überlinger See, Überlingen(4)
- Bregenz: Bucht(8)
- Untensee: Gnadensee(5)
- Zeller See(6)
- Rheinsee, Beringen(7)

Abb.1

Bodensee - Obersee

Abb.2



Monatliche Klimadaten der Wetterstation Friedrichshafen

- Monatsmitteltemperatur
- a: ..... langjährige Monatsmitteltemperatur (1931 - 1960)
- Monatliche Sonnenscheindauer in h
- b: ..... langjährige monatliche Sonnenscheindauer in h (1901 - 1950)

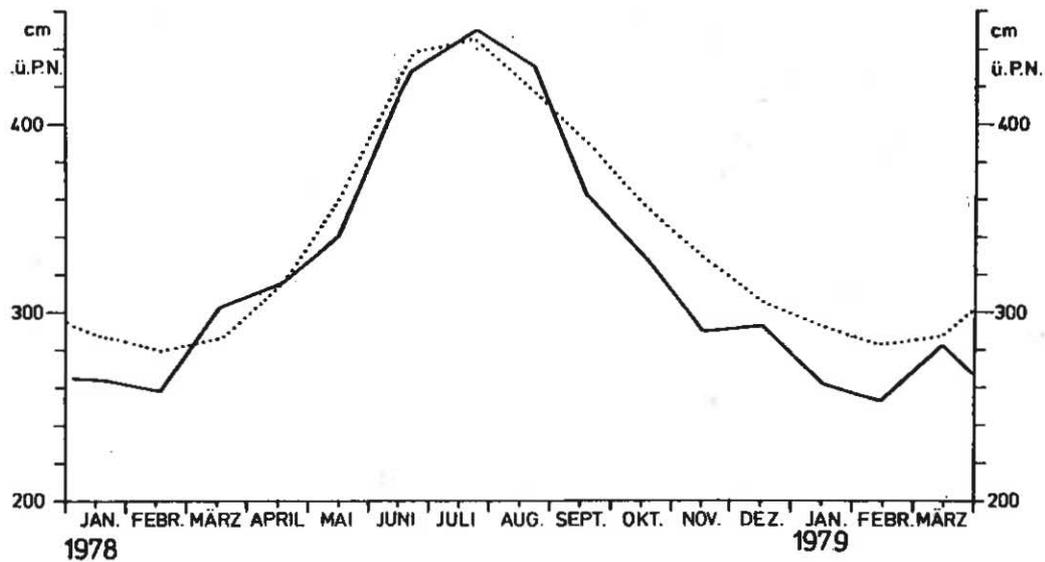
Bodensee - Obersee

Abb.3

Wasserstand am Pegel Konstanz

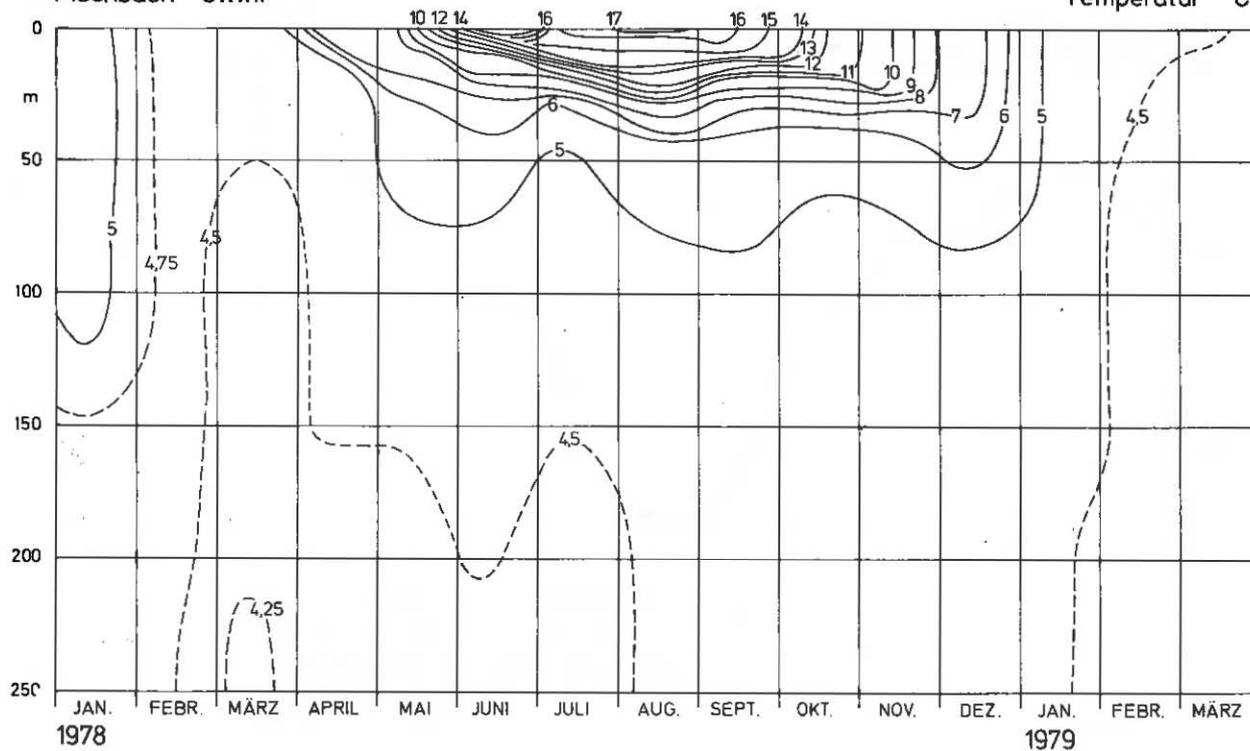
— mittlerer monatl. Wasserstand

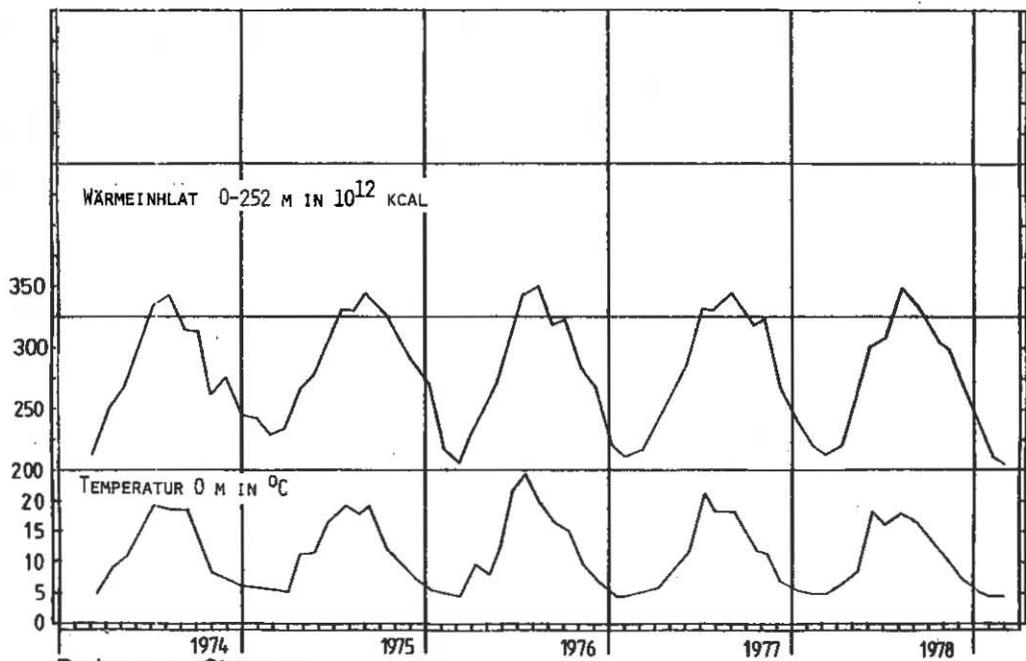
..... langjähr. monatl. Wasserstand (1877 - 1964)



Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb.4  
Temperatur °C





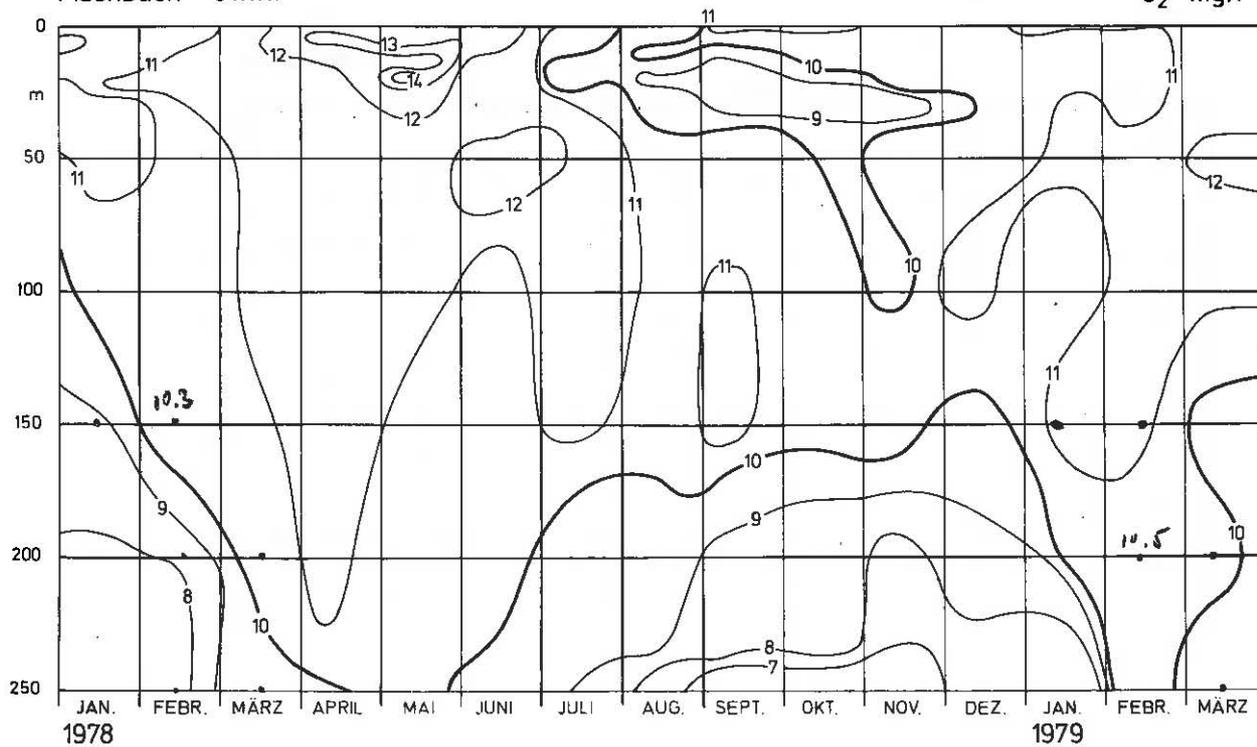
Bodensee - Obersee

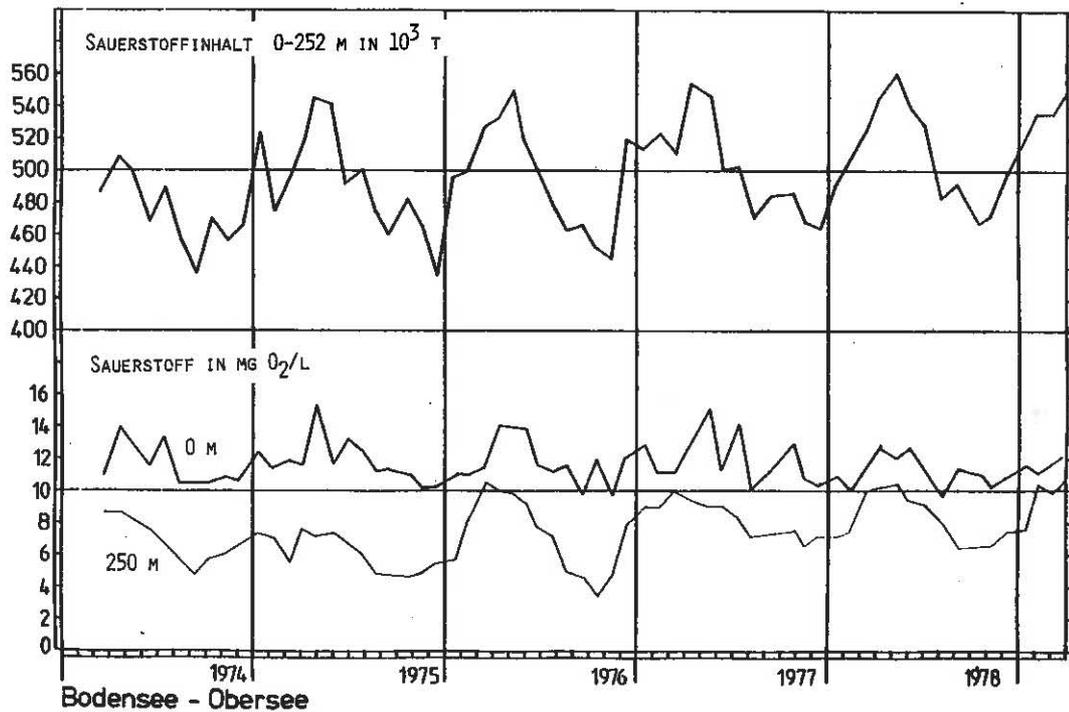
Thermik

Abb. 5

Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb. 6  
O<sub>2</sub> mg/l

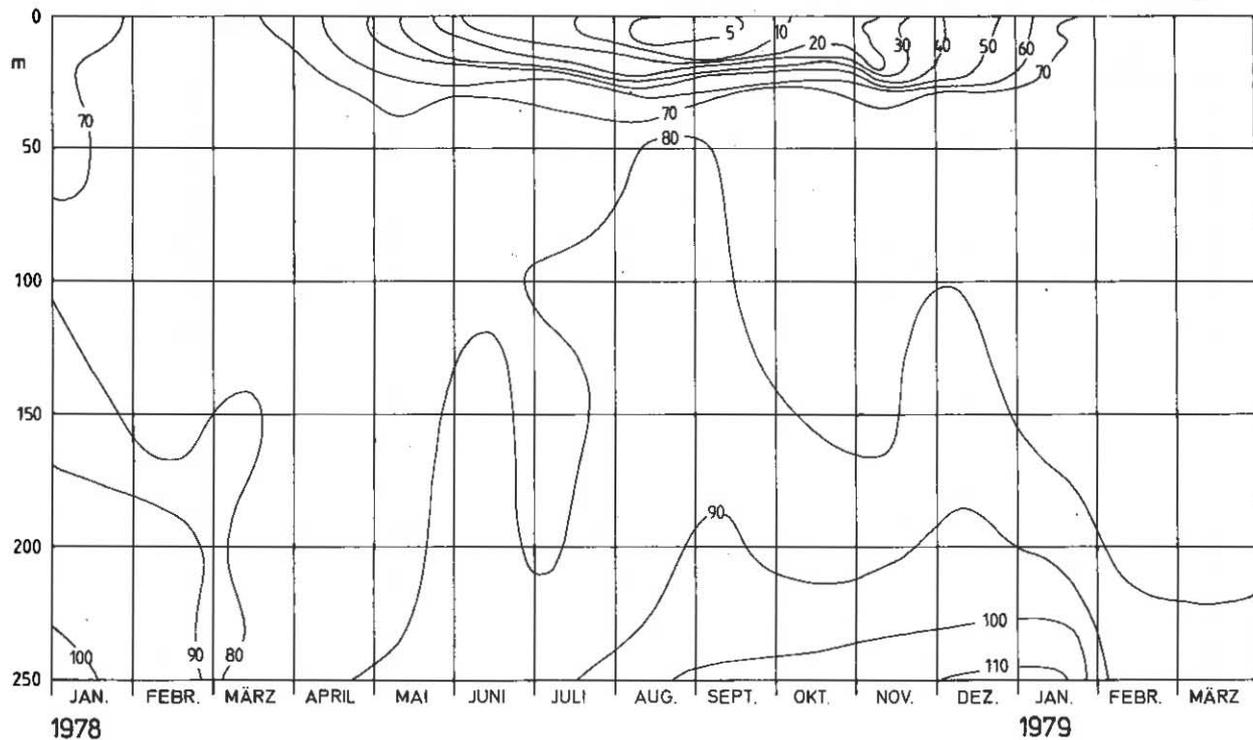


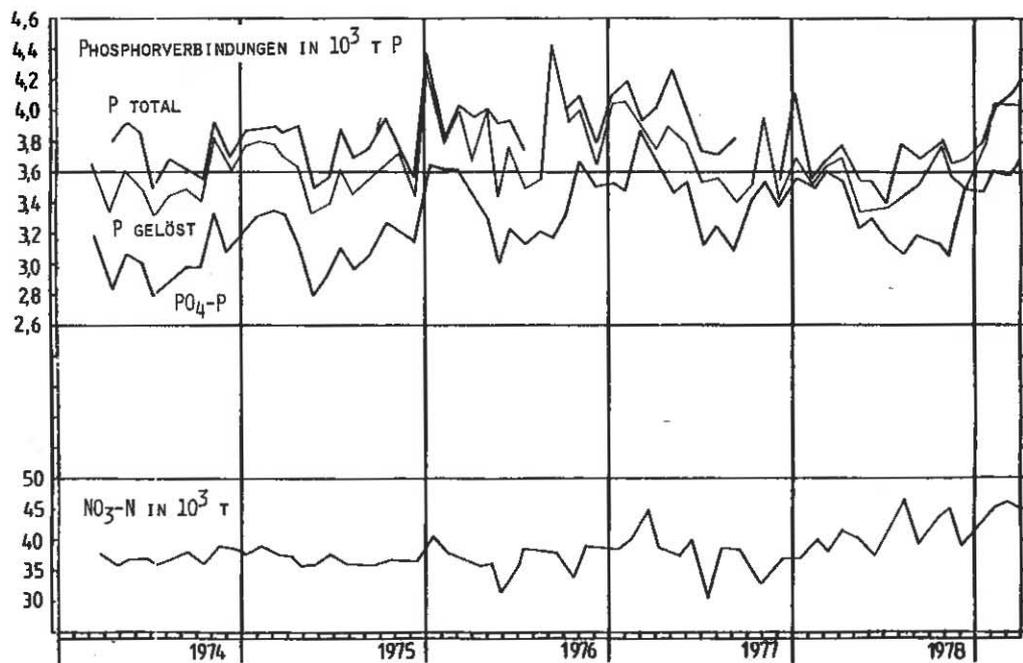


Bodensee - Obersee  
 Sauerstoffinhalt 0 - 252 m und Sauerstoffkonzentration 0 und 250      Abb.7

Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb. 8  
 $PO_4 - P$  mg/m<sup>3</sup>





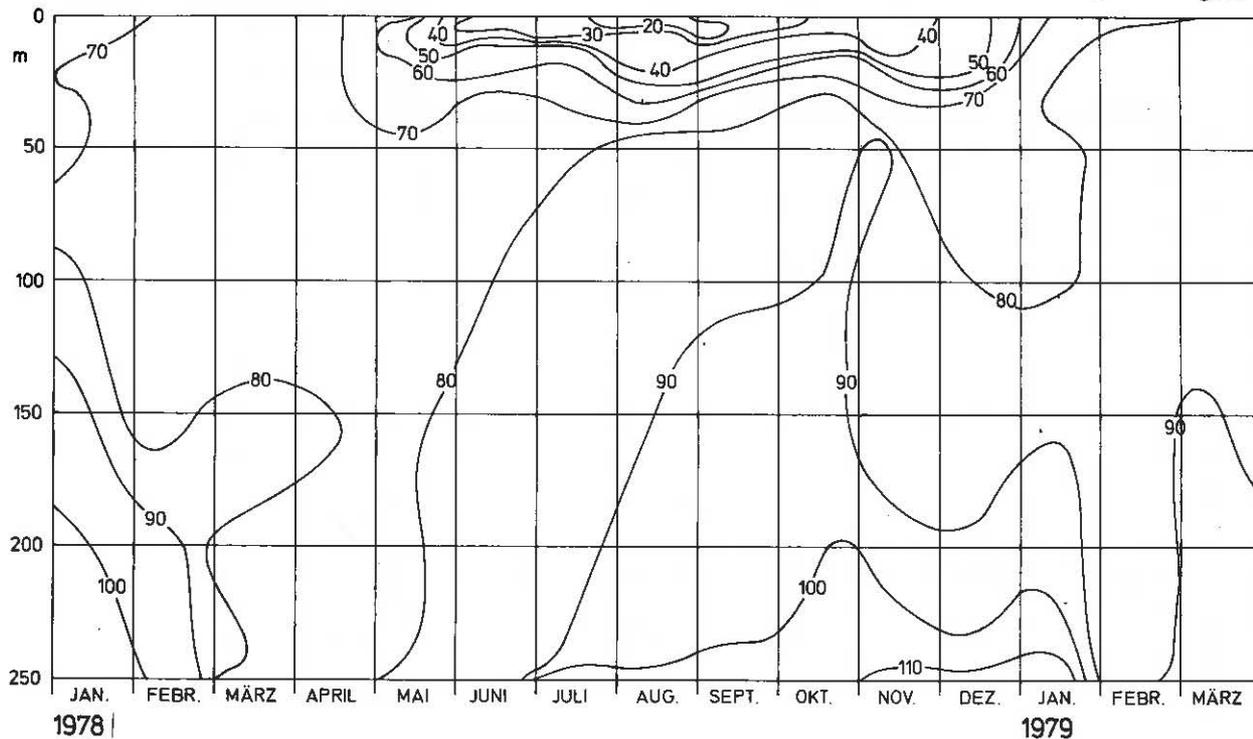
Bodensee - Obersee

Nährstoffinhalt 0 - 250 m

Abb.9

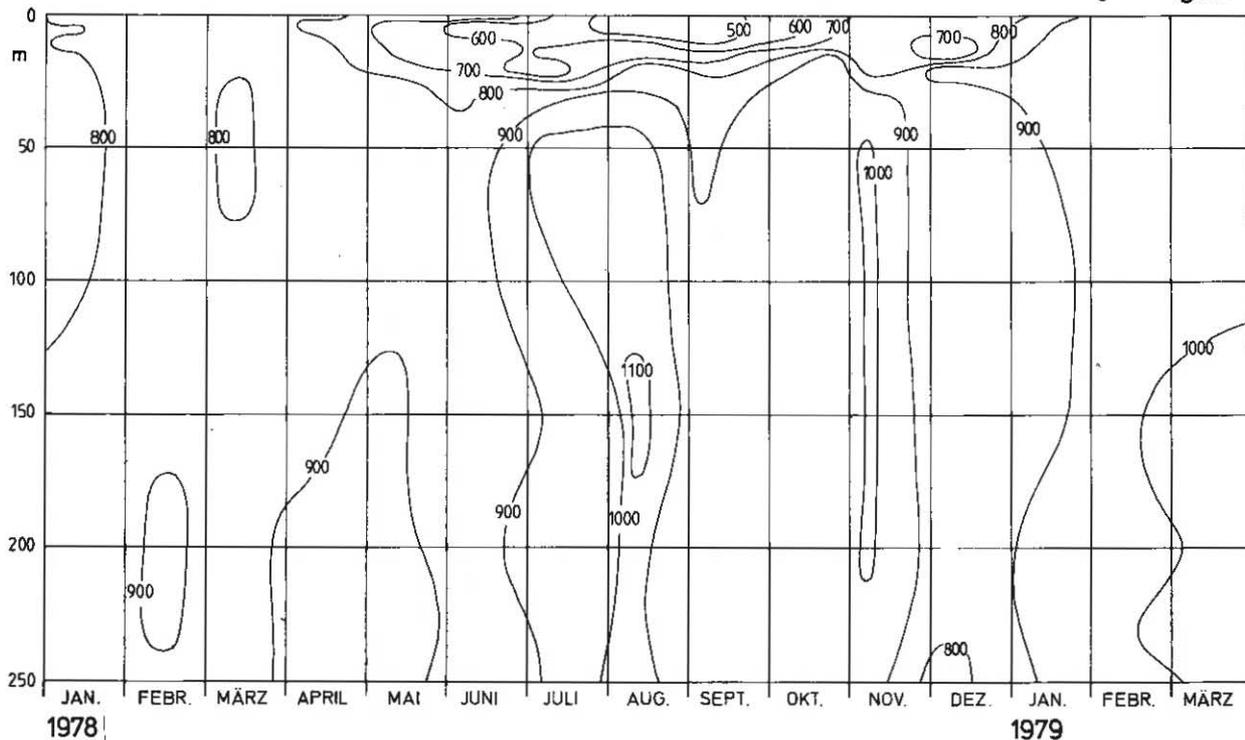
Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

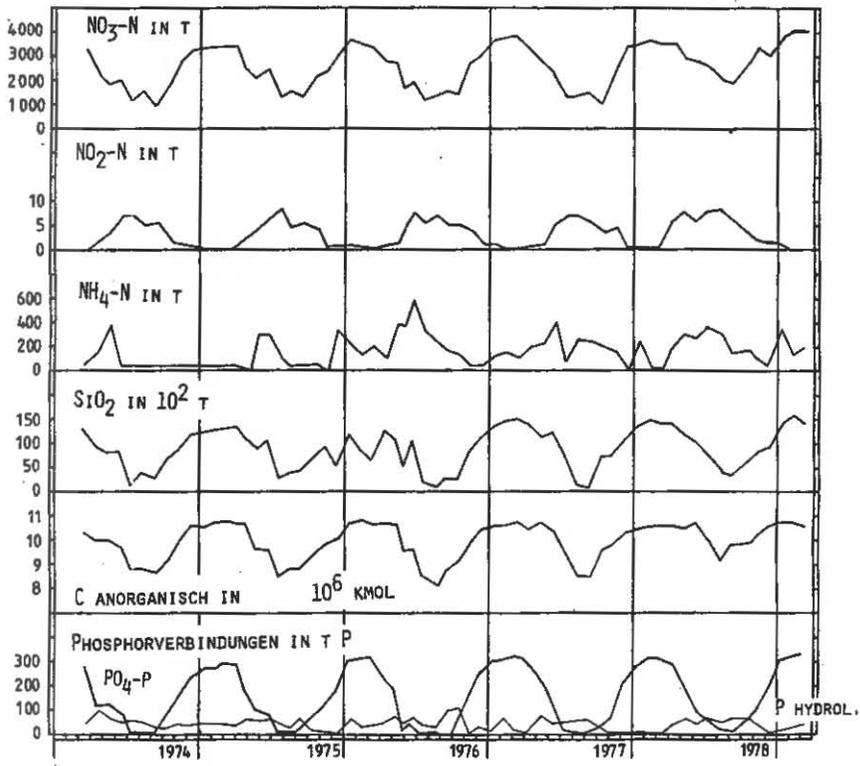
Abb.10  
P gelöst mg/m<sup>3</sup>



Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb.11  
NO<sub>3</sub>-N mg/m<sup>3</sup>





Bodensee - Obersee

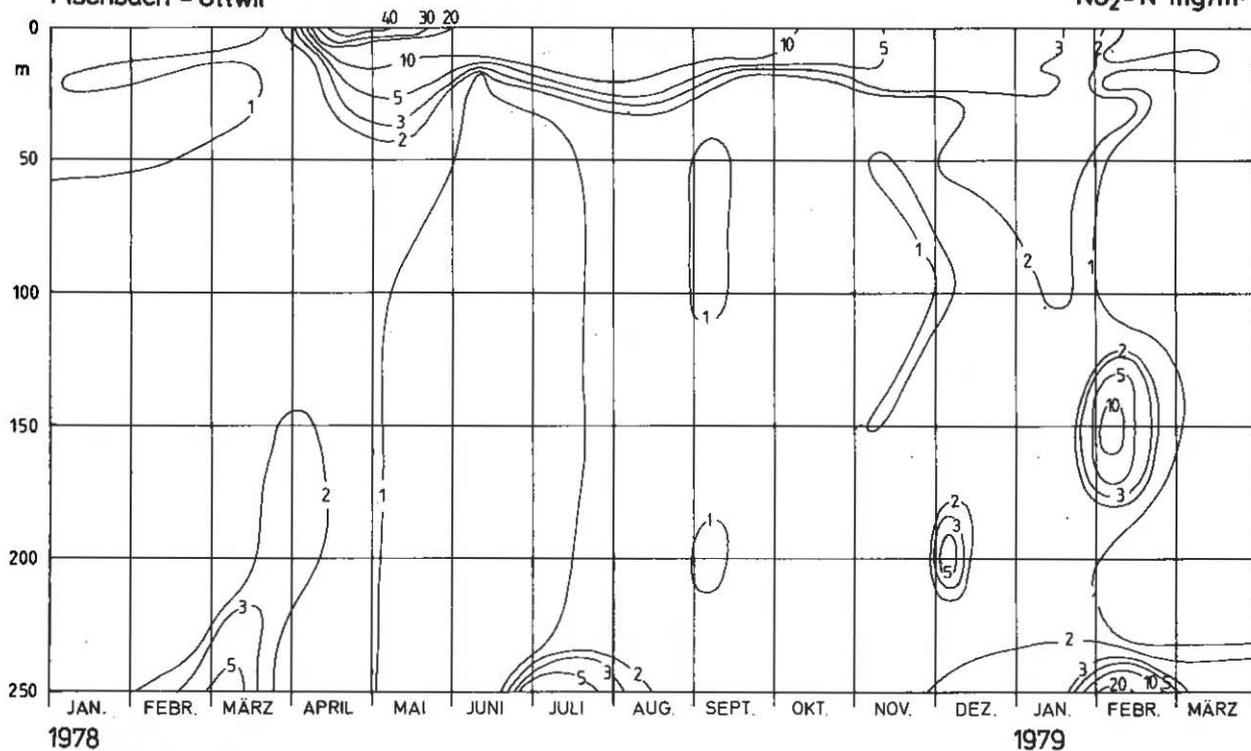
Nährstoffinhalt im Epilimnion 0 - 10 m

Abb.12



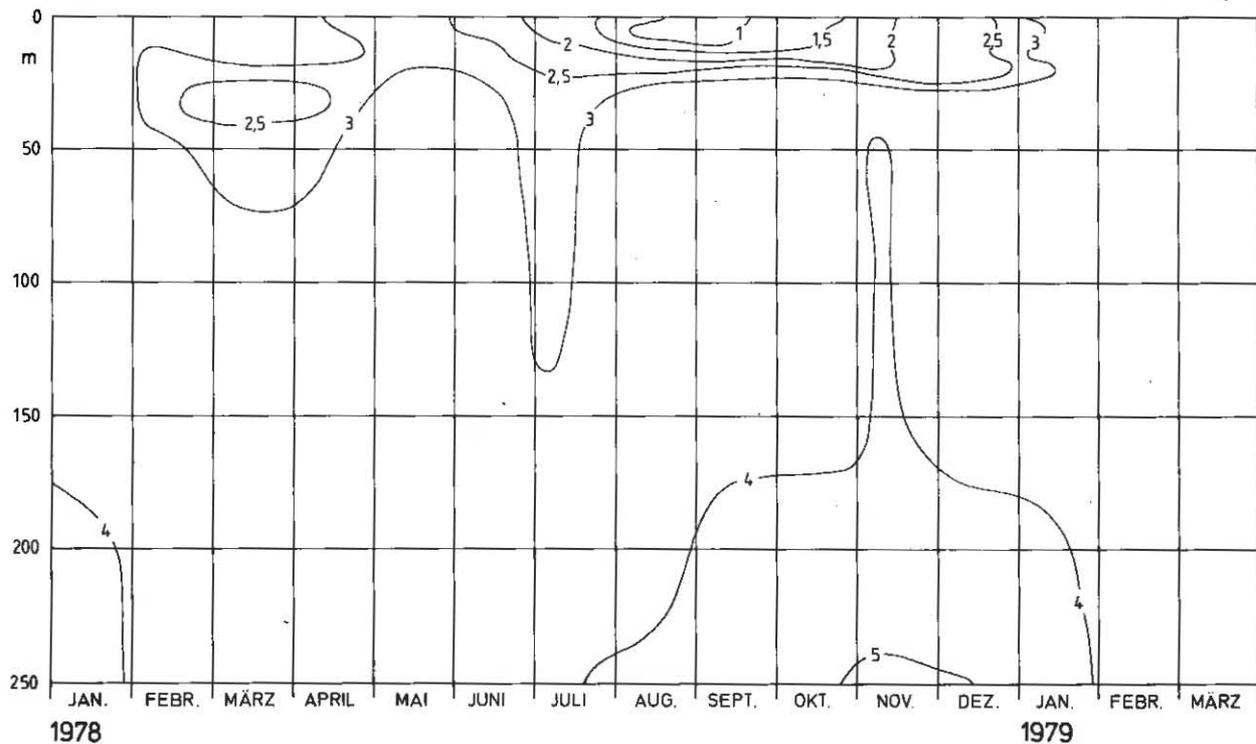
Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb. 14  
NO<sub>2</sub>-N mg/m<sup>3</sup>



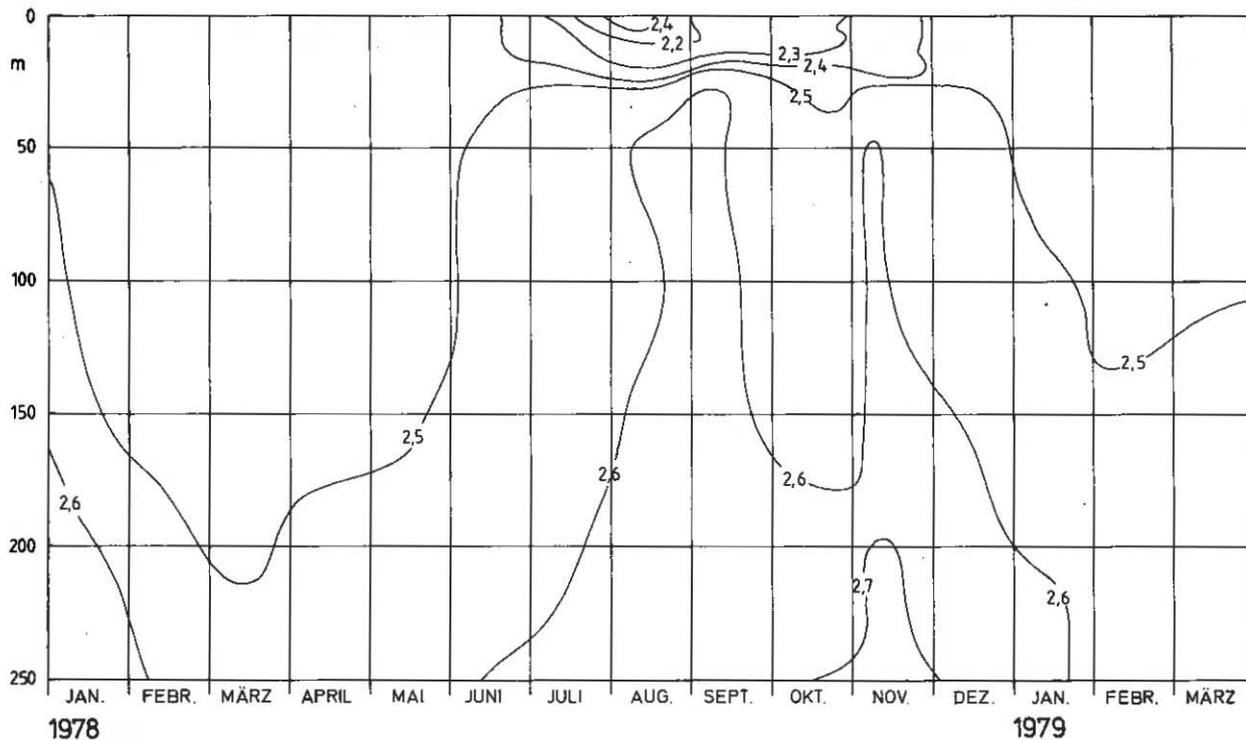
Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

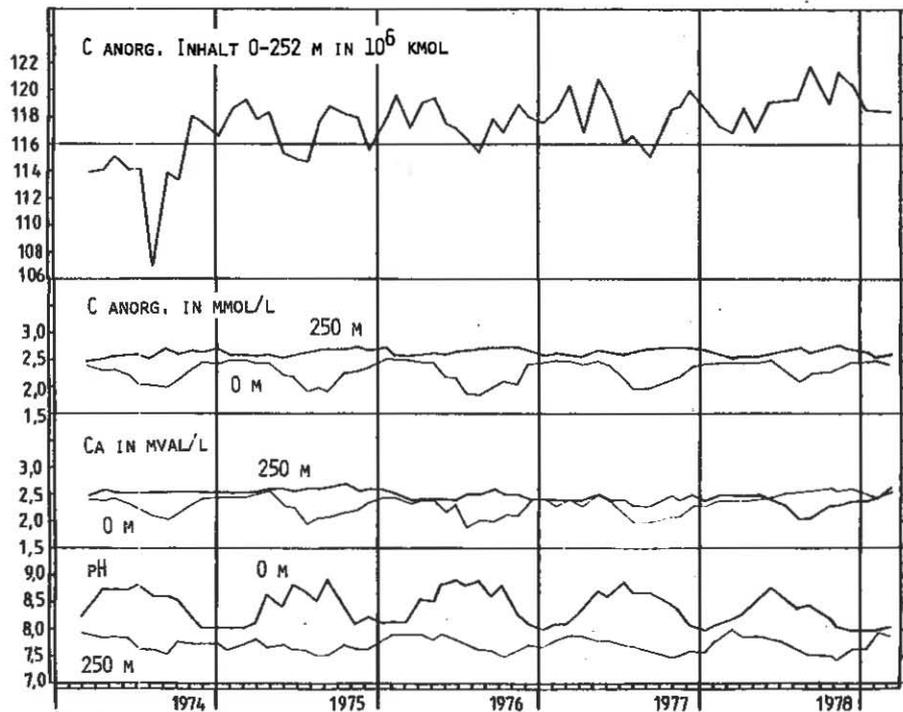
Abb.15  
SiO<sub>2</sub> mg/l



Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb.16  
anorg. C mmol/l





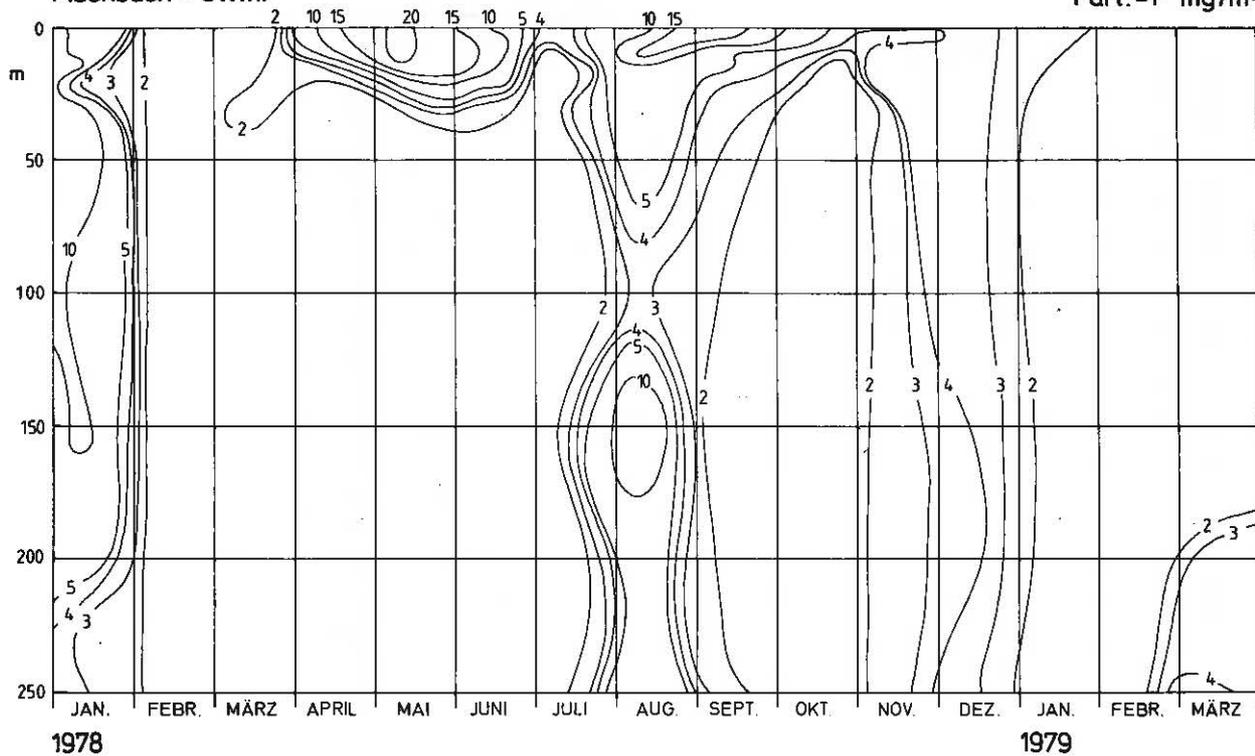
Bodensee - Obersee

C anorganisch Inhalt 0 - 252 m,  
Konzentrationen C anorganisch, Ca und pH

Abb.17

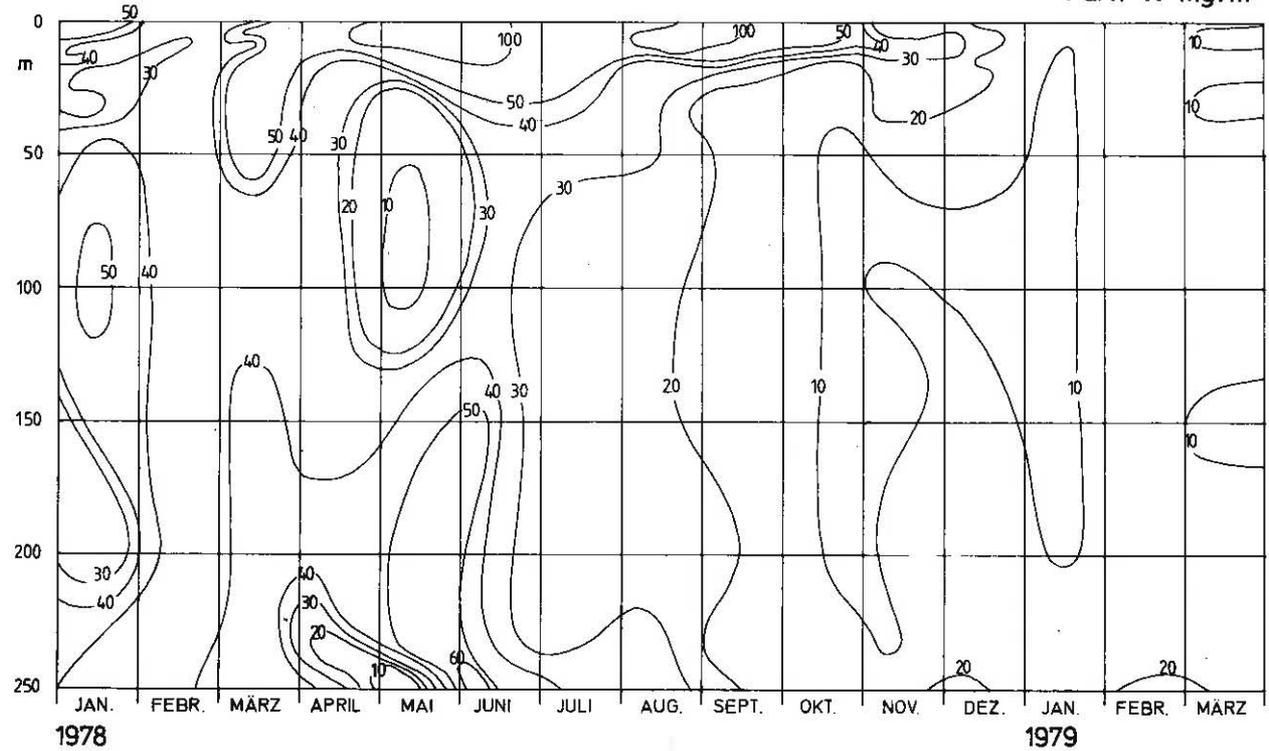
Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb.18  
Part.-P mg/m<sup>3</sup>



Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

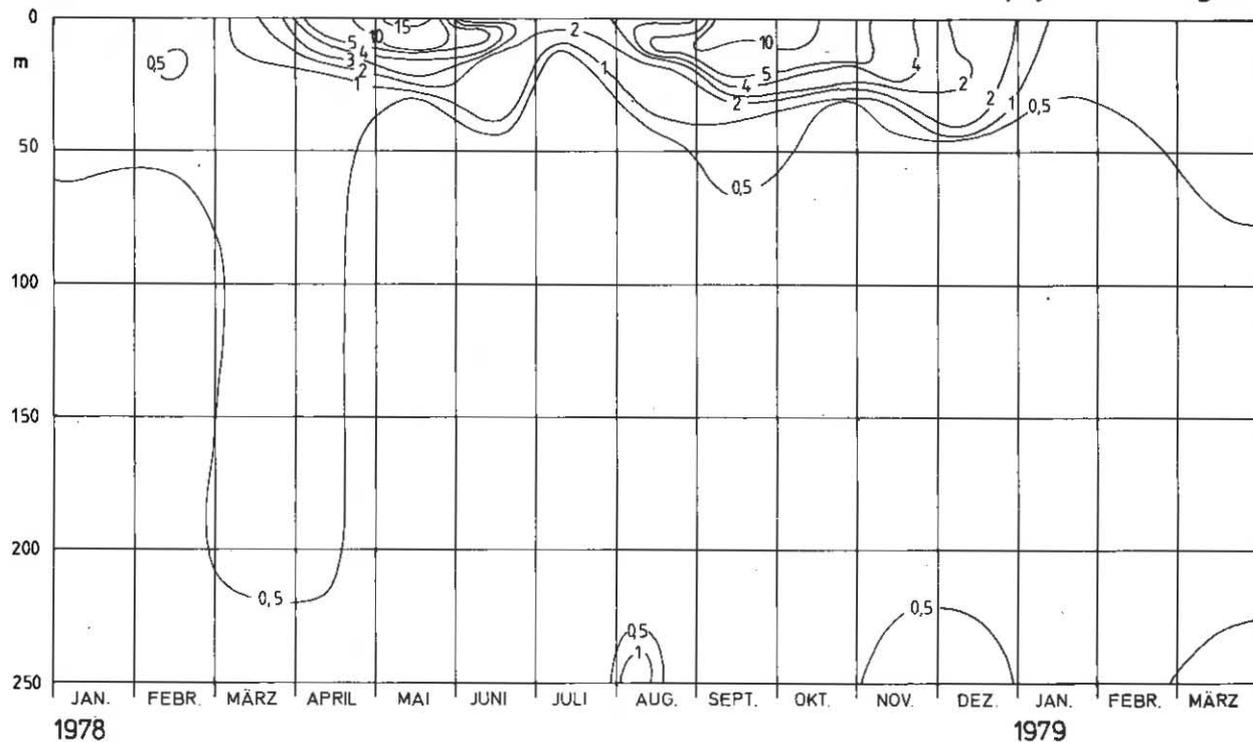
Abb.19  
Part.-N mg/m<sup>3</sup>

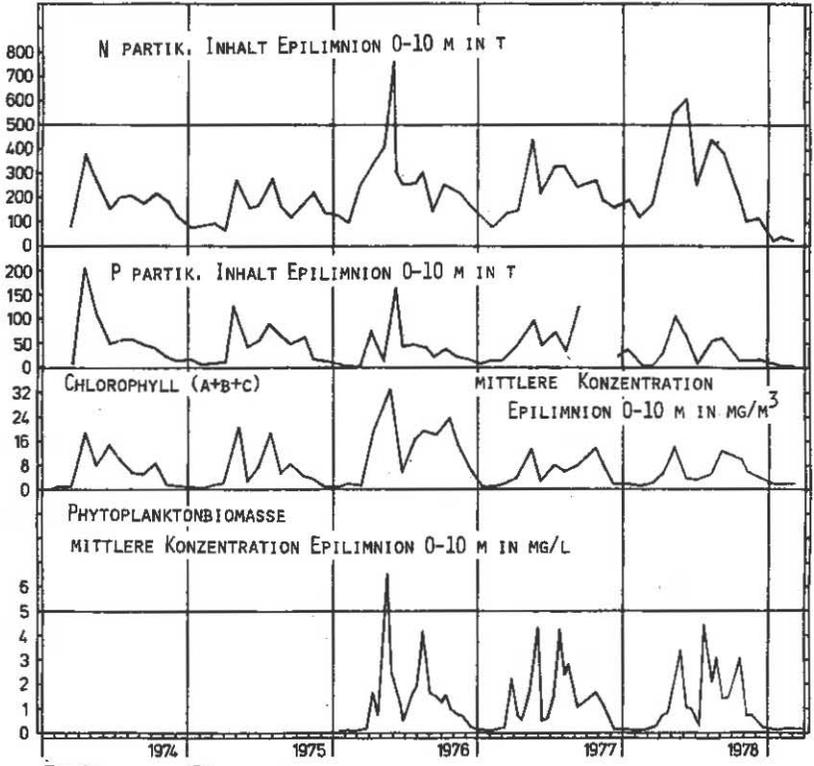


Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb.20

Chlorophyll a+b+c mg/m<sup>3</sup>





Bodensee - Obersee

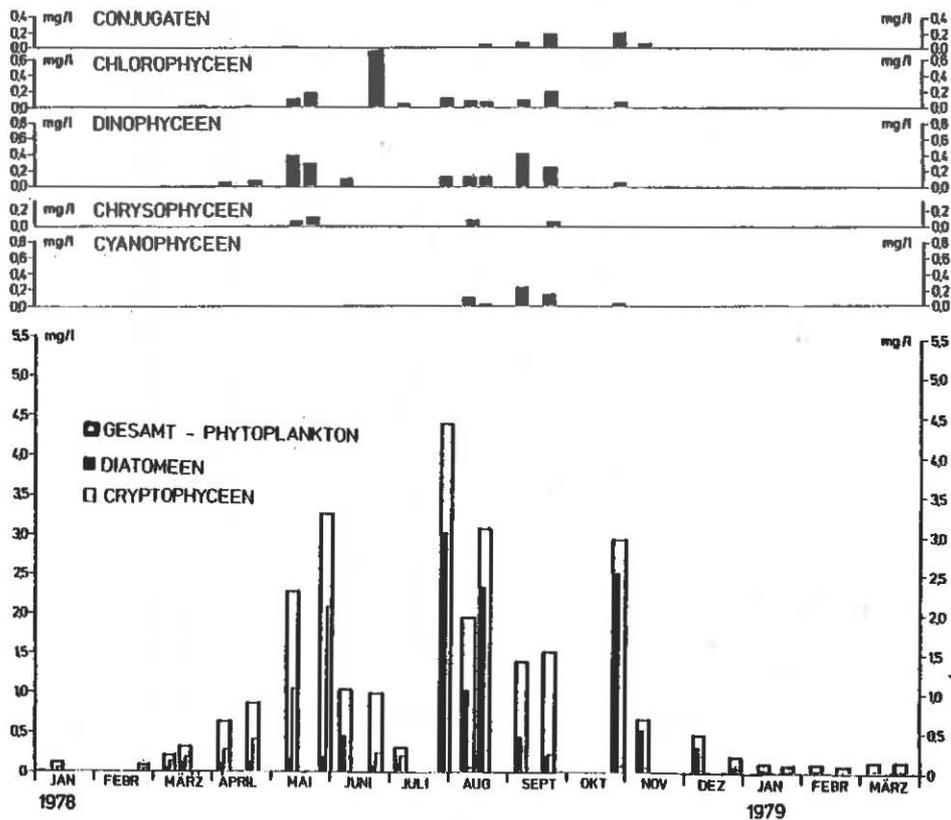
Phytoplanktonbiomasse und chemische Biomasseindikatoren

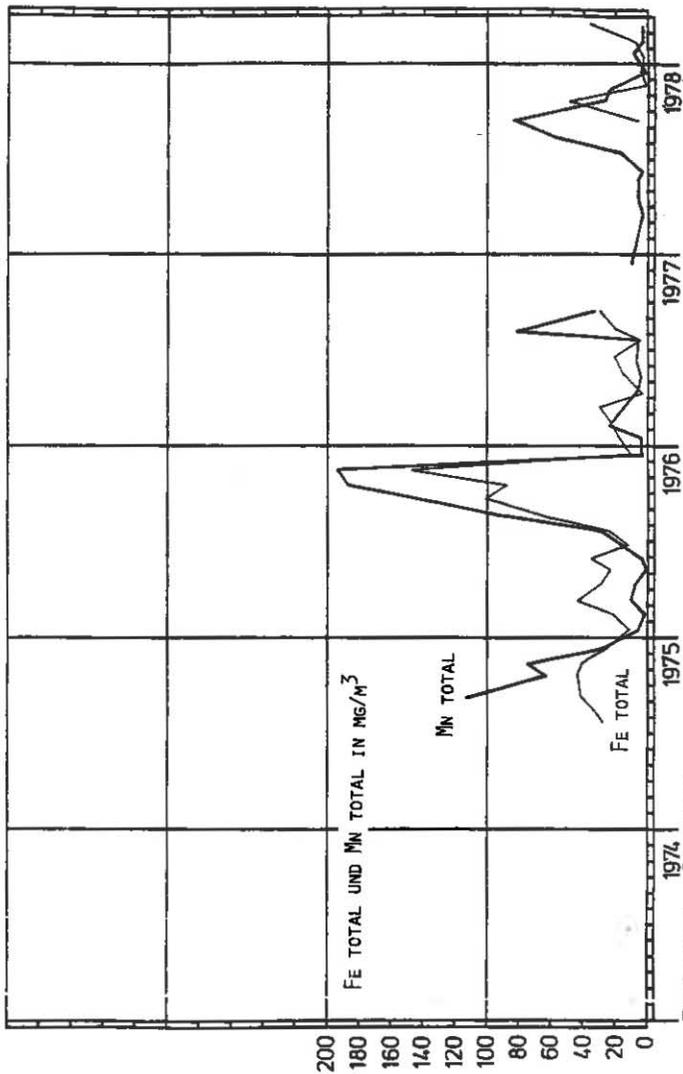
Abb.21

Bodensee - Obersee  
Fischbach - Ullwil

Phytoplankton - Biomasse

Abb. 2.2





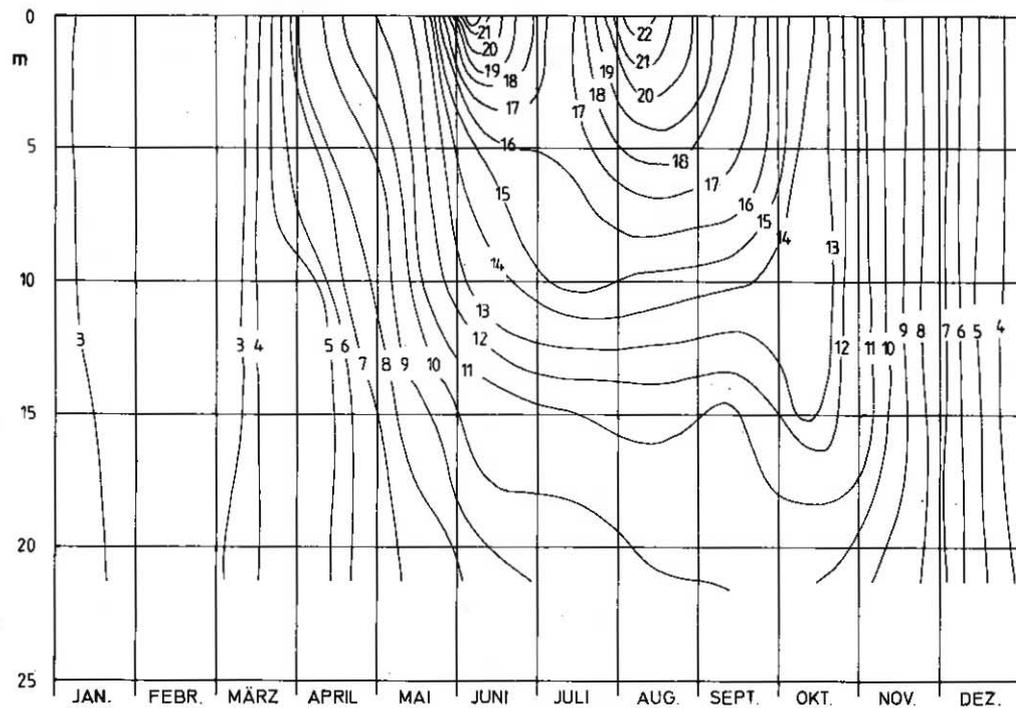
Bodensee - Obersee

Konzentrationen von Fe total und Mn total in 250 m

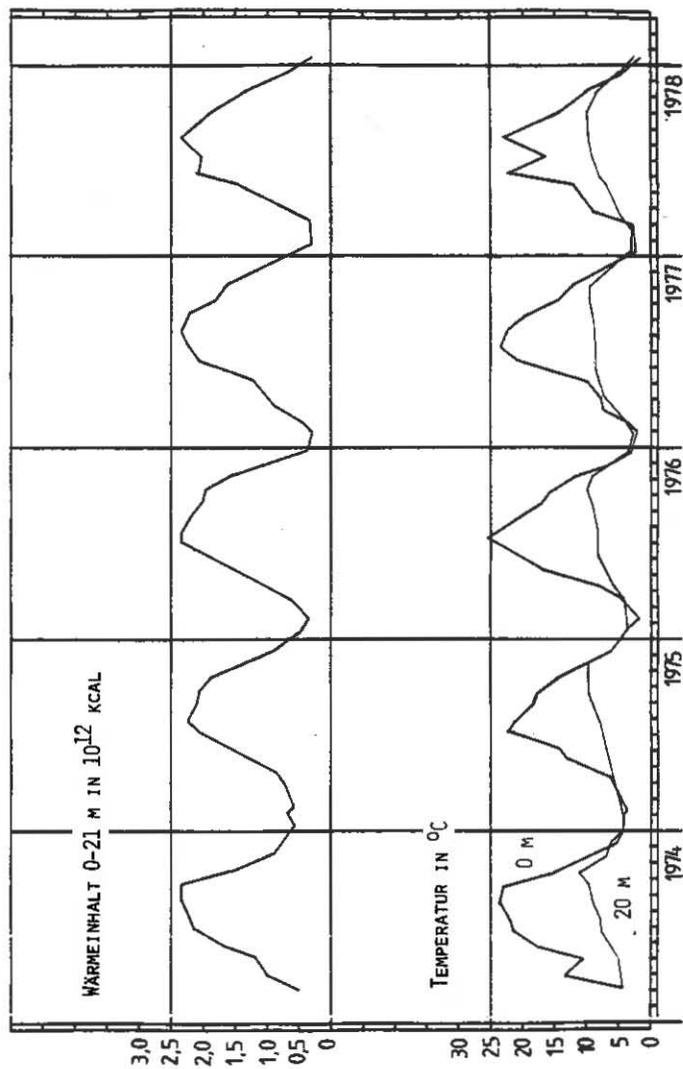
Abb.23

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.24  
Temperatur °C



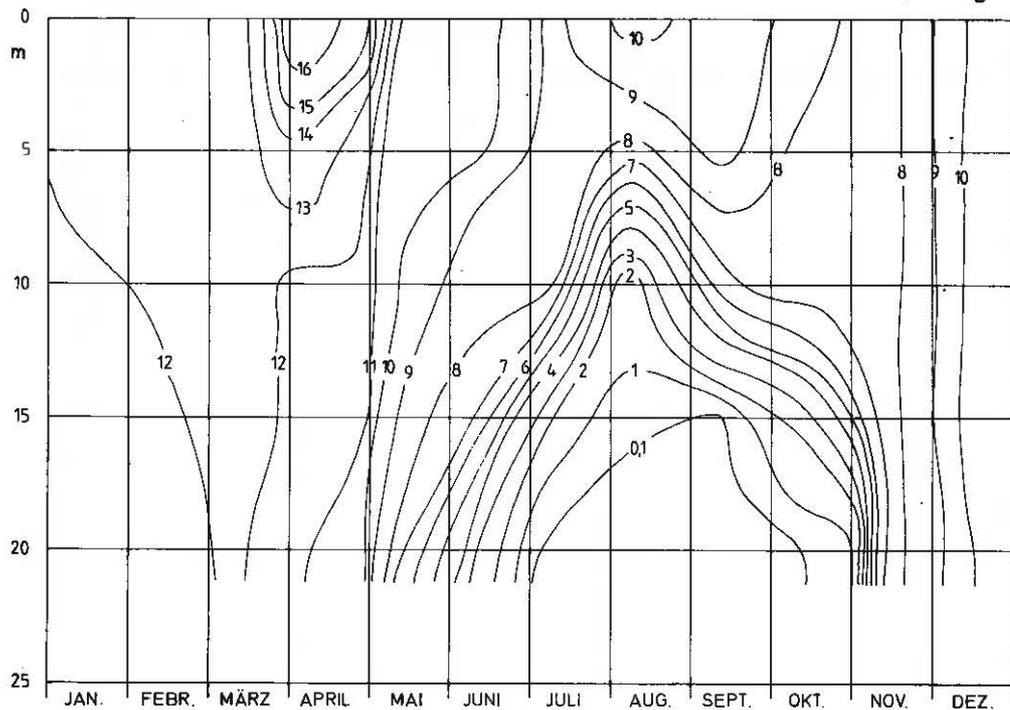
1978



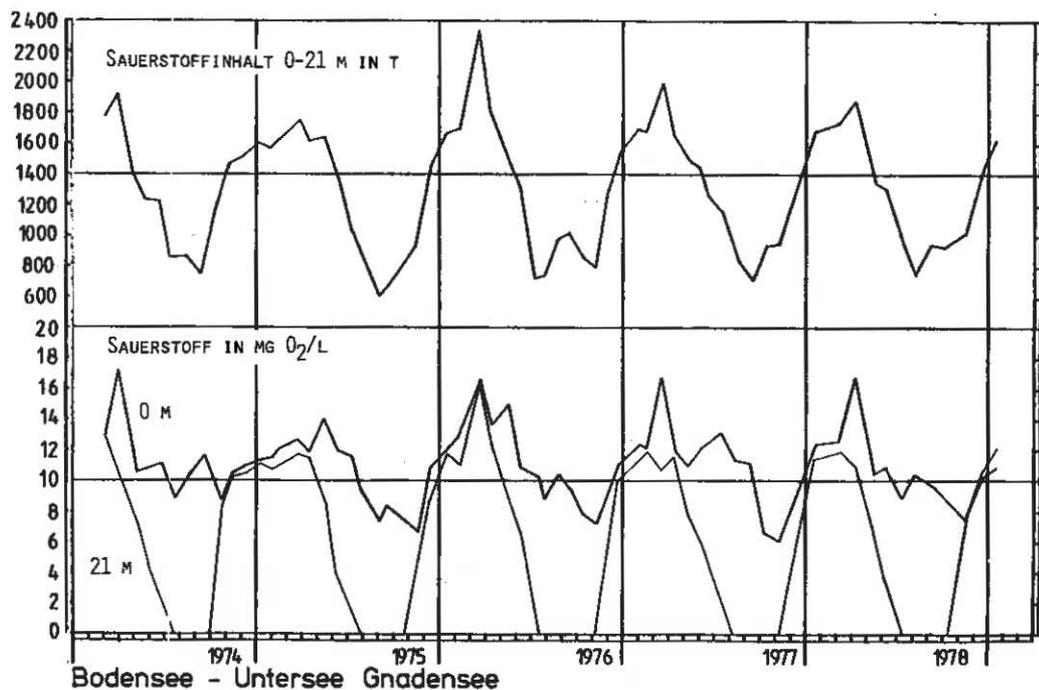
Bodensee - Untersee Gnadensee  
Thermik

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.26  
O<sub>2</sub> mg/l



1978



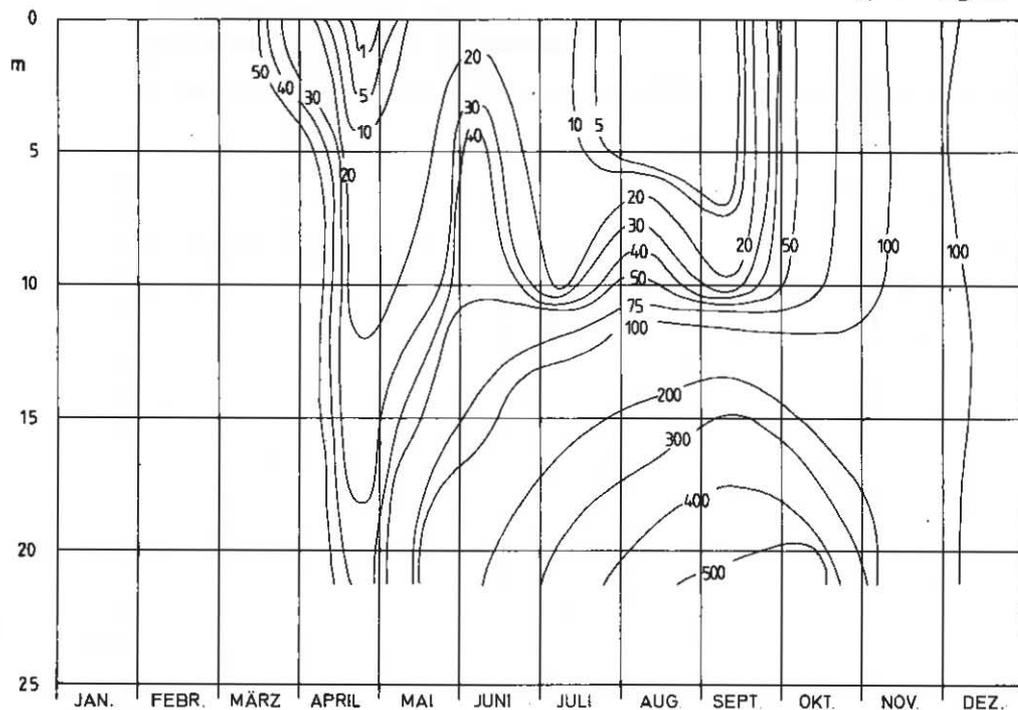
Bodensee - Untersee Gnadensee  
 Sauerstoffinhalt 0 - 21 m  
 und Sauerstoffkonzentrationen 0 und 21 m

Abb.27

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.28

PO<sub>4</sub>-P mg/m<sup>3</sup>



1978

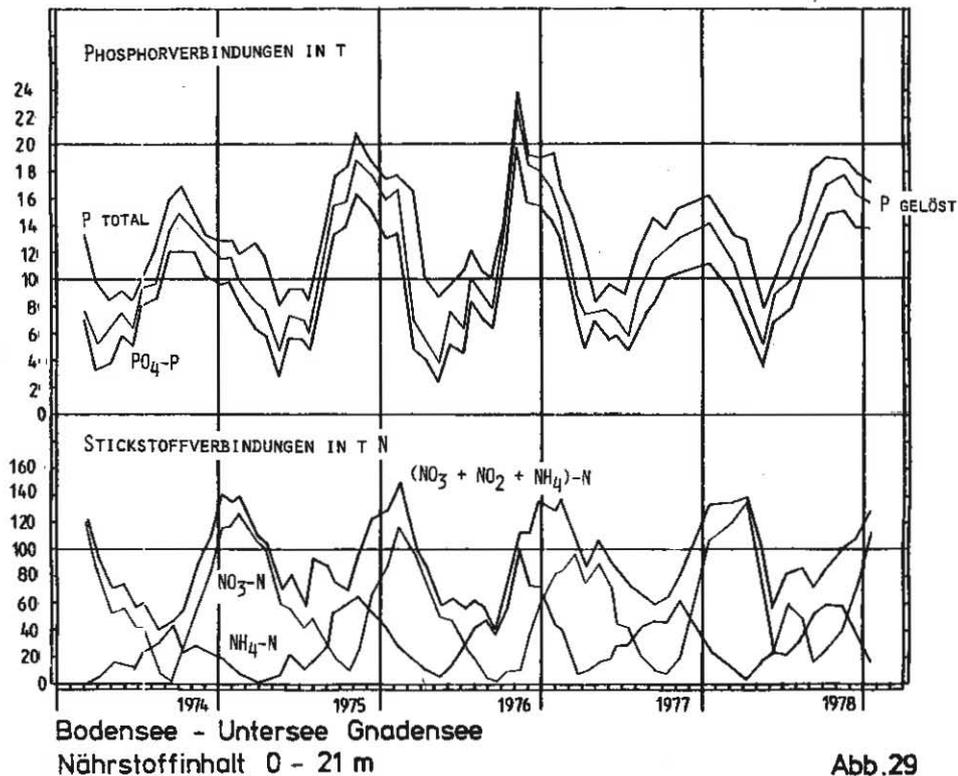
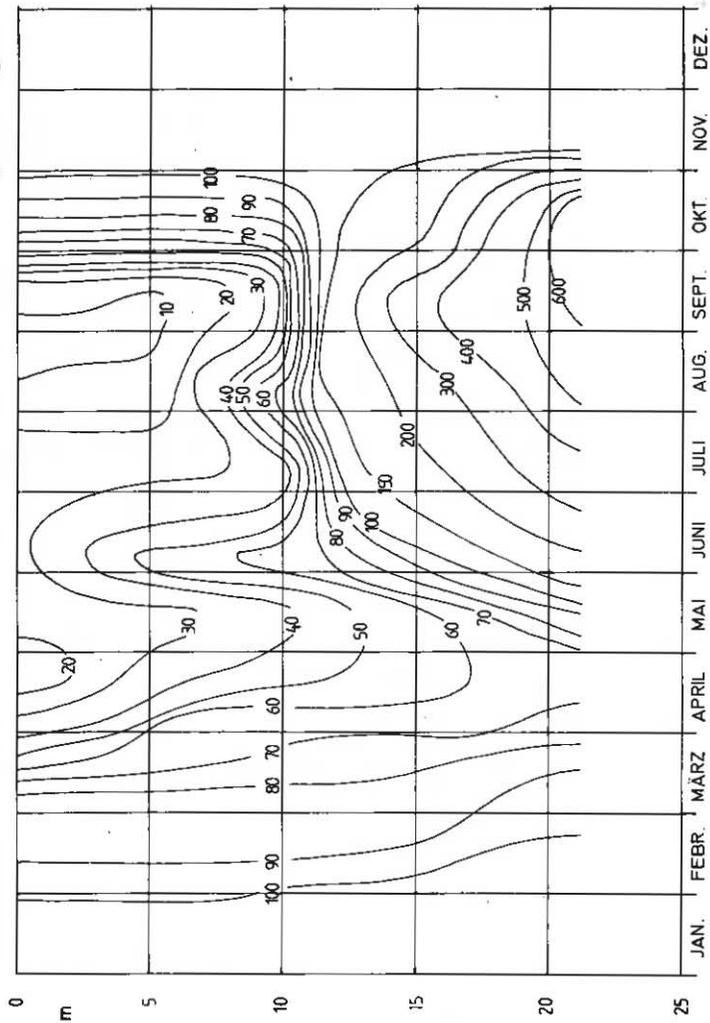


Abb.29

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

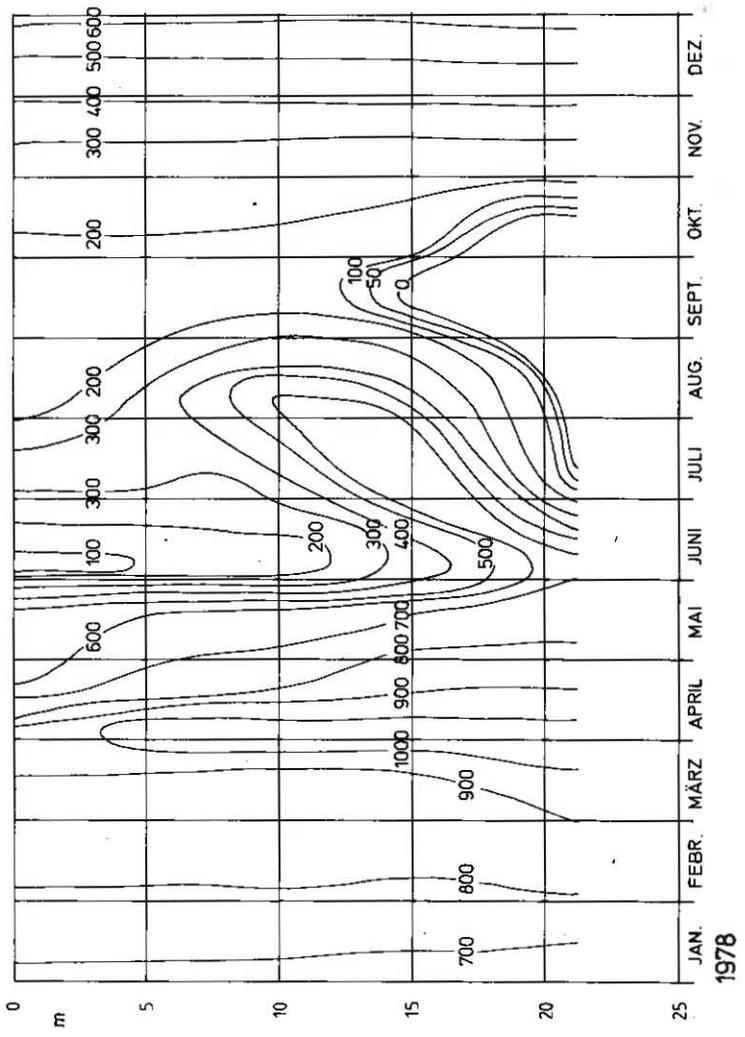
Abb. 30  
P gelöst  $\text{mg}/\text{m}^3$



1978

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

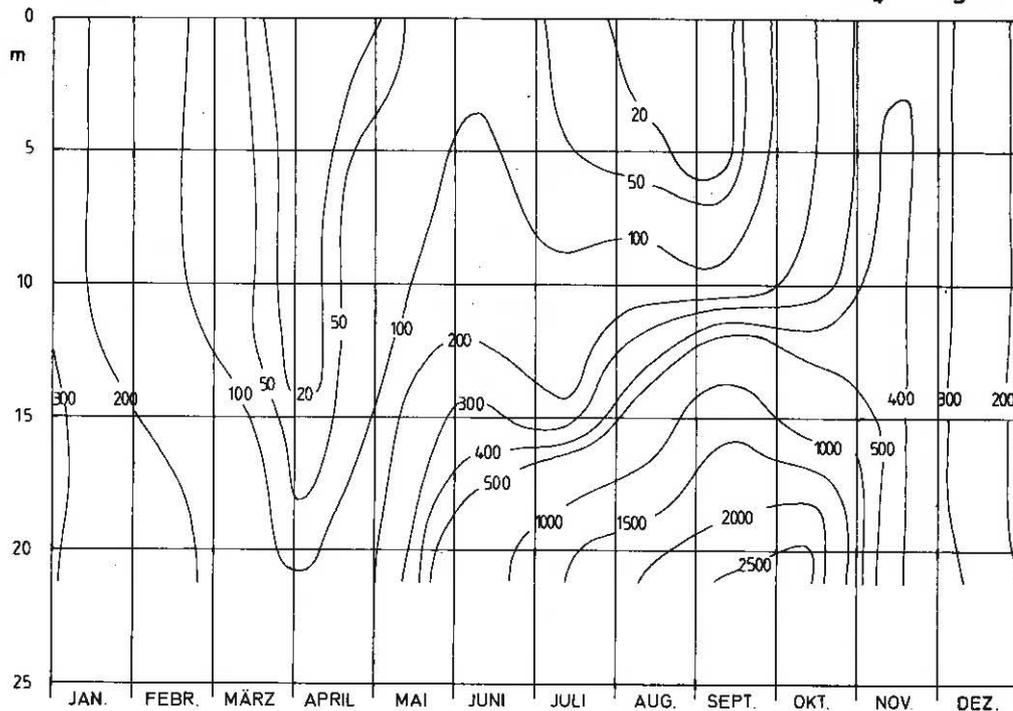
Abb.31  
NO<sub>3</sub> - N mg/m<sup>3</sup>



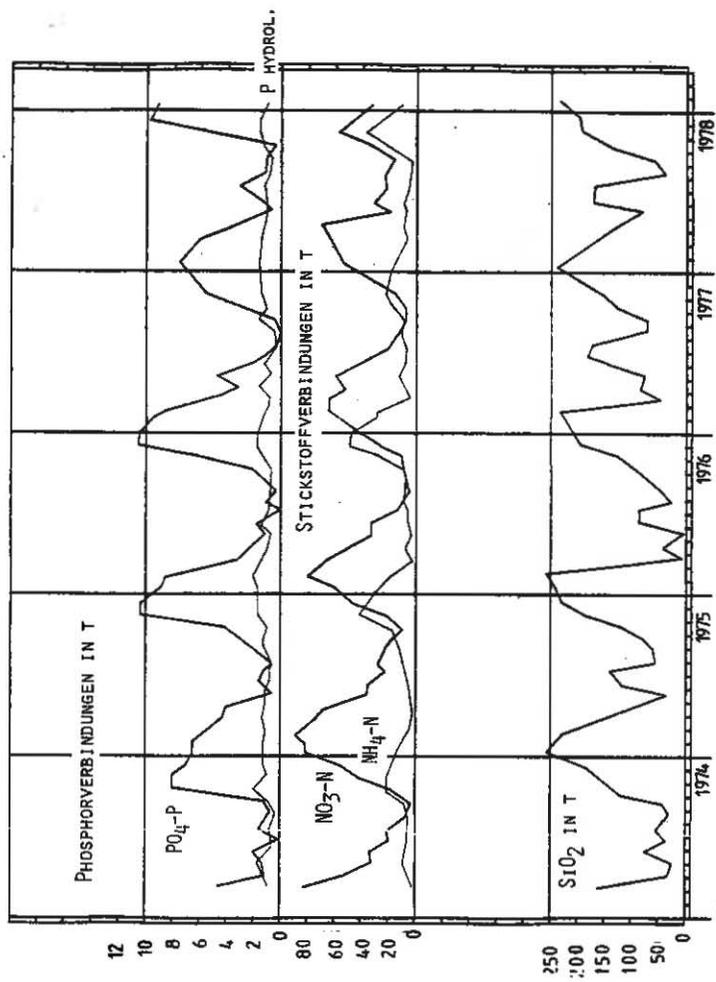
Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.32

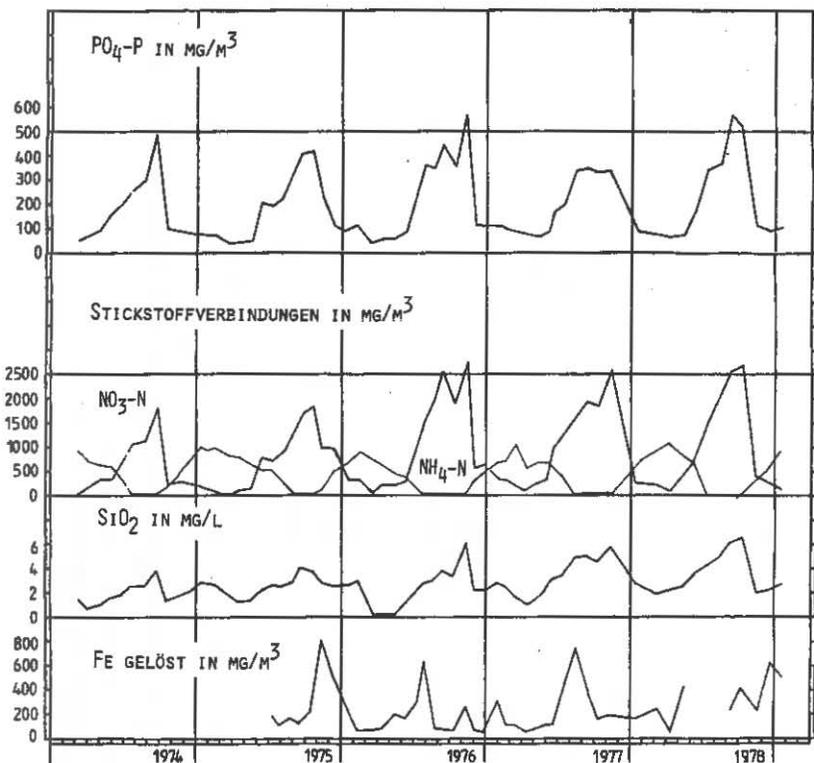
$\text{NH}_4\text{-N}$  mg/m<sup>3</sup>



1978



Bodensee - Untersee Gnadensee  
 Nährstoffinhalt im Epilimnion 0 - 10 m

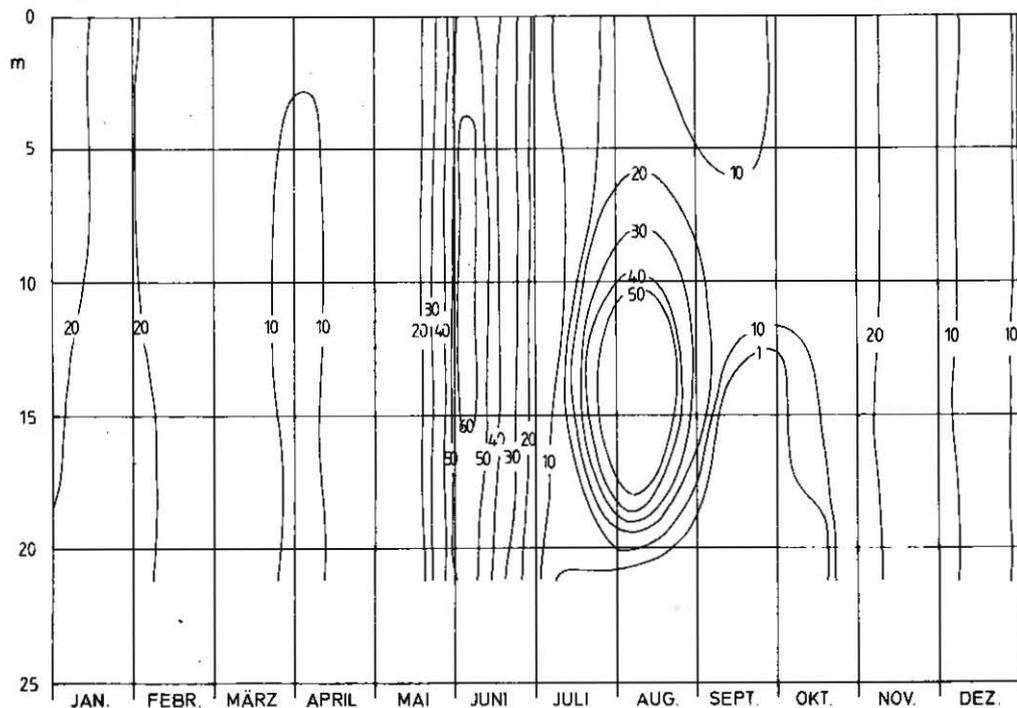


Bodensee - Untersee Gnadensee  
 Stoffkonzentrationen in 20 m Tiefe

Abb.34

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

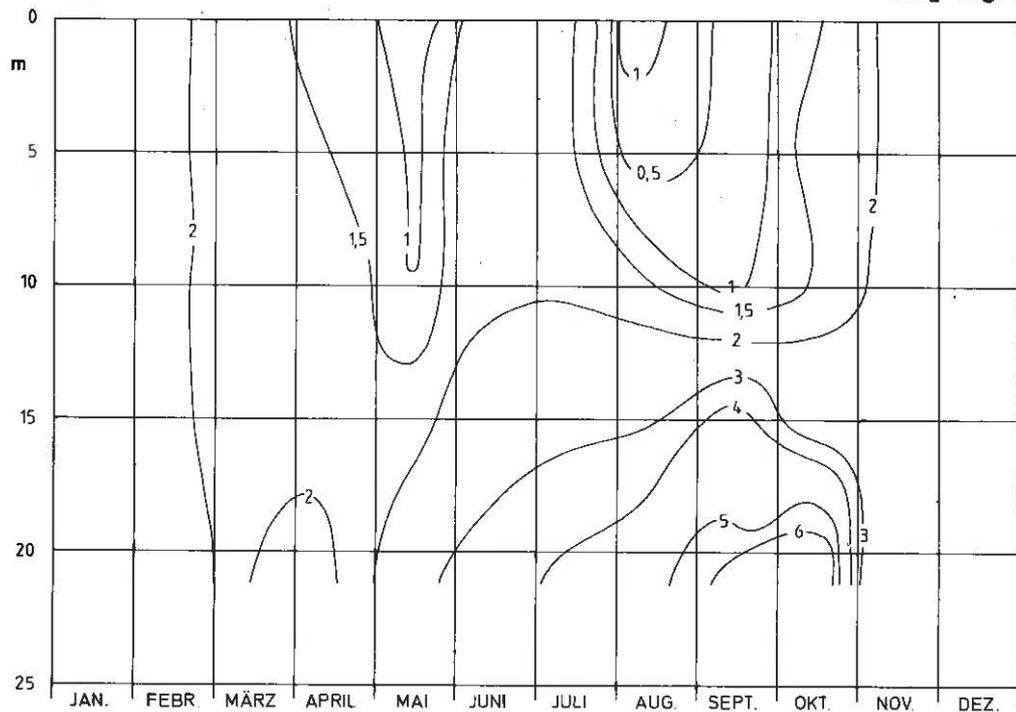
Abb.35  
NO<sub>2</sub>-N mg/m<sup>3</sup>



1978

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

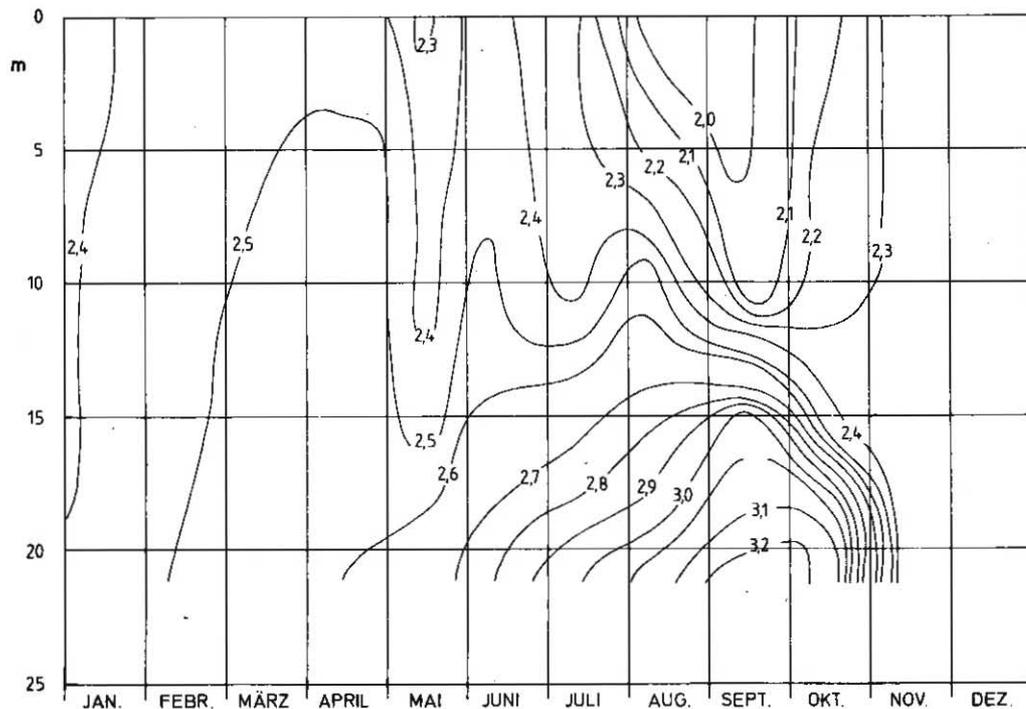
Abb.36  
SiO<sub>2</sub> mg/l



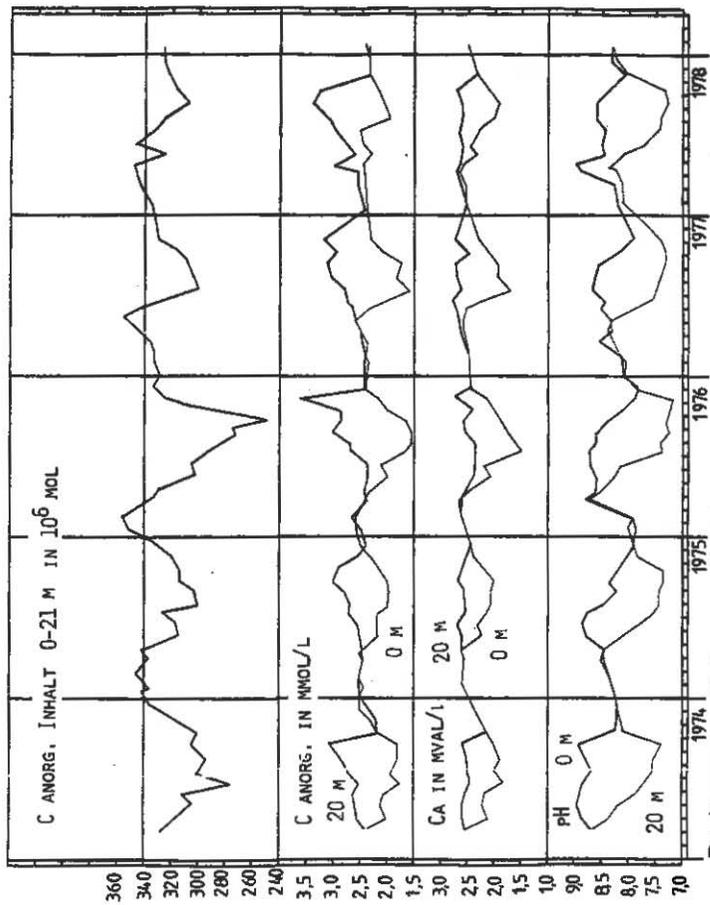
1978

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.37  
anorg. C mmol/l



1978



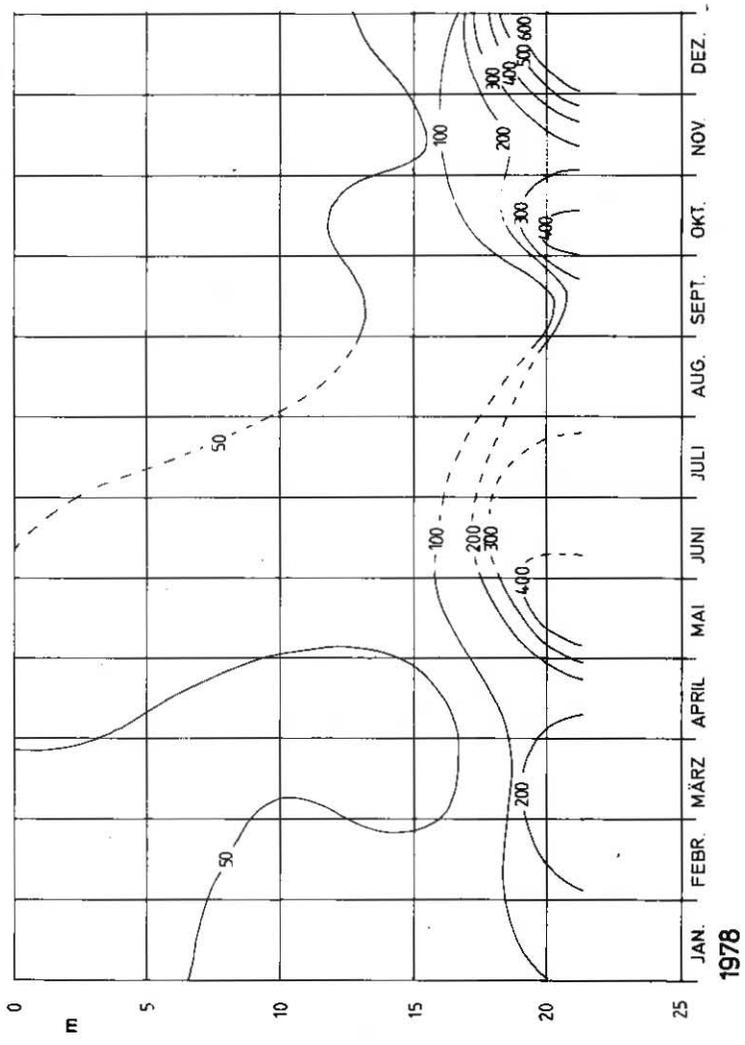
Bodensee - Untersee Gnadensee

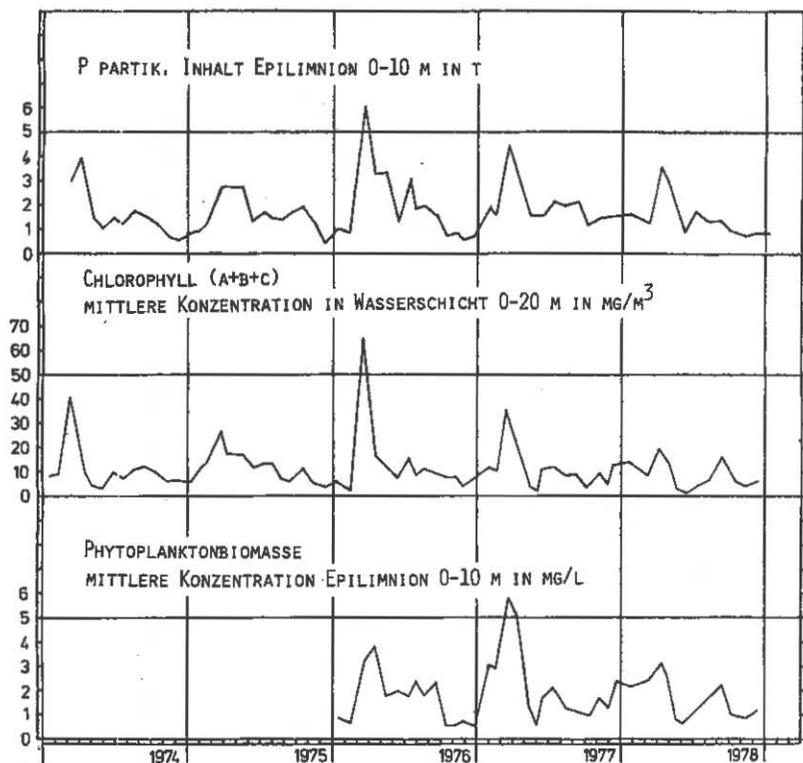
C anorganisch Inhalt 0 - 21 m

Konzentrationen C anorganisch, Ca und pH

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.39  
Fe gelöst mg/m<sup>3</sup>



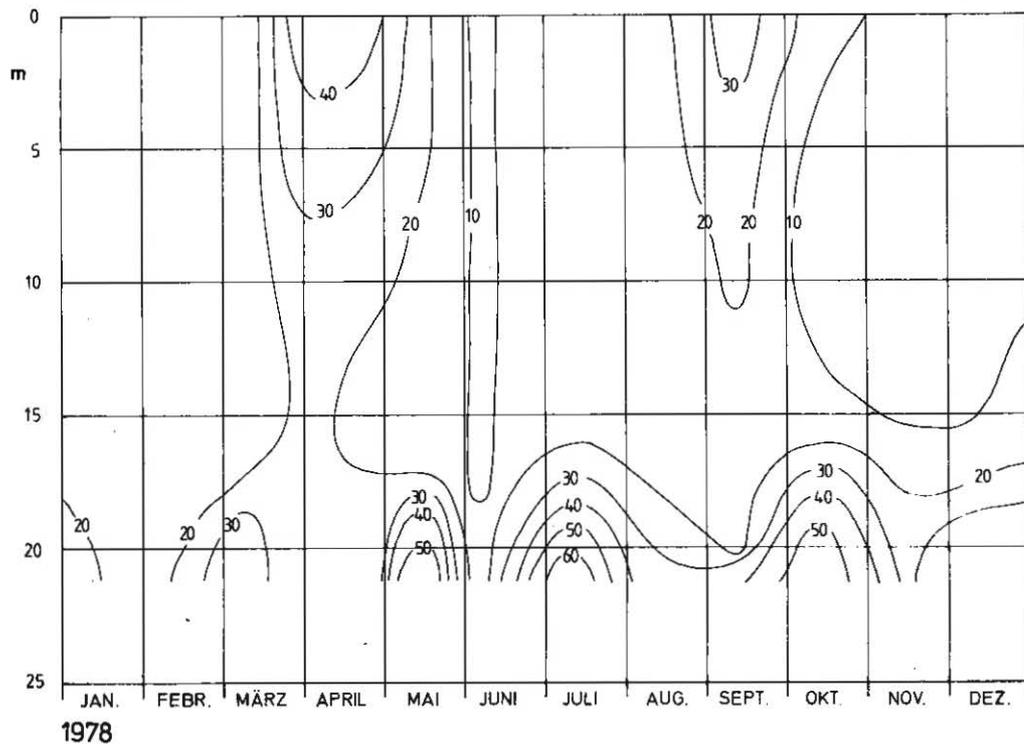


Bodensee - Untersee Gnadensee  
 Phytoplanktonbiomasse und chemische Biomasseindikatoren

Abb.40

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

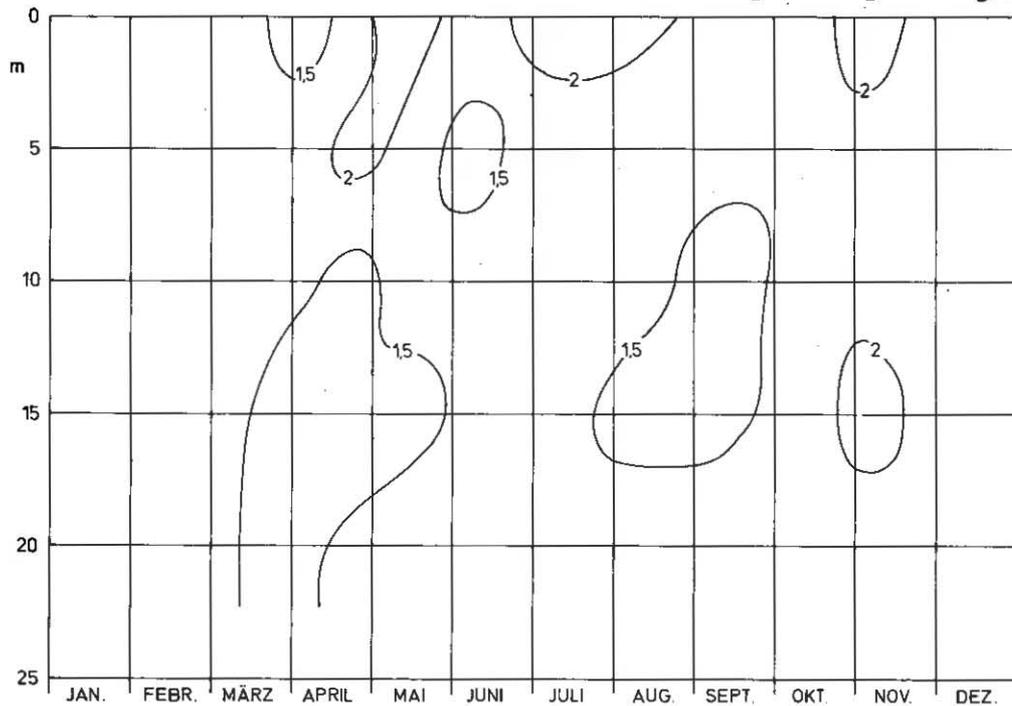
Abb.41  
Part.-P mg/m<sup>3</sup>



Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.42

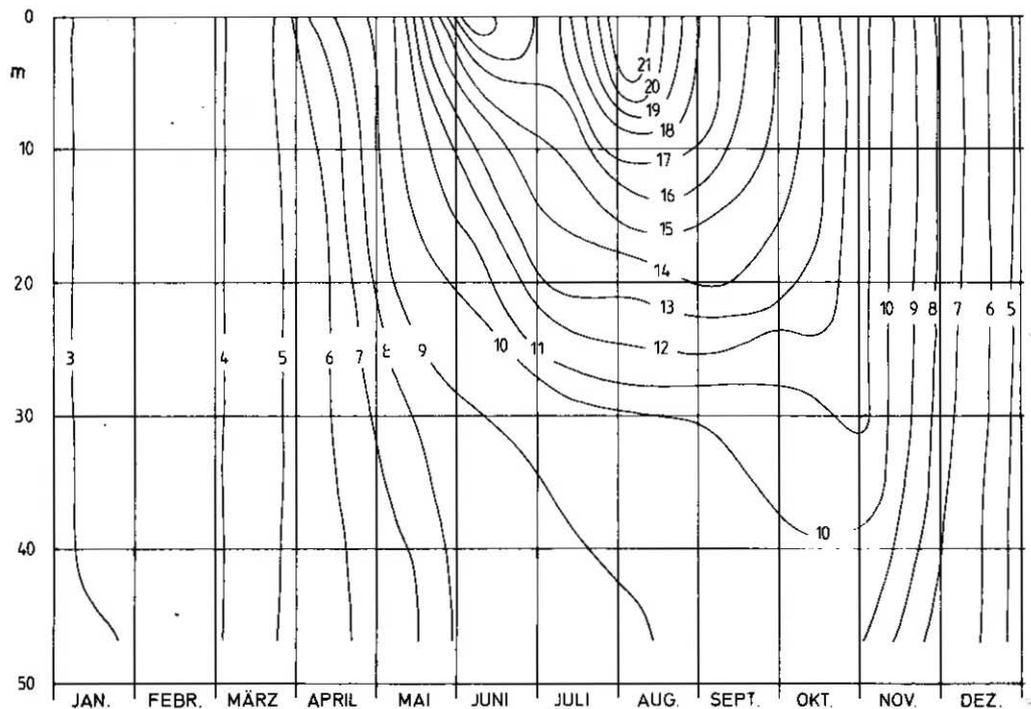
C organisch gelöst mg/l



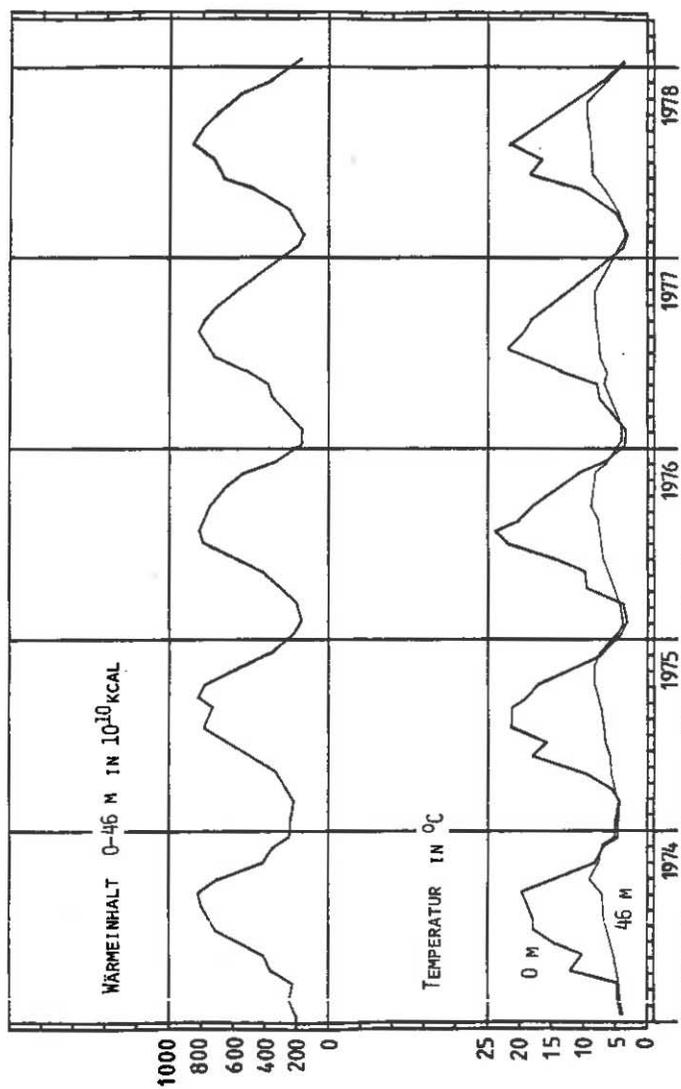
1978

Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb.43  
Temperatur °C



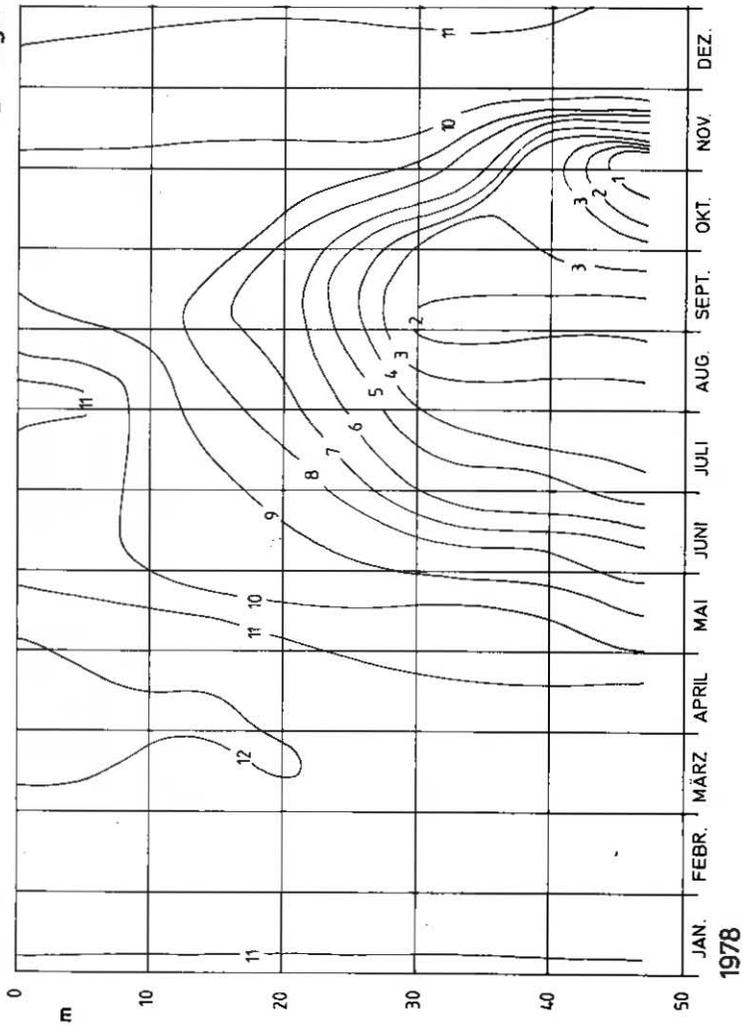
1978

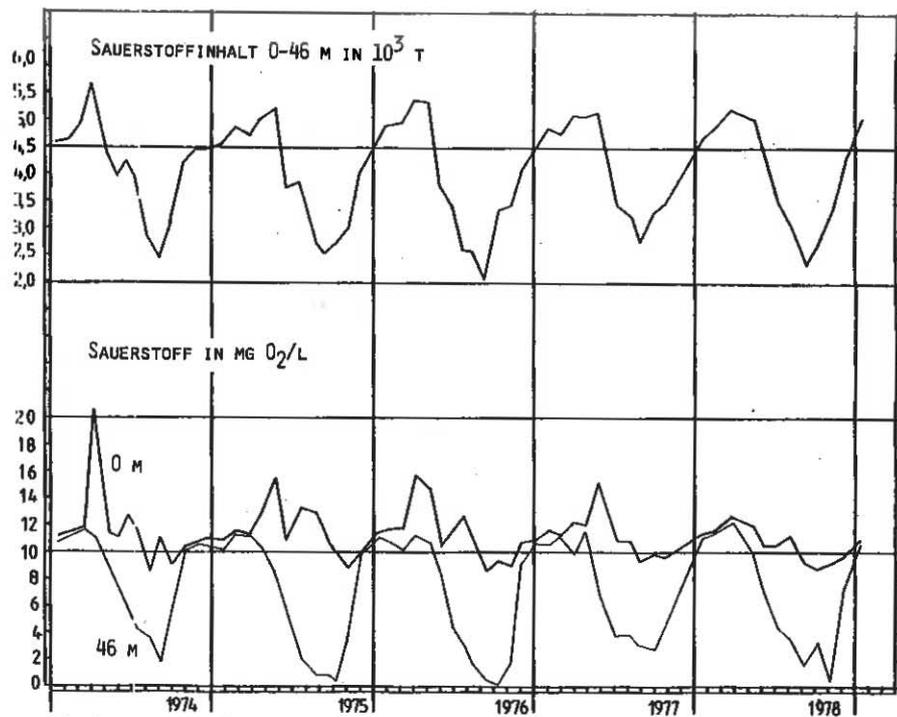


Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
Thermik

Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb. 45  
O<sub>2</sub> mg/l



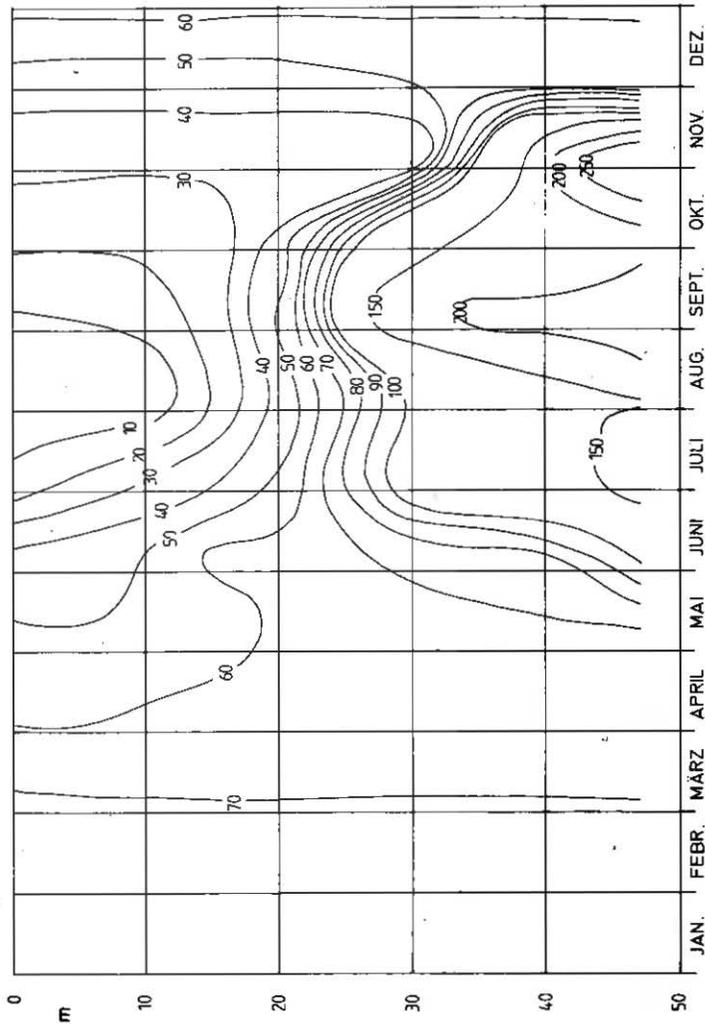


Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
 Sauerstoffinhalt 0 - 46 m  
 und Sauerstoffkonzentrationen 0 und 46 m

Abb. 46

Bodensee - Untersee  
Berlingen

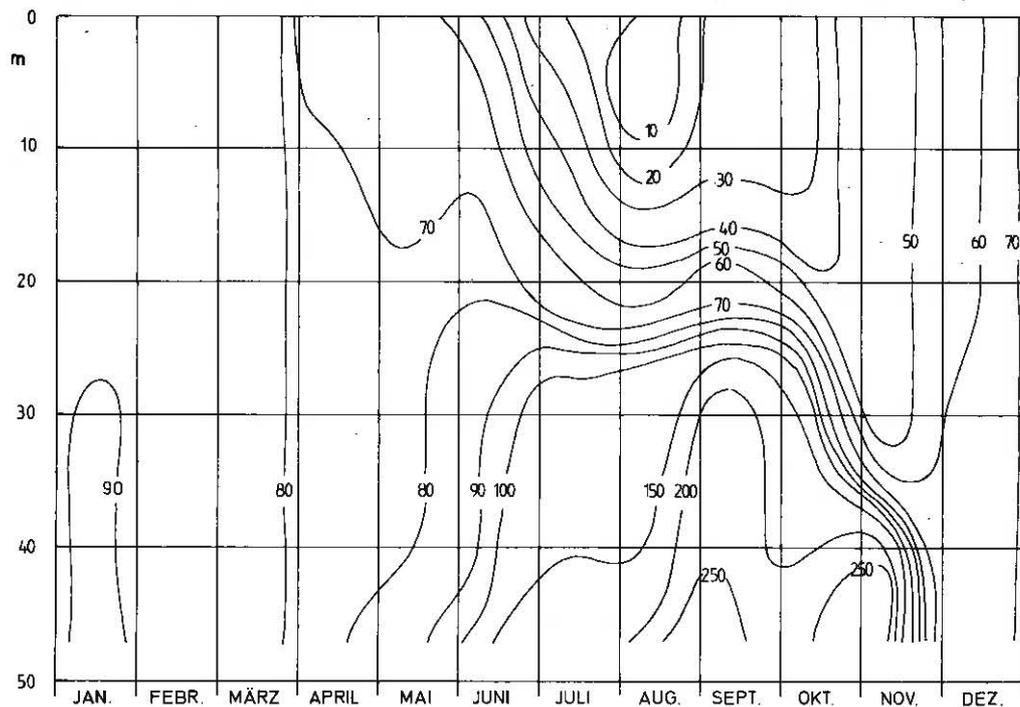
Abb. 47  
PO<sub>4</sub>-P mg/m<sup>3</sup>



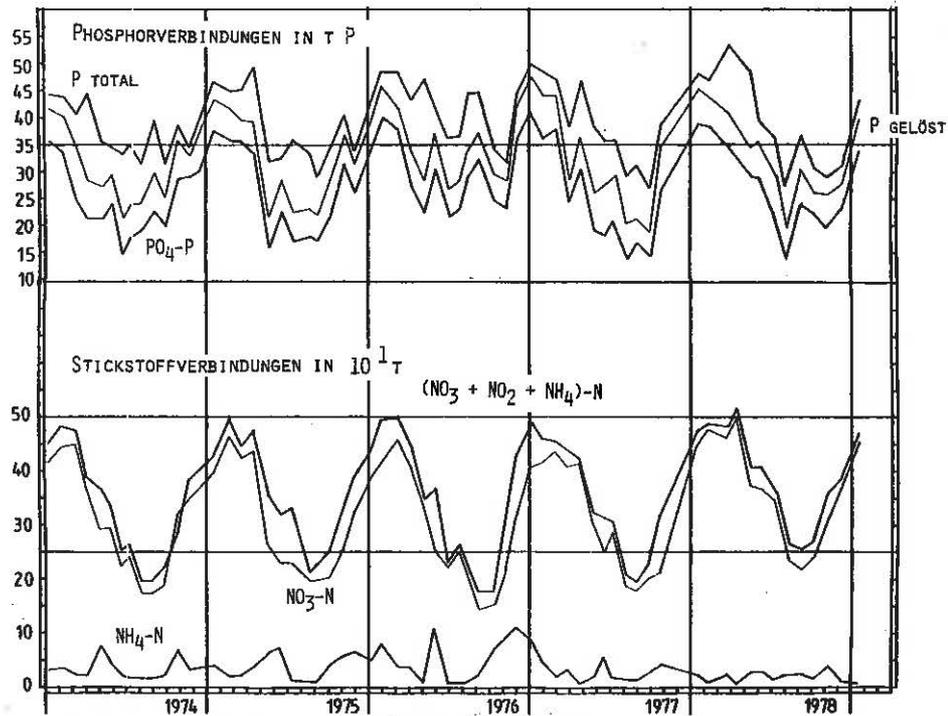
1978

Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb.48  
P gelöst mg/m<sup>3</sup>

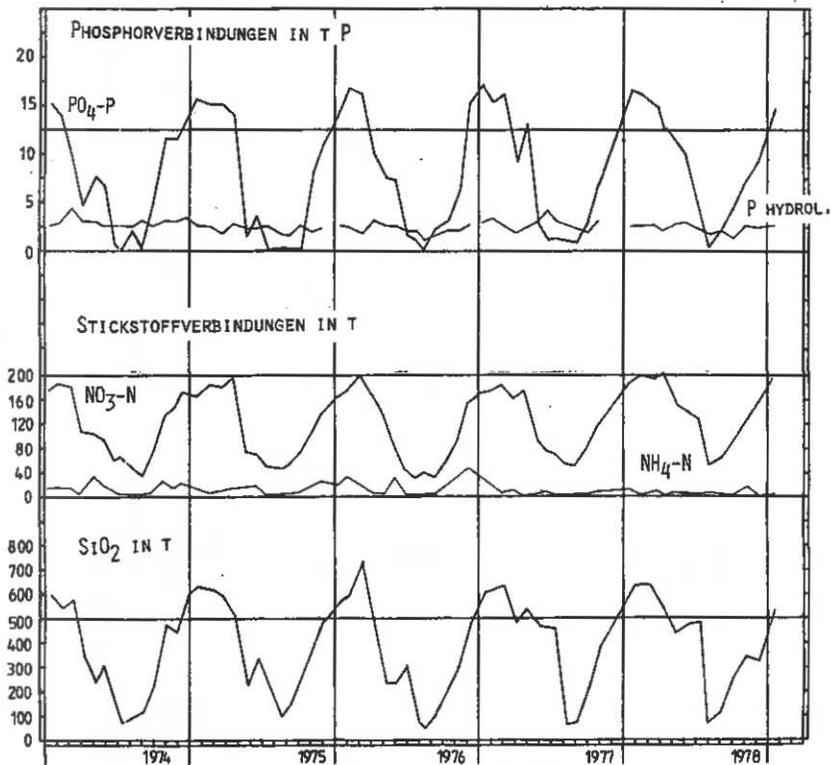


1978



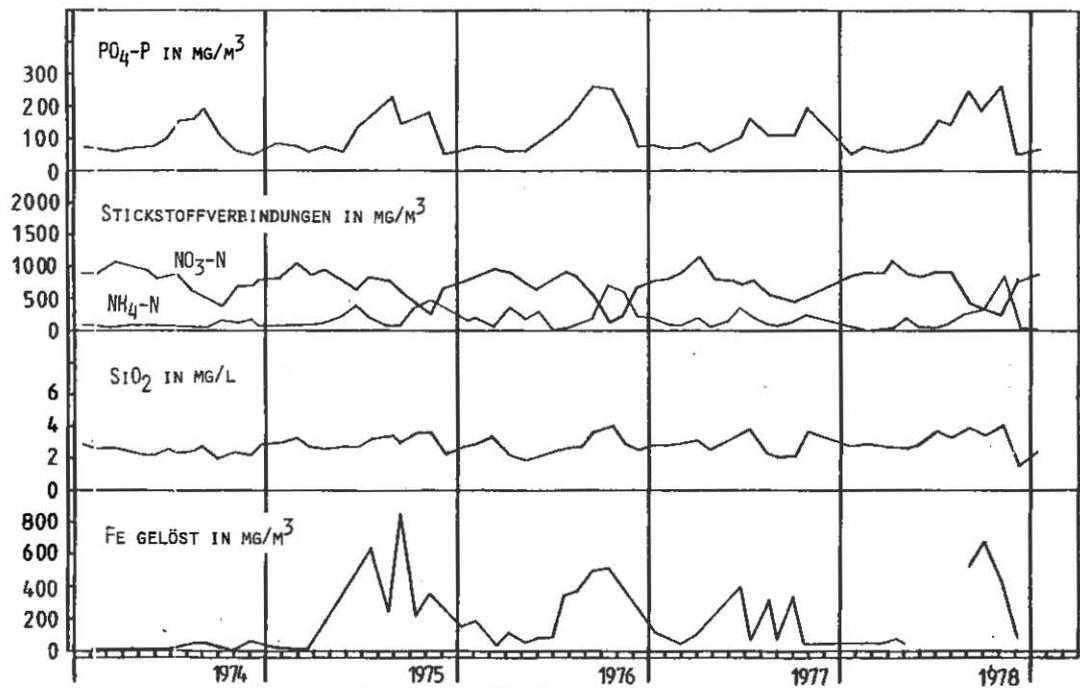
Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
 Nährstoffinhalt 0 - 46 m

Abb. 49



Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
 Nährstoffinhalt im Epilimnion 0 - 10 m

Abb. 50

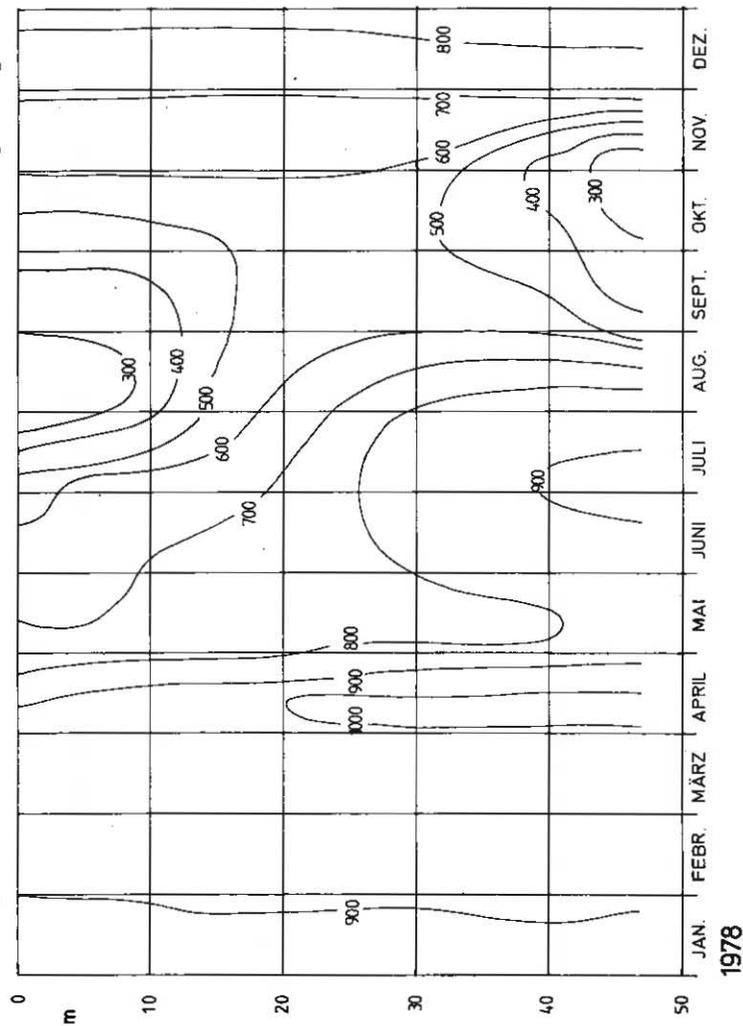


Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
 Stoffkonzentrationen in 46 m

Abb.51

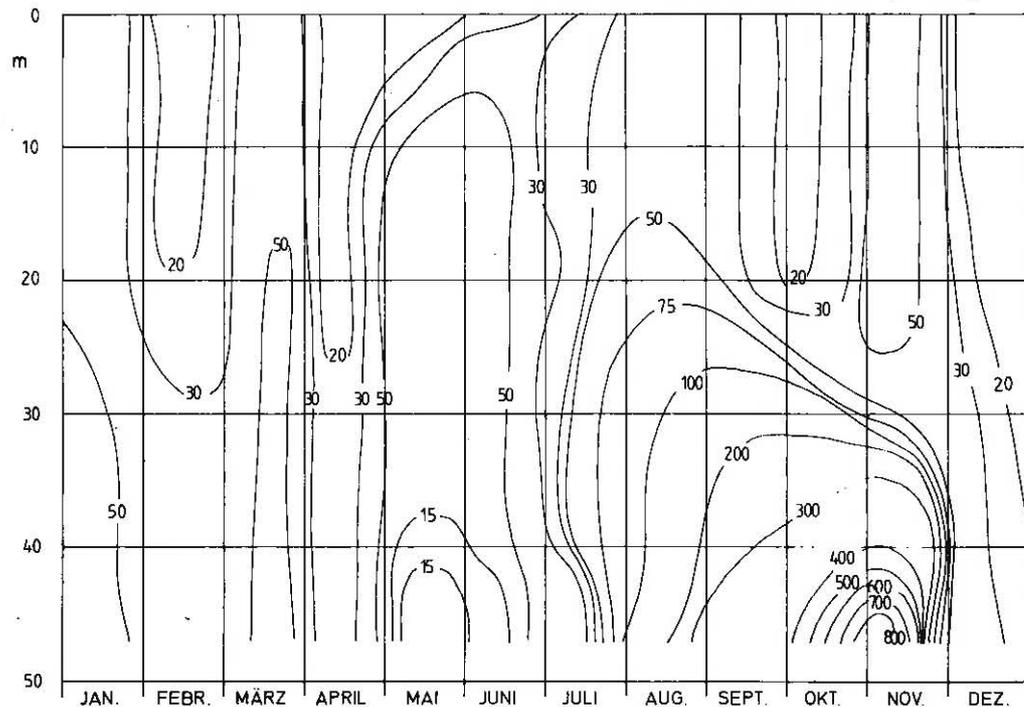
Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb.52  
NO<sub>3</sub>-N mg/m<sup>3</sup>



Bodensee - Untersee  
Berlingen

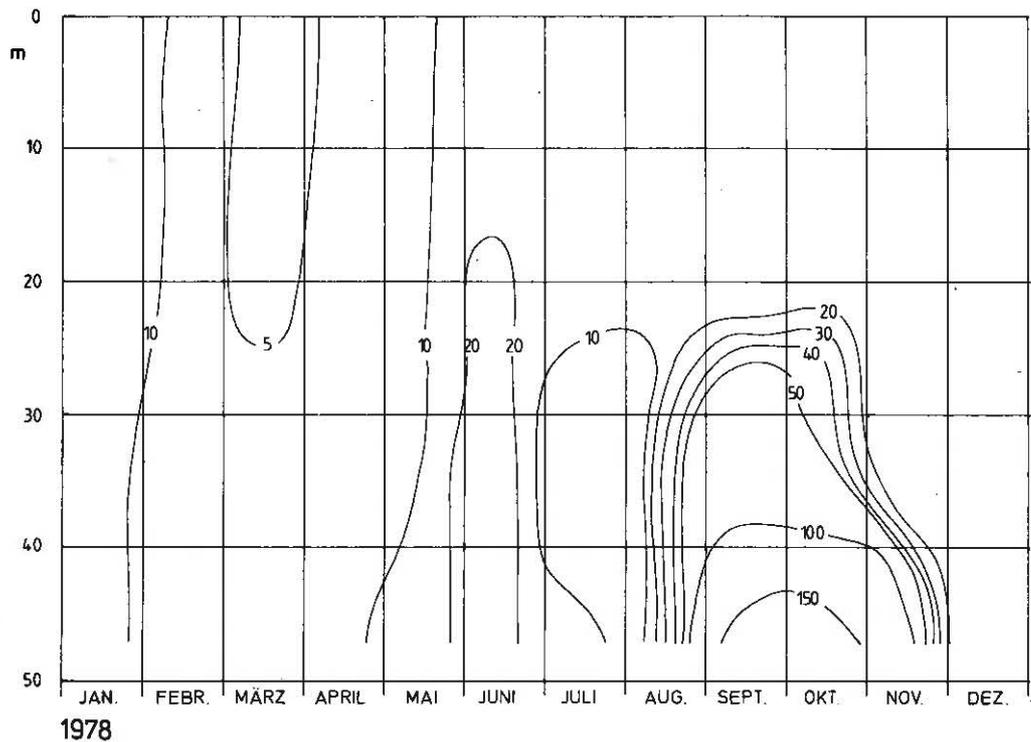
Abb. 53  
 $\text{NH}_4\text{-N}$   $\text{mg}/\text{m}^3$



1978

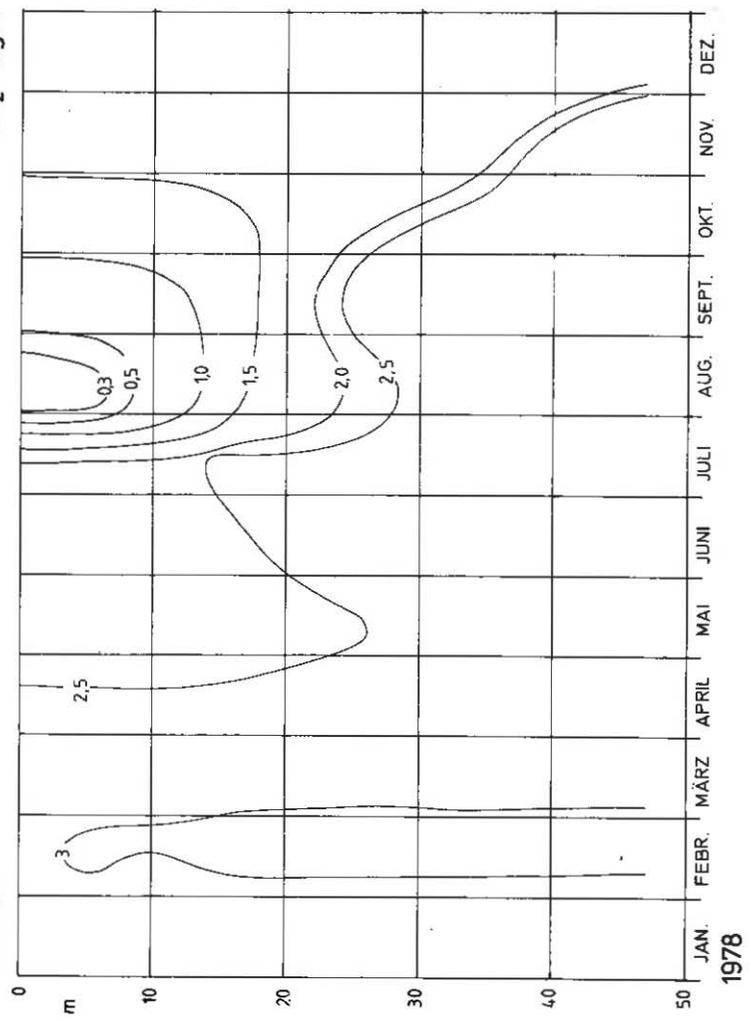
Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb. 54  
NO<sub>2</sub>-N mg/m<sup>3</sup>



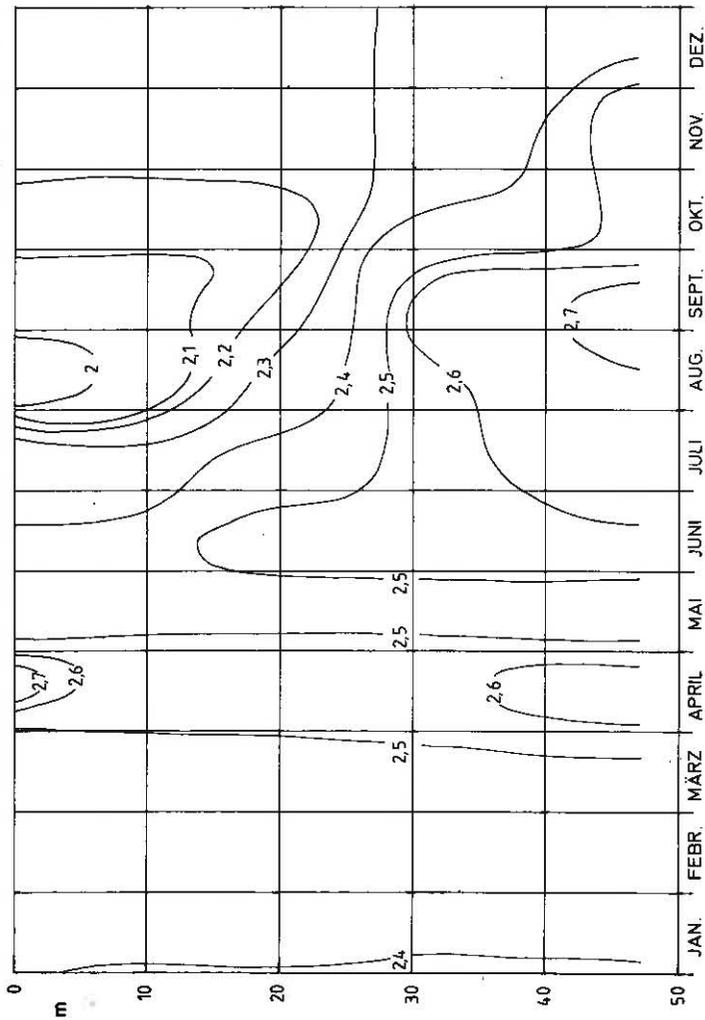
Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb.55  
SiO<sub>2</sub> mg/l

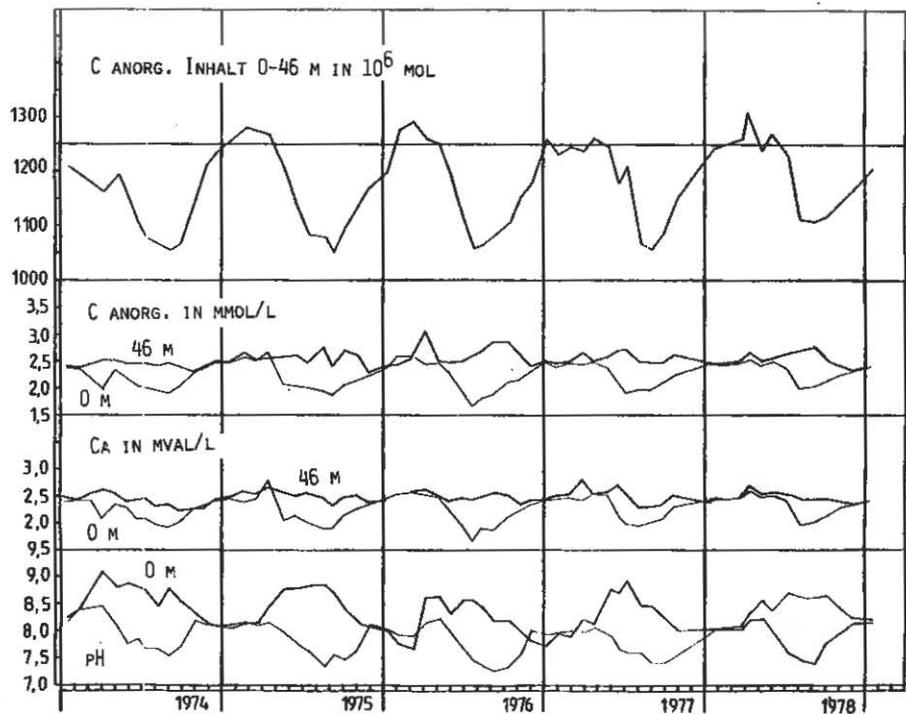


Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb. 56  
anorg. C mmol/l



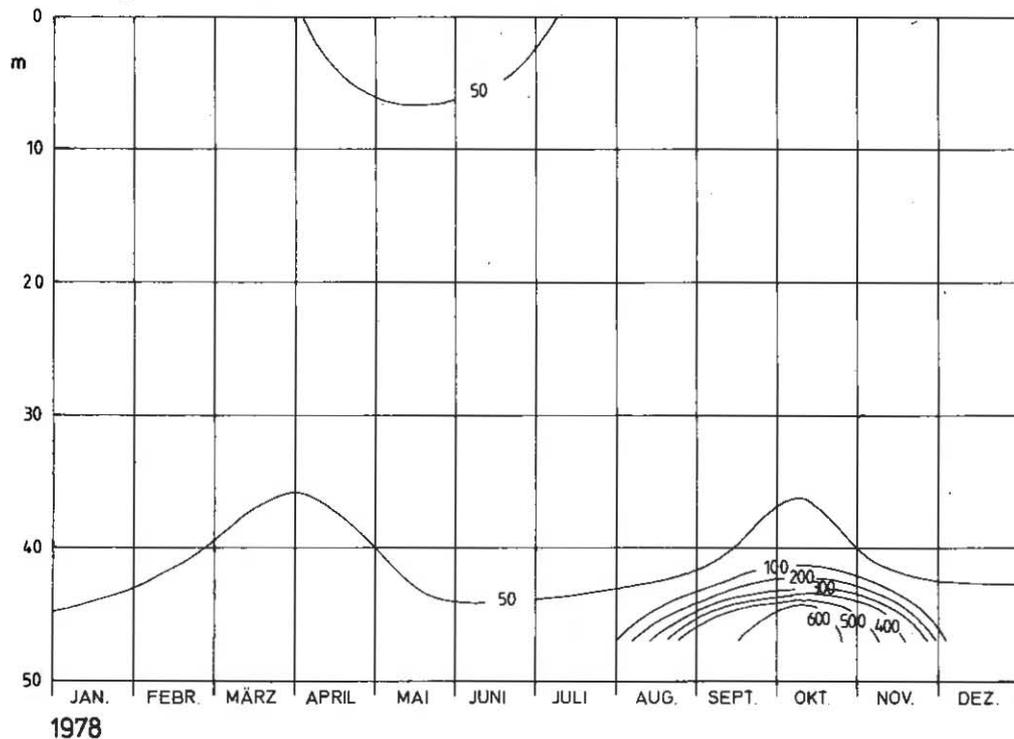
1978

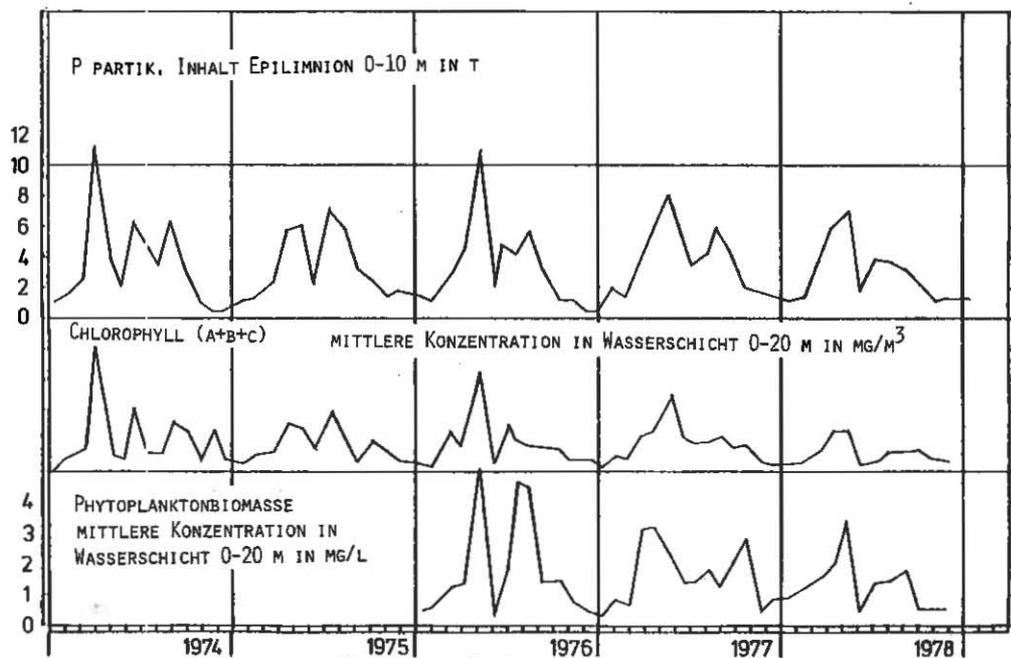


Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
 C: anorganisch Inhalt 0 - 46 m,  
 Konzentrationen C. anorganisch, Ca und pH

Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb.58  
Fe gelöst  $\text{mg}/\text{m}^3$





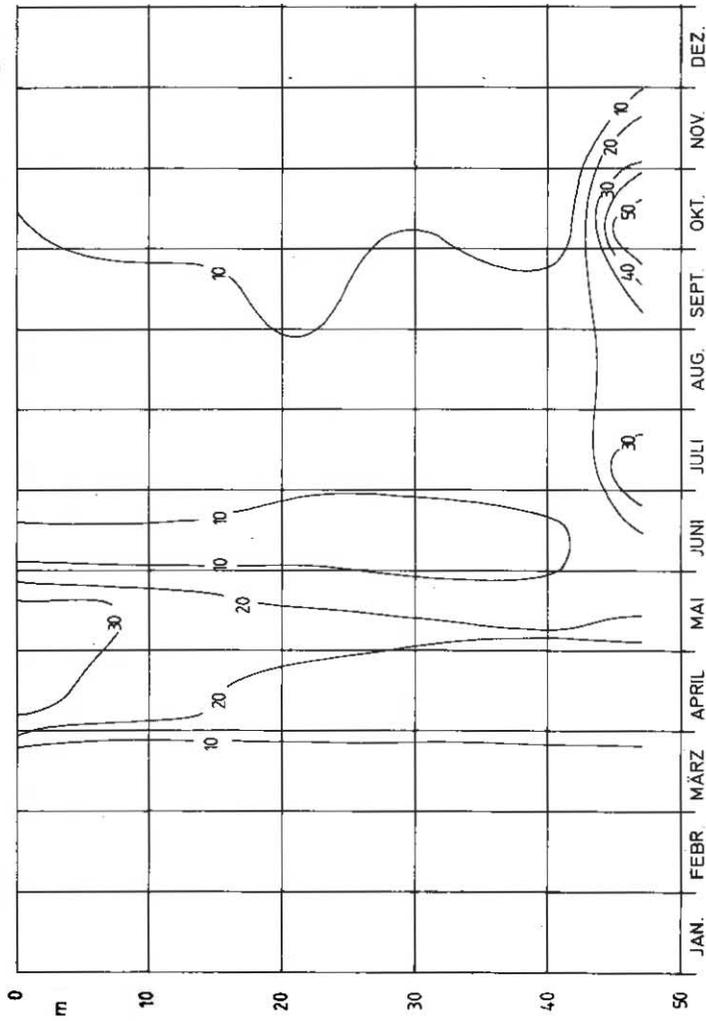
Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen

Phytoplanktonbiomasse und chemische Biomasseindikatoren

Abb.59

Bodensee - Untersee  
Berlingen

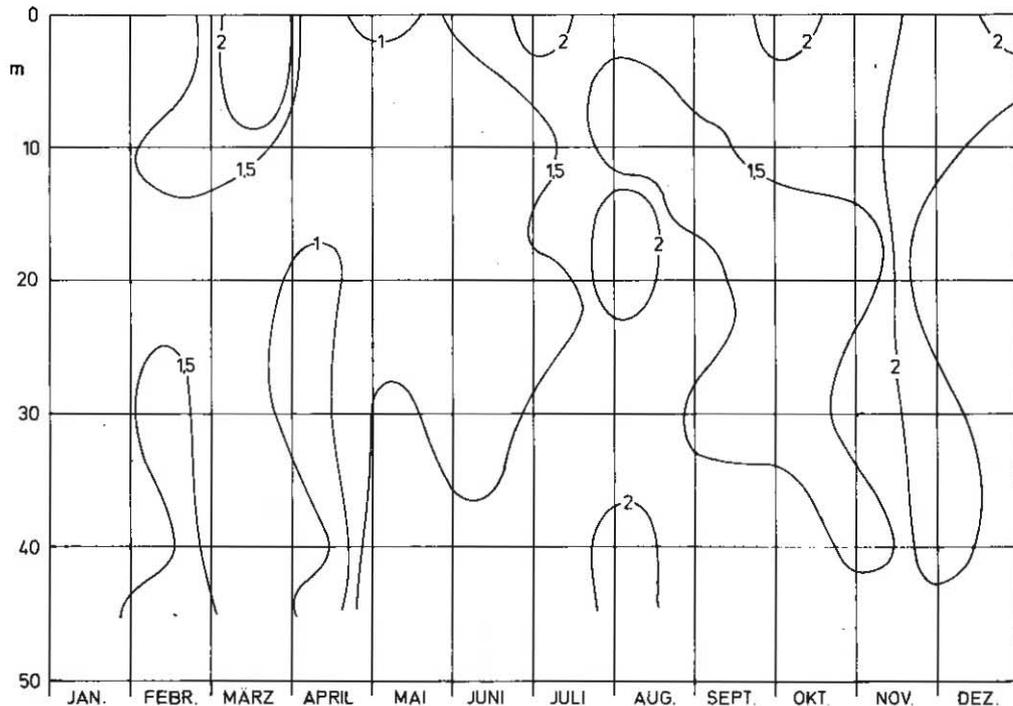
Abb. 60  
Part. - P mg/m<sup>3</sup>



1978

Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb.61  
C organisch gelöst mg/l



1978

# Untersee Chlorophyll

Abb.62

Mittlere Konzentration in der Schicht  
von 0 - 20 m Tiefe

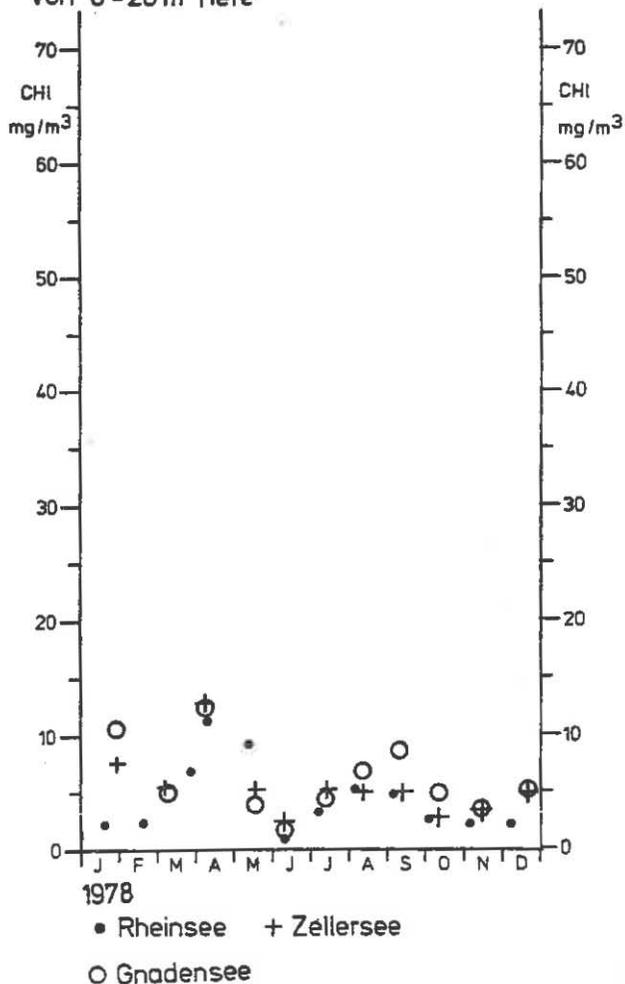


Tabelle 1 (1)

Normal-Tiefenserien an den Stationen

Fischbach-Uttwil:	Für chemische Untersuchungen: 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 230, 250 m.
	Für Temperaturmessungen: 0-50 m in 1 m Abstand, ferner 75, 100, 150, 200, 230, 240, 250 m.
	Für Sauerstoffmessungen: 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 230, 240, 250 m.
Langenargen-Arbon:	0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 100, 150, 190, 200 m.
Bregenzer Bucht:	Für chemische Untersuchungen: 0, 5, 10, 20, 30, 60 m.
	Für Temperaturmessungen: 0-60 m in 1 m Abstand.
	Für Sauerstoffmessungen: 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 60 m.
Überlingen:	0, 0.5, 5, 10, 30, 50, 100, 135, 143 m.
Gnadensee:	0, 5, 10, 15, 20 oder 21 <sup>+</sup> m.
Zeller See:	0, 5, 10, 15, 20, 22 oder 23 oder 24 <sup>+</sup> m.

<sup>+</sup> je nach Seewasserstand

Tabelle 1 (1) Fortsetzung

Rheinsee: 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 44  
oder 45 oder 46<sup>+</sup> m.

<sup>+</sup> je nach Seewasserstand

Tabelle 1 (2)

Untersuchungstermine Januar 1978 bis März 1979  
an den Stationen Fischbach-Uttwil (F), Langenargen-  
Arbon (L), Bregener Bucht (B), Überlingen (Ü),  
Gnadensee (G), Zeller See (Z) und Rheinsee bei Ber-  
lingen (R). Sonderprogramm Temperatur und Sauerstoff  
an Station Fischbach-Uttwil (FS).

## OBERSEE-STATION

## UNTERSEE-STATION

10. 1.1978	F	L	Ü	16. 1.1978	R
14. 2.	F	L		23. 1.	G Z
21. 2.	FS		Ü	13. 2.	R
7. 3.	F	L		6. 3.	G Z
15. 3.	FS			20. 3.	R
28. 3.			Ü	3. 4.	G Z
4. 4.	F	L B		10. 4.	R
18. 4.			Ü	9. 5.	R
19. 4.	FS			16. 5.	G Z
9. 5.	F	L B		5. 6.	R
17. 5.			Ü	6. 6.	G Z
18. 5.	FS			4. 7.	R
6. 6.	F	L B		10. 7.	G Z
13. 6.			Ü	2. 8.	R
21. 6.	FS			7. 8.	G Z
4. 7.	F	L B		4. 9.	R
25. 7.			Ü	11. 9.	G Z
26. 7.	FS			2.10.	R
10. 8.	F	L B		10.10.	G Z
16. 8.	FS			2.11.	R
21. 8.			Ü	13.11.	G Z
5. 9.	F	L B		4.12.	R
15. 9.			Ü	18.12.	G Z

## OBERSEE-STATION

19. 9. FS  
18.10. Ü  
24.10. F L B  
7.11. F L B Ü  
16.11. FS  
5.12. F L B Ü  
27.12. FS  
16. 1.1979 F L B  
22. 1. FS  
6. 2. F L B  
20. 2. FS  
6. 3. F L B  
19. 3. FS

## UNTERSEE-STATION

10. 1.1979 R  
15. 1. G Z  
5. 2. R  
13. 2. G Z  
5. 3. R  
12. 3. G Z

Tabelle 1 (3)

Liste der untersuchten Inhaltsstoffe für die Untersuchungsstationen Fischbach-Uttwil (F), Langenargen-Arbon (L), Bregenzer Bucht (B), Überlingen (Ü), Gnadensee (G), Zeller See (Z) und Rheinsee bei Berlingen (R).

Temperatur	F	L	B	Ü	G	Z	R
Leitfähigkeit bei 20°C	F	L	B	Ü	G	Z	R
pH	F	L	B	Ü	G	Z	R
Sauerstoff	F	L	B	Ü	G	Z	R
freies CO <sub>2</sub>					G	Z	R
Alkalinität	F	L		Ü	G	Z	R
Gesamthärte	F	L	B		G	Z	R
Kalzium	F	L		Ü	G	Z	R
Silikat	F	L			G	Z	R
Orthophosphat	F	L	B	Ü	G	Z	R
Phosphor gelöst (im Filtrat nach Aufschluss)	F	L	B	Ü	G	Z	R
Phosphor total (im Rohwasser nach Aufschluss)	F	L	B		G	Z	R
Ammonium	F	L	B		G	Z	R
Nitrit	F	L	B		G	Z	R
Nitrat	F	L	B	Ü	G	Z	R
Kjeldahl-Stickstoff im Filtrat	F	L			G	Z	R
Kjeldahl-Stickstoff im Rohwasser	F	L					
partikulärer Stickstoff direkt	F	L					
Chlorophyll (a+b+c) nach Goltermann	F				G	Z	R
Phaeophytin nach Goltermann	F				G	Z	R
Chlorid	F	L	B		G	Z	R
Sulfat	F	L	B				
Eisen gelöst					G	Z	R

Eisen total	F	L				
Mangan total	F	L				
Natrium	F	L				
Kalium	F	L				
Organischer Kohlenstoff (im Filtrat)				Ü	G	Z R
Organischer Kohlenstoff total (im Rohwasser)					G	Z R
KMNO <sub>4</sub> -Verbrauch	F	L	B			
Chemischer Sauerstoff- bedarf (Bichromat)				Ü	G	Z R
Extinktion bei 240 nm	F	L	B		G	Z R
Extinktion bei 254 nm				Ü		

Berechnete Inhaltsstoffe:

pH korrigiert auf aktuelle Temperatur	F	L	B		G	Z R
Sauerstoffsättigung in %	F	L	B	Ü	G	Z R
Anorganischer Kohlenstoff	F	L			G	Z R
Magnesium (aus Gesamthärte und Kalzium)	F	L			G	Z R
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +CO <sub>2</sub>	F	L			G	Z R
Hydrogenkarbonat	F	L			G	Z R
Karbonat	F	L			G	Z R
Gleichgewichtskohlensäure	F	L			G	Z R
Calcitsättigung	F	L			G	Z R
ausgefallender Kalk (nach Jacobson/Langmuir)	F	L			G	Z R
Phosphor partikulär (P-TOT - P-FIL)	F	L	B		G	Z R
Phosphor hydrolysisierbar (P-FIL - PO <sub>4</sub> -P)	F	L	B		G	Z R
Organischer Stickstoff gelöst (N-KJF - NH <sub>4</sub> -N)	F	L			G	Z R
Gesamtstickstoff	F	L				
Summe der Kationen	F	L				

Tabelle 2

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Zeitpunkt

Wärmeinhalt in  $10^{12}$  kcal

See total

Beginn Seejahr	212	7.3.78
Ende Seejahr	205	6.3.79
Maximum	348	August
Minimum	205	März 79

Wärmebilanz in  $10^{12}$  kcal

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	-7
von 7.3.-10.8.78	+136
von 10.8.78-6.3.79	-143

Messwerte in °C

"O" m und Epilimnion

Maximum	18,1	Juni
Minimum	4,5	Febr./März

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	4,5	Aug./Jan.
Minimum	4,1	Februar

Tabelle 3

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978  
Sauerstoff

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ t		
See total		
Beginn Seejahr	526	7.3.78
Ende Seejahr	536	6.3.79
Maximum	561	Mai
Minimum	468	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	55	Juni
Minimum	42	August
Hypolimnion (200-252,5 m)		
Maximum	16,5	April
Minimum	13,3	Dezember
<u>Stoffbilanz</u> in $10^3$ t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-7	
von 7.3.-10.8.78	+136	
von 10.8.78-6.3.79	+143	
<u>Messwerte</u> in mg $O_2$ /l		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	18,1	Juni
Minimum	4,5	Febr./März
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	4,5	Aug./Jan.
Minimum	4,1	Februar

Tabelle 4

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Orthophosphat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
See total		
Beginn Seejahr	3600	7.3.78
Ende Seejahr	3570	6.3.79
Maximum	3600	März 78, Febr. 79
Minimum	3060	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	322	März 79
Minimum	14	September
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-30	
von 7.3.-7.11.78	-520	
von 7.11.78-6.3.79	+490	
<u>Messwerte</u> in mg $PO_4$ -P/m <sup>3</sup>		
"O" m		
Maximum	74	März 79
Minimum	3	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	74	März 79
Minimum	2	September
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	110	Dezember
Minimum	78	März 78

Tabelle 5

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Phosphor gelöst

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
See total		
Beginn Seejahr	3640	7.3.78
Ende Seejahr	4050	6.3.79
Maximum	4050	März 79
Minimum	3350	Mai
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	361	März 79
Minimum	70	August
Hypolimnion (200-252,5 m)		
Maximum	141	Oktober
Minimum	114	Mai
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+410	
von 7.3.-9.5.78	-290	
von 9.5.78-6.3.79	+700	
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"O" m		
Maximum	79	März 79
Minimum	15	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	89	März 79
Minimum	15	August
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	115	Nov./Dez.
Minimum	78	März 78

Tabelle 6

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Phosphor hydrolisierbar

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
See total		
Maximum	669	Oktober
Minimum	50	Dezember
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	22	September
Minimum	<1	März 78, Dez.
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	14	Juli
Minimum	<1	März/Juni

Tabelle 7

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978  
 Phosphor total (gelöst + partikulär)

<u>Stoffinhalt</u> in t		Zeitpunkt
See total		
Beginn Seejahr	3670	7.3.78
Ende Seejahr	4120	6.3.79
Maximum	4120	März 79
Minimum	3390	Juli
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+450	
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"O" m		
Maximum	80	März 79
Minimum	24	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	89	März 79
Minimum	24	August
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	119	Dezember
Minimum	81	März/Mai

Tabelle 8

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Nitrat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ t		
See total		
Beginn Seejahr	36,8	7.3.78
Ende Seejahr	46,2	6.3.79
Maximum	46,2	März 79
Minimum	37,7	Juni
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	4,1	Februar
Minimum	1,9	September
Hypolimnion (200-252,5 m)		
Maximum	1,6	August
Minimum	1,2	Dezember
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+940	
<u>Messwerte</u> in $\text{mg NO}_3\text{-N/m}^3$		
"O" m		
Maximum	930	Febr./März 79
Minimum	410	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	960	Februar
Minimum	410	August
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	1070	Oktober
Minimum	750	Dezember

Tabelle 9

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Ammonium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t $\text{NH}_4\text{-N}$		
See total		
Beginn Seejahr	750	7.3.78
Ende Seejahr	2400	6.3.79
Maximum	3200	Januar 79
Minimum	190	April
<u>Messwerte</u> in mg $\text{NH}_4\text{-N/m}^3$		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	220	Juni
Minimum	10	Dezember
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	50	Januar
Minimum	<10	Apr., Juni, Dez.

Tabelle 10

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Nitrit

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg $\text{NO}_2\text{-N/m}^3$		
"O" und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	43	April
Minimum	<1	Febr./März 79
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	7	Juli
Minimum	<1	Mai, Juni

Tabelle 11

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Kieselsäure

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ t $\text{SiO}_2$		
See total		
Beginn Seejahr	149	7.3.78
Ende Seejahr	160	6.3.79
Maximum	164	Januar
Minimum	128	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	15,6	Februar
Minimum	3,6	September
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ t $\text{SiO}_2$		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	11	
<u>Messwerte</u> in mg $\text{SiO}_2$ /l		
"0" m		
Maximum	3,4	Jan./Febr.
Minimum	0,8	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	4,0	Februar
Minimum	0,8	Aug./Sept.
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	5,2	November
Minimum	3,3	April

Tabelle 12

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978  
 Anorganischer Kohlenstoff

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^6$ kmol		
See total		
Beginn Seejahr	117	7.3.78
Ende Seejahr	118,5	6.3.79
Maximum	122	September
Minimum	117	Mai
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	10,7	Juni
Minimum	9,1	August
Hypolimnion (200-252,5 m)		
Maximum	3,9	November
Minimum	3,6	April/Mai
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^6$ kmol		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+1,5	
<u>Messwerte</u> in mmol/l		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,48	Juni, Febr.
Minimum	2,03	August
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	2,76	November
Minimum	2,51	März 78

Tabelle 13

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Kalzium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^6$ kval		
See total		
Beginn Seejahr	116	7.3.78
Ende Seejahr	121	6.3.79
Maximum	121	März 79
Minimum	115	Januar
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	10,9	März 79
Minimum	9,0	Aug./Sept.
Hypolimnion		
Maximum		
Minimum		
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^6$ kval		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+5	
<u>Messwerte</u> in mval/l		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,54	März 79
Minimum	2,05	Aug./Sept.
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	2,62	Oktober
Minimum	2,44	Juni, Febr.

Tabelle 14

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

pH

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in pH-Einheiten		
"0" m		
Maximum	8,74	Juni
Minimum	7,98	Dez./Jan.
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	8,76	Juni
Minimum	7,98	Dezember
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	8,04	März 78
Minimum	7,45	November

Tabelle 15

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Phosphor partikulär

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
See total		
Maximum	337	August
Minimum	5	Februar
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	107	Mai
Minimum	0	Februar
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	22	Mai
Minimum	<1	Februar
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	26	Mai
Minimum	<1	Februar
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	7	August
Minimum	<1	Mai

Tabelle 16

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Stickstoff partikulär

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t N		
See total		
Maximum	2480	Juni
Minimum	30	Januar
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	608	Juni
Minimum	22	Januar
<u>Messwerte</u> in mg N/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	120	Juni
Minimum	<10	Januar
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	150	Juni
Minimum	<10	Januar
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	50	März 78
Minimum	10	Mai, Okt., Nov., Jan.

Tabelle 17

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Chlorophyll (a+b+c)

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg Chlorophyll (a+b+c)/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	23,5	Mai
Minimum	1,35	März 79
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	23,5	Mai
Minimum	1,31	Juli

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Magnesium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ kval		
See total		
Beginn Seejahr	325	7.3.78
Ende Seejahr	281	6.3.79
Maximum	344	Mai
Minimum	277	Oktober
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ kval		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-44	
<u>Messwerte</u> in mval/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	0,73	April
Minimum	0,55	August
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	0,77	Juni
Minimum	0,58	März 79

## Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Natrium

Zeitpunkt

Stoffinhalt in  $10^3$  t

See total

Beginn Seejahr	199	7.3.78
Ende Seejahr	202	6.3.79
Maximum	205	Mai
Minimum	180	September

Stoffbilanz total in  $10^3$  t

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	+3
---------------------	----

Messwerte in mg/l Na

"0" m und Epilimnion (0-10 m)

Maximum	4,3	März 79
Minimum	3,3	September

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	4,6	Februar
Minimum	4,0	September

Tabelle 20

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Kalium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ t		
See total		
Beginn Seejahr	65,4	7.3.78
Ende Seejahr	66,9	6.3.79
Maximum	67,8	Dezember
Minimum	60,4	September
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+1,5	
<u>Messwerte</u> in mg K/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	1,5	Febr./März 79
Minimum	1,1	September
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	1,5	Dezember
Minimum	1,3	Juni, Sept.

Tabelle 21

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Chlorid

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ t		
See total		
Beginn Seejahr	218	7.3.78
Ende Seejahr	245	6.3.79
Maximum	245	März 79
Minimum	193	August
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+27	
<u>Messwerte</u> in mg Cl/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	5,2	April
Minimum	3,6	Sept./Okt.
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	5,5	März 79
Minimum	4,3	Oktober

Tabelle 22

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Sulfat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ t		
See total		
Beginn Seejahr	1710	7.3.78
Ende Seejahr	1640	6.3.79
Maximum	1720	September
Minimum	1600	Juli
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-70	
<u>Messwerte</u> in mg $SO_4/l$		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	35,5	März 78
Minimum	31,3	Oktober
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	37,4	August
Minimum	34,0	Dezember

Tabelle 23

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Alkalinität

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^6$ kval		
See total		
Beginn Seejahr	116	7.3.78
Ende Seejahr	116	6.3.79
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^6$ kval		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+0	
<u>Messwerte</u> in mval/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,55	Juni
Minimum	2,04	August
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	2,58	August
Minimum	2,46	September

Tabelle 24

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Elektrolytische Leitfähigkeit

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in Mikrosiemens $\text{cm}^{-1}$ bei $20^\circ \text{C}$		
"O" m		
Maximum	295	April
Minimum	242	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	301	April
Minimum	242	August
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	313	März 79
Minimum	301	Juni

Tabelle 25

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Eisen gelöst

(Messwerte nur von September 78  
bis März 79 vorhanden)

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
See total		
Maximum	1100	November
Minimum	170	Januar
<u>Messwerte</u> in mg Fe/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	31	November
Minimum	1	Januar
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	38	November
Minimum	<1	März 79
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	67	Oktober
Minimum	<1	November

Tabelle 26

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978

Mangan total

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
See total		
Maximum	1990	Juni
Minimum	460	Dezember
<u>Messwerte</u> in mg Mn/m <sup>3</sup>		
"0" m und Epilimnion (0-10 M)		
Maximum	6	Juni
Minimum	<1	Juli
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	81	September
Minimum	1	Dez., Febr.

Tabelle 27

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978  
 Chemischer Sauerstoffbedarf (KMnO<sub>4</sub>)

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg KMnO <sub>4</sub> /l		
"O" m		
Maximum	10,6	August
Minimum	4,3	März 78
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	11,2	August
Minimum	3,1	März 78
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	8,3	September
Minimum	4,4	März 78

Tabelle 28

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1978  
 UV-Licht-Extinktion bei 240 nm

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in Extinktionswerten		
"O" m und in Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	0,269	Mai
Minimum	0,206	Oktober
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	0,297	Februar
Minimum	0,209	September

Tabelle 29

Vergleich von Messwerten der verschiedenen Teile  
des Bodensee-Obersees Seejahr 1978 an den Stationen  
Fischbach-Uttwil (F), Langenargen-Arbon (L), Bregen-  
zer Bucht (B) und Überlingen (Ü).

Messwerte in "O" m	F	L	B	Ü
Temperatur in °C				
Maximum	18,1	17,2	18,0	20,7
Minimum	4,5	4,5	3,6	4,2
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> /l				
Maximum	12,7	13,1	16,3	16,2
Minimum	9,6	9,6	9,5	9,6
Leitfähigkeit 20° in µScm <sup>-1</sup>				
Maximum	295	299		294
Minimum	242	246		244
pH in pH-Einheiten				
Maximum	8,74	8,72	8,20	8,98
Minimum	7,98	7,96	7,10	7,95
Orthophosphat in mg/m <sup>3</sup> PO <sub>4</sub> -P				
Maximum	74	75	68	83
Minimum	3	1	<1	<1
Phosphor gelöst in mg P/m <sup>3</sup>				
Maximum	79	95	93	
Minimum	15	11	55	
Phosphor total in mg/m <sup>3</sup>				
Maximum	86	97	85	
Minimum	24	22	23	
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>				
Maximum	930	940	900	800
Minimum	410	410	250	150
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N/m <sup>3</sup>				
Maximum	220	220		
Minimum	<10	<10		
Eisen total in mg Fe/m <sup>3</sup>				
Maximum	31	20		
Minimum	1	1		
Kohlenstoff anorg. in mmol/l				
Maximum	2,48	2,50		
Minimum	2,03	2,02		

Tabelle 29 Fortsetzung

	F	L	B	U
Phosphor partik. in mg P/m <sup>3</sup>				
Maximum	22	27	69	
Minimum	<1	<1	3	
Stickstoff partik. in mg N/m <sup>3</sup>				
Maximum	120	190		
Minimum	<10	<10		
<u>Messwerte in</u>	F	L	B	U
<u>Seebodennähe</u>	250 m	200 m	60 m	143 m
Temperatur in °C				
Maximum	4,5	4,6	5,7	4,7
Minimum	4,1	4,4	3,7	4,5
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> /l				
Maximum	10,4	10,2	11,5	10,7
Minimum	6,4	7,7	4,4	9,0
pH in pH-Einheiten				
Maximum	8,04	8,00	8,00	7,92
Minimum	7,45	7,53	7,50	7,78
Orthophosphat in mg/m <sup>3</sup>				
PO <sub>4</sub> -P				
Maximum	110	99	88	86
Minimum	78	75	54	73
Phosphor total in mg P/m <sup>3</sup>				
Maximum	119	114	123	
Minimum	81	81	58	
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>				
Maximum	1070	1100	1290	840
Minimum	750	850	520	640
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N/m <sup>3</sup>				
Maximum	50	310		
Minimum	<10	<10		
Eisen total in mg Fe/m <sup>3</sup>				
Maximum	67	34		
Minimum	<1	1		
Kohlenstoff anorg. in mmol/l				
Maximum	2,76	2,70		
Minimum	2,51	2,53		

Tabelle 30

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

## Thermik

		Zeitpunkt
<u>Wärmeinhalt</u> in $10^9$ kcal		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	325	23.1.78
Ende Seejahr	259	15.1.79
Maximum	2320	August
Minimum	259	Januar 79
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	1780	August
Minimum	160	Januar 79
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^6$ kcal		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-66	
<u>Messwerte</u> in $^{\circ}\text{C}$		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	22,2	Juni
Minimum	1,7	Januar 79
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	10,2	Oktober
Minimum	2,4	Januar 79

Tabelle 31

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

## Sauerstoff

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	1670	23.1.78
Ende Seejahr	1630	15.1.79
Maximum	1850	April
Minimum	730	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	1330	April
Minimum	690	August
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-20	
<u>Messwerte</u> in mg O <sub>2</sub> /l		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	16,8	April
	(149 % S)	
Minimum	7,4	November
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	12,1	März
Minimum	0,0	Sept./Okt.

Tabelle 32

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Orthophosphat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t</u>		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	11,2	23.1.78
Ende Seejahr	13,8	15.1.79
Maximum	14,8	November
Minimum	1,8	April
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	9,7	November
Minimum	0,5	September
<u>Stoffbilanz total in t</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+2,6	
<u>Messwerte in mg PO<sub>4</sub>-P/m<sup>3</sup></u>		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	105	November
Minimum	<1	April
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	524	Oktober
Minimum	32	April

Tabelle 33

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Phosphor gelöst

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	14,4	23.1.78
Ende Seejahr	15,5	15.1.79
Maximum	17,6	November
Minimum	5,0	Mai
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	11,5	November
Minimum	2,1	August
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+1,1	
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	124	November
Minimum	11	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	125	November
Minimum	9	September
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	560	Oktober
Minimum	62	April

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Phosphor hydrolisierbar

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
Gnadensee total		
Maximum	3,5	April
Minimum	1,7	Mai
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"O" m		
Maximum	19	Jan., Nov.
Minimum	8	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	29	April
Minimum	7	September
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	64	September
Minimum	13	Januar 79

Tabelle 35

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Phosphor total (gelöst + partikulär)

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t

Gnadensee total

Beginn Seejahr	16,6	23.1.78
Ende Seejahr	17,1	15.1.79
Maximum	18,8	Oktober
Minimum	7,8	Mai

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	12,2	November
Minimum	3,4	August

Stoffbilanz total in t

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	0,5
---------------------	-----

Messwerte in mg P/m<sup>3</sup>

"0" m und Epilimnion (0-10 m)

Maximum	132	November
Minimum	27	August

in Seebodennähe (21 m)

Maximum	617	Oktober
Minimum	82	April

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

## Nitrat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t</u>		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	106	23.1.78
Ende Seejahr	111	15.1.79
Maximum	134	April
Minimum	16	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	88	April
Minimum	14	September
<u>Stoffbilanz total in t</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+5	
<u>Messwerte in mg NO<sub>3</sub>-N/m<sup>3</sup></u>		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	880	März
Minimum	90	Juni
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	1080	April
Minimum	0	Juli/Aug.

Tabelle 37

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Ammonium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	24	23.1.78
Ende Seejahr	16	15.1.79
Maximum	59	Oktober
Minimum	2	April
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	37	November
Minimum	1	April
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-8	
<u>Messwerte</u> in mg $\text{NH}_4\text{-N}/\text{m}^3$		
"0" m		
Maximum	390	November
Minimum	10	April, Aug., Sept.
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	400	November
Minimum	10	April, Aug., Sept.
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	2650	Oktober
Minimum	80	April

Tabelle 38

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Nitrit

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg NO <sub>2</sub> -N/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	53	Juni
Minimum	6	Dezember
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	63	Juni
Minimum	5	Dezember
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	24	Januar 78
Minimum	0	Juli/Aug.

Tabelle 39

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Kieselsäure

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t</u>		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	353	23.1.78
Ende Seejahr	340	15.1.79
Maximum	353	Januar 78
Minimum	152	Mai
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	237	Januar 78
Minimum	79	Mai
<u>Stoffbilanz total in t</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-13	
<u>Messwerte in mg SiO<sub>2</sub>/l</u>		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,6	Januar 78
Minimum	0,0	August
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	6,5	Oktober
Minimum	1,8	April

Tabelle 40

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Anorganischer Kohlenstoff

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ kmol		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	333	23.1.78
Ende Seejahr	325	15.1.79
Maximum	347	April
Minimum	307	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	233	April
Minimum	185	September
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ kmol		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-8	
<u>Messwerte</u> in mmol/l		
"O" m		
Maximum	2,47	April
Minimum	1,96	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,55	April
Minimum	1,96	August
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	3,39	Januar 79
Minimum	2,63	Mai

Tabelle 41

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Alkalinität

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mval/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,57	April
Minimum	1,99	August
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	2,97	Oktober
Minimum	2,39	Januar 79

Tabelle 42

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

## Kalzium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ kval		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	340	23.1.78
Ende Seejahr	338	15.1.79
Maximum	362	April
Minimum	289	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	244	April
Minimum	182	September
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ kval		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-2	
<u>Messwerte</u> in mval/l		
"O" m		
Maximum	2,62	April
Minimum	1,92	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,64	April
Minimum	1,92	September
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	2,68	Dezember
Minimum	2,28	November

Tabelle 43

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

pH

Zeitpunkt

Messwerte in pH-Einheiten

"0" m

Maximum	8,95	April
Minimum	8,09	November

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	8,95	April
Minimum	8,08	November

in Seebodennähe (21 m)

Maximum	8,74	April
Minimum	8,21	Januar 78

Tabelle 44

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Eisen gelöst (Daten unvollständig)

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t

Gandensee total

Beginn Seejahr	7,9	23.1.78
Ende Seejahr	9,8	15.1.79

Stoffbilanz total in t

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	+1,9	
---------------------	------	--

Messwerte in mg Fe/m<sup>3</sup>

"0" m

Maximum	57	April
Minimum	17	November

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	68	Mai
Minimum	17	November

in Seebodennähe (21 m)

Maximum	620	Dezember
Minimum	65	April

Tabelle 45

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Phosphor partikulär

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
Gnadensee total		
Maximum	5,2	April
Minimum	1,2	November
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	3,5	April
Minimum	0,7	November
<u>Messwerte</u> in mg P/l		
"O" m		
Maximum	48	April
Minimum	8	Nov., Dez., Januar 79
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	48	April
Minimum	7	November
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	67	Juli
Minimum	11	Juni

Tabelle 46

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Chlorophyll (a+b+c)

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg Chlorophyll/m <sup>3</sup>		
Mittelwert Wasserschicht		
0-20 m		
Maximum	19,4	April
Minimum	1,0	Juni

Tabelle 47

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Organischer Kohlenstoff gelöst

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg C/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,6	Juli
Minimum	1,1	April
in Seebodennähe (20 m)		
Maximum	2,3	August
Minimum	1,2	April

Tabelle 48.

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

UV-Licht-Extinktion bei 240 nm

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in Extinktionswerten		
"O" m		
Maximum	0,700	März
Minimum	0,495	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	0,895	Oktober
Minimum	0,505	Juni
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	895	Oktober
Minimum	595	Juni

Tabelle 49

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Magnesium

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mval/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	0,64	September
Minimum	0,72	April, Mai, Juli
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	0,74	März, Mai/Aug.
Minimum	0,66	Dezember

Tabelle 50

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Chlorid

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	740	23.1.78
Ende Seejahr	1070	15.1.79
Maximum	1070	Januar 79
Minimum	630	August
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+330	
<u>Messwerte</u> in mg Cl/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	7,8	Januar 79
Minimum	4,4	August
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	8,1	Januar 79
Minimum	3,6	August

Tabelle 51

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1978

Elektrolytische Leitfähigkeit

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in Mikrosiemens $\text{cm}^{-1}$ bei 20° C		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	286	Januar 79
Minimum	209	September
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	322	Oktober
Minimum	290	Mai, Juni

Tabelle 52

SEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Thermik

		Zeitpunkt
<u>Wärmeinhalt</u> in $10^9$ kcal		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	1990	16.1.78
Ende Seejahr	1950	10.1.79
Maximum	8380	August
Minimum	1610	Februar
<u>Wärmebilanz</u> total in $10^9$ kcal		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-40	
von 16.1.-13.2.78	-300	
von 13.2.-2.8.78	+677	
von 2.8.78-10.1.79	-417	
<u>Messwerte</u> in $^{\circ}\text{C}$		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	21,4	August
Minimum	3,0	Februar
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	9,4	Oktober
Minimum	3,3	Februar

Tabelle 53

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Sauerstoff

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	5710	16.1.78
Ende Seejahr	5550	10.1.79
Maximum	6210	März
Minimum	3650	September
<u>Stoffbilanz</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-160	
<u>Messwerte</u> in mg O <sub>2</sub> /l		
"O" m		
Maximum	12,6 (111%S)	April
Minimum	8,66	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	12,8	April
Minimum	8,5	Oktober
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	11,5	April
Minimum	0,28	November

Tabelle 54

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

## Orthophosphat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t</u>		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	39,0	16.1.78
Ende Seejahr	34,9	10.1.79
Maximum	39,0	Januar 78
Minimum	13,8	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	16,6	Januar 78
Minimum	0,3	August
<u>Stoffbilanz total in t</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-4,1	
<u>Messwerte in mg PO<sub>4</sub>-P/m<sup>3</sup></u>		
"0" m		
Maximum	75	Jan./Febr.
Minimum	1	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	78	Januar
Minimum	1	August
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	261	November
Minimum	52	Dezember

Tabelle 55

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Phosphor gelöst

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	45,3	16.1.78
Ende Seejahr	40,7	10.1.79
Maximum	45,3	Januar 78
Minimum	19,5	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	19,1	Januar 78
Minimum	2,1	August
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-4,6	
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"O" m		
Maximum	89	Januar 78
Minimum	10	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	89	Januar 78
Minimum	9	August
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	287	November
Minimum	62	Dezember

Tabelle 56

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Phosphor hydrilisierbar

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	14	Januar 78
Minimum	6	Oktober
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	26	November
Minimum	10	Dezember

Tabelle 57

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Phosphor total (gelöst + partikulär)

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	48,0	16.1.78
Ende Seejahr	43,5	10.1.79
Maximum	48,0	Januar 78
Minimum	28,8	November
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	20,3	Januar 78
Minimum	2,2	März
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-4,5	
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"O" m		
Maximum	98	April
Minimum	28	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	98	April
Minimum	25	August
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	312	November
Minimum	70	Dezember

Tabelle 58

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Nitrat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t NO <sub>3</sub> -N		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	446	16.1.78
Ende Seejahr	455	10.1.79
Maximum	500	April
Minimum	218	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	200	Februar
Minimum	52	August
<u>Stoffbilanz total</u> in t NO <sub>3</sub> -N		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+9	
<u>Messwerte</u> in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	910	Febr., April
Minimum	210	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	980	April
Minimum	210	August
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	1060	April
Minimum	240	November

Tabelle 59

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Ammonium

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t  $\text{NH}_4\text{-N}$ 

Rheinsee total

Beginn Seejahr	22,1	16.1.78
Ende Seejahr	5,1	10.1.79
Maximum	27,9	Mai
Minimum	2,2	Febr.,Okt., Dez./Jan.

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	15,2	November
Minimum	2,2	Febr.,April, Okt.,Dez./Jan.

Stoffbilanz total in t  $\text{NH}_4\text{-N}$ 

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr -17

Messwerte in  $\text{mg NH}_4\text{-N/m}^3$ 

"0" m und Epilimnion (0-10 m)

Maximum	70	November
Minimum	70	Mai,Okt., Dez./Jan.

in Seebodennähe (46 m)

Maximum	830	November
Minimum	20	Januar 79

Tabelle 60

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Nitrit

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg NO <sub>2</sub> -N/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	17	Juli, Sept., Dezember
Minimum	3	März
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	19	August
Minimum	3	März
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	161	Oktober
Minimum	7	Februar

Tabelle 61

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Kieselsäure

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t SiO <sub>2</sub>		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	1460	16.1.78
Ende Seejahr	1230	10.1.79
Maximum	1510	Februar
Minimum	570	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	640	Februar
Minimum	60	August
<u>Stoffbilanz</u> total in t SiO <sub>2</sub>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-230	
<u>Messwerte</u> in mg SiO <sub>2</sub> /l		
"0" m		
Maximum	2,9	Jan./März
Minimum	0,2	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	3,0	März
Minimum	0,2	August
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	4,0	September
Minimum	1,6	Dezember

## Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

## Anorganischer Kohlenstoff

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ kmol		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	1240	16.1.78
Ende Seejahr	1200	10.1.79
Maximum	1310	April
Minimum	1110	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	550	April
Minimum	430	August
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ kmol		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-40	
<u>Messwerte</u> in mmol/l		
"O" m		
Maximum	2,53	April
Minimum	1,99	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,57	April
Minimum	1,97	August
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	2,64	April
Minimum	2,29	Dezember

Tabelle 63

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Alkalinität

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mval/l		
"O" m		
Maximum	2,53	April
Minimum	2,02	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,56	April
Minimum	2,00	August
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	2,62	April
Minimum	2,34	Januar 79

Tabelle 64

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Kalzium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ kval		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	1250	16.1.78
Ende Seejahr	1240	10.1.79
Maximum	1330	April
Minimum	1080	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	563	April
Minimum	427	August
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ kval		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-10	
<u>Messwerte</u> in mval/l		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,60	April
Minimum	1,94	August
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	2,64	April
Minimum	2,36	Dezember

Tabelle 65

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

pH

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in pH-Einheiten		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	8,68	Juli
Minimum	8,00	Januar 78
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	8,20	Mai
Minimum	8,34	September

Tabelle 66

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Eisen gelöst (keine Messwerte Juni-August 78)

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t</u>		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	22	16.1.78
Ende Seejahr	19	10.1.79
Maximum	28	April
Minimum	14	November
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	12	April
Minimum	4	Oktober
<u>Stoffbilanz total in t</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-3	
<u>Messwerte in mg Fe/m<sup>3</sup></u>		
"O" m		
Maximum	57	Mai
Minimum	20	Okt./Nov.
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	57	April, Mai
Minimum	20	Okt./Nov.
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	671	Oktober
Minimum	51	Jan., Mai

Tabelle 67

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Phosphor partikulär

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
Rheinsee total		
Maximum	14,0	Mai
Minimum	2,8	Januar 79
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	6,7	Mai
Minimum	1,1	November
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	35	Mai
Minimum	5	Nov./Jan.
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	52	Oktober
Minimum	6	Februar

Tabelle 68

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Chlorophyll (a+b+c)

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg Chlorophyll/m <sup>3</sup>		
Mittelwert Wasserschicht 0-20 m		
Maximum	13,9	April
Minimum	1,9	Juni

Tabelle 69

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Organischer Kohlenstoff gelöst

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg C/l		
"O" m		
Maximum	2,2	Dezember
Minimum	0,9	Mai
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,3	Dezember
Minimum	0,9	Mai
in Seebodennähe (44 m)		
Maximum	2,0	August
Minimum	0,8	April

Tabelle 70

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

UV-Licht-Extinktion bei 240 nm

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in Extinktionswerten		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	0,635	Juli
Minimum	0,490	September
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	0,580	Sept., Nov.
Minimum	0,510	Januar 79

Tabelle 71

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Magnesium

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mval/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	0,74	März
Minimum	0,62	November
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	0,74	Februar
Minimum	0,68	Sept./Dez.

Tabelle 72

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Chlorid

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t</u>		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	1990	16.1.78
Ende Seejahr	2810	10.1.79
Maximum	2810	Januar 79
Minimum	1990	Januar 78

Stoffbilanz total in t

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr +820

Messwerte in mg Cl/l

"O" m und Epilimnion (0-10 m)

Maximum	5,5	Januar 79
Minimum	3,9	März

in Seebodennähe (46 m)

Maximum	5,5	Januar 79
Minimum	4,0	März

Tabelle 73

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1978

Elektrolytische Leitfähigkeit

		Zeitpunkt
<u>Messwerte in Mikro Siemens cm<sup>-1</sup> bei 20° C</u>		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	279	Januar 79
Minimum	210	August
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	291	November
Minimum	276	Januar 78

Tabelle 74

Vergleich von Messwerten der verschiedenen Teile  
des Bodensee-Untersees Seejahr 1978  
Gnadensee (G), Zeller See (Z), Rheinsee Station  
Berlingen (R)

Messwerte "O" m	G	Z	R
Temperatur in °C			
Maximum	22,2	22,0	21,4
Minimum	2,2	3,0	3,0
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> /l			
Maximum	16,8	15,5	12,6
Minimum	7,4	8,4	8,7
pH in pH-Einheiten			
Maximum	8,95	8,85	8,68
Minimum	8,09	8,10	8,00
Orthophosphat in mg PO <sub>4</sub> -P/m <sup>3</sup>			
Maximum	105	104	75
Minimum	0	3	1
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	880	1020	910
Minimum	90	260	210
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	390	180	40
Minimum	10	10	10
Eisen gelöst in mg Fe/m <sup>3</sup>			
Maximum	57	65	57
Minimum	17	23	20
Phosphor partikulär in mg P/m <sup>3</sup>			
Maximum	48	38	35
Minimum	8	8	5

Tabelle 74 (Fortsetzung)

<u>Messwerte</u> <u>in Seebodennähe</u>	G	Z	R
Temperatur in °C			
Maximum	10,2	12,5	9,4
Minimum	2,9	3,5	3,3
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> /l			
Maximum	12,1	11,4	11,5
Minimum	0,0	0,0	0,28
pH in pH-Einheiten			
Maximum	8,36	8,17	8,17
Minimum	7,24	7,26	7,34
Orthophosphat in mg PO <sub>4</sub> -P/m <sup>3</sup>			
Maximum	524	474	261
Minimum	32	70	52
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	1080	1890	1060
Minimum	0	0	240
Eisen gelöst in mg Fe/m <sup>3</sup>			
Maximum	620	768	671
Minimum	65	119	51

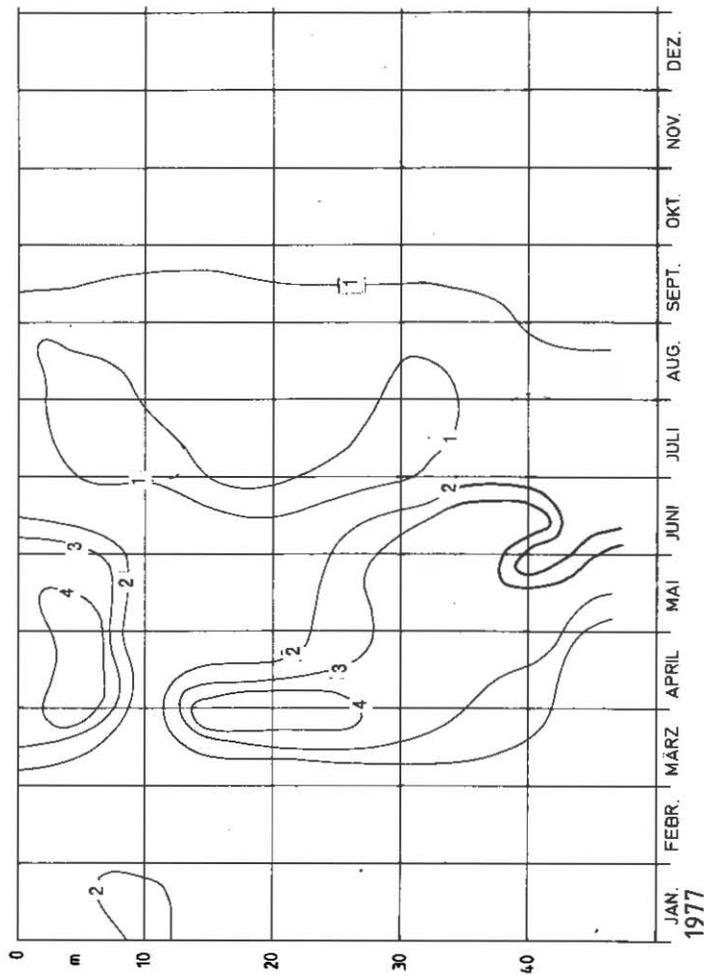
## KORREKTUREN

Für den Abbildungs- und Tabellenteil des Jahresberichts über den limnologischen Zustand des Bodensees Nr. 4 sind die folgenden Korrekturen erforderlich:

- Abb. 31 Skala Phosphorverbindungen 0 - 24 t  
(statt 0 - 240 t);  
Skala Stickstoffverbindungen 0 - 160 t  
(statt 0 - 1600 t);
- Abb. 35 Skala Phosphorverbindungen 0 - 12 t  
(statt 0 - 120 t);  
Skala Stickstoffverbindungen 0 - 80 t  
(statt 0 - 800 t);  
Skala  $\text{SiO}_2 \cdot \text{O}$  - 250 t (statt 0 - 2500 t);
- Abb. 51 Skala Stickstoffverbindungen 0 - 500 t  
(statt 0 - 50 t);
- Abb. 63 ist anschliessend mit den vervollständigten Zahlenangaben neu abgedruckt;
- Tab. 23 Wärmeinhalt und Wärmebilanz total in  $10^9$  kcal  
(statt  $10^6$  kcal, bzw. Stoffbilanz);
- Tab. 39 Wärmeinhalt und Wärmebilanz total in  $10^9$  kcal  
(statt  $10^6$  kcal).

Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb. 63  
C organisch gelöst mg/l



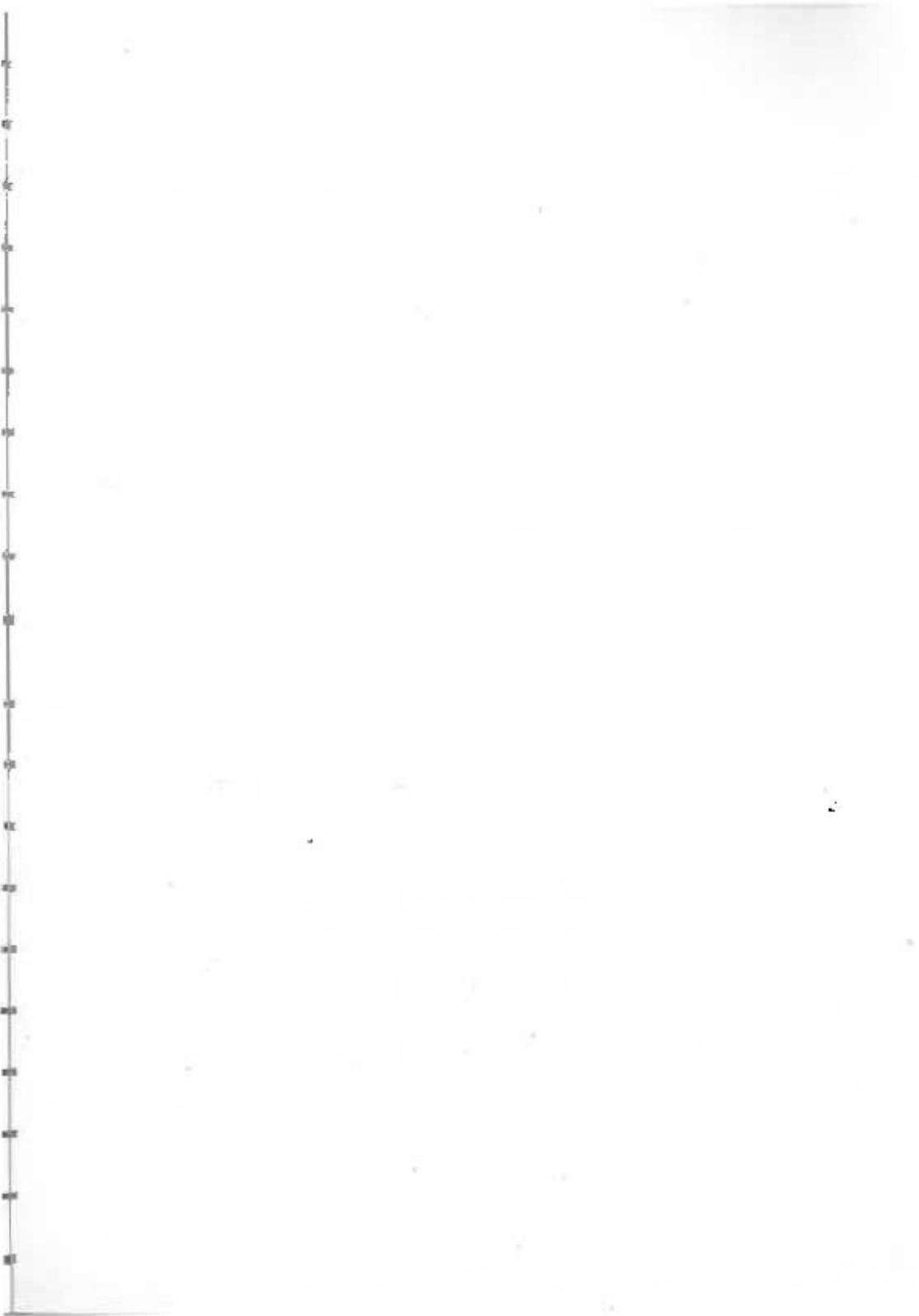
## AUSKÜNFTE

Baden-Württemberg: Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten  
Postfach  
7000 Stuttgart 1

Bayern: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft  
Abhofach  
8000 München 1

Österreich: Amt der Vorarlberger Landesregierung  
Montfortstr. 4  
A 6901 Bregenz

Schweiz: Eidgenössisches Amt für Umweltschutz  
Mombijoustr. 8  
Ch 3003 Bern



ROLAND FLAXMEIER  
OFFSETDRUCK · REPRODUKTION · SATZ  
RUF 07244/8052  
BAHNHOFSTRASSE 40 · 7504 WEINGARTEN