

Internationale Gewässerschutzkommission  
für den Bodensee

Jahresbericht über den  
limnologischen Zustand des Bodensees

Nr. 7

Der limnologische Zustand des Freiwassers  
von Januar 1980 bis März 1981



Internationale Gewässerschutzkommission  
für den Bodensee

**Jahresbericht über den  
limnologischen Zustand des Bodensees**

**Nr. 7**

**Der limnologische Zustand des Freiwassers  
von Januar 1980 bis März 1981**

**Bearbeiter: W. Schmitz**

**– 1983 –**



## VORWORT

Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee veröffentlicht hiermit den Jahresbericht über die Ergebnisse der regelmässigen limnologischen Freiwasseruntersuchungen des Bodensees für das Kalenderjahr 1980 und das Seejahr 1980 (April 1980 bis März 1981). Der Bericht wurde von der Arbeitsgruppe "Freiwasseruntersuchungen" der Kommissionssachverständigen ausgearbeitet. Mitglieder dieser Arbeitsgruppe waren im Berichtsjahr:

Prof. Dr. Heinz Ambühl, Dübendorf  
Dr. Heinrich Bühler, 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:

Vorarlberger Umweltschutzanstalt in Bregenz:

Untersuchungen des Chemismus in der Bregenzer Bucht

Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasser-  
reinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Dübendorf, Fach-  
abteilung Hydrobiologie/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	18	18-21	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. 6 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 (EAWAG) und der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft, auf EDV-Datenträger und in Tabellen archiviert. Die monatlichen Datentabellen wurden den damit direkt befassten Stellen von der EAWAG zugestellt. 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 Pflanzen-nährstoffe (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 fünf 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 1980 (April 1980 bis März 1981 für den Bodensee-Obersee, Januar bis Dezember 1980 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.

## TEIL 1 : 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 1980 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 nur im September und Dezember 1980 über den langjährigen Mittelwerten, von Januar bis August zum Teil erheblich darunter. Die Lufttemperaturen überschritten von Februar bis März und August bis September 1980 die langjährigen Mittelwerte, von Oktober 1980 bis Februar 1981 lagen sie dagegen tiefer.

### WASSERSTÄNDE

Die Abbildung 3 stellt die Ganglinien der Monatsmittelwerte der Wasserstandsschwankungen am Pegel Konstanz dar. Die Wasserstände lagen im März und April 1980 unter den langjährigen Mittelwerten, in den Sommermonaten erheblich darüber.

## THERMIK

Der Temperaturgang des Obersees zeigte im Berichtsjahr das typische Bild eines monomiktischen Sees mit annähernder Homothermie im Februar und März 1980 und im Januar - März 1981 und mit einer stabilen thermischen Schichtung in den Sommermonaten bei Temperaturen im Hypolimnion um  $4,5^{\circ}\text{C}$  (Abb. 4). Den Jahresgang des Wärmehaltes sowie der Oberflächentemperaturen zeigt die Abbildung 5. Die Beobachtungswerte lagen im normalen Schwankungsbereich. Kenndaten der Thermik des Seejahres 1980 enthält die Tabelle 2.

## SAUERSTOFF

Die Verteilung der Sauerstoffgehalte im Obersee über der grössten Tiefe (Abb. 6) zeigte im Jahre 1980 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 etwas ungünstiger als im vorausgegangenen Jahr, wie der Verlauf der Ganglinien erkennen lässt (Abb. 7). Die Sauerstoffzehrung war ebenso gross wie im vorausgegangenen Jahr. Die Sauerstoffgehalte in Grundnähe sanken dabei etwas stärker, nämlich auf  $5,3\text{ mg O}_2/\text{l}$ , ab. Die Wiederbelüftung des Sees im Winter 1980/81 war nahezu vollständig. Kenndaten des Sauerstoffs für das Seejahr 1980 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 ziemlich 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 im Winter oder Frühjahr eintritt und das Minimum etwa in der Jahresmitte liegt. Nachdem die jährlichen Maxima von Orthophosphat im März 1977 ihren bisherigen Höhepunkt erreicht hatten, sanken sie 1978 und 1979 und auch im Seejahr 1980 weiter ab. Die Schwankungen der Orthophosphatkonzentrationen im Epilimnion sind aus Abbildung 12 ersichtlich. Sie lagen im Berichtsjahr etwa im Konzentrationsbereich der vorausgegangenen Jahre und verliefen im gleichen Jahresrhythmus. Die Kenndaten des Orthophosphats im Seejahr 1980 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 bis auf weniger als 1 mg/m<sup>3</sup> im Epilimnion aufgezehrt wurde (Abb. 8). 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 und Niederschlägen auf die Seeoberfläche in den See gelangenden und des im Seerhein abfliessenden Phosphors sowie aus dem Betrag des Phosphors, der auf dem 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.

## 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 1979 auf dem Niveau des vorausgegangenen Jahres mit beträchtlichen jahreszeitlichen Schwankungen (Abb. 9). Bedingt durch die Planktonentwicklung sank die Nitratkonzentration während des Sommers 1980 im Epilimnion wie früheren Jahren auf Werte unter  $300 \text{ mg NO}_3\text{-N/m}^2$ .



## 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). 1980 blieben die Konzentrationen auch über Grund niedrig. 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 1980 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 lagen in derselben Grössenordnung wie 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 Epilimnion im Seejahr 1980 bewegte sich wie schon 1979 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-GLEICHGEWICHTES

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 1980 zeigen keine auffälligen Abweichungen von denjenigen der vorausgegangenen Jahre (Abb. 17). Die pH-Werte im Epilimnion blieben auf dem gleichen Niveau wie in den vorausgegangenen Jahren. Die Kenndaten von Kalzium und pH für das Seejahr 1980 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 1980 ebenso wie die Planktonentwicklung auf etwas höherem Niveau als 1979 (Abb. 21).

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 auch 1980 weitgehend gleichsinnigen Verlauf (Abb. 21). Auch die Chlorophyllkonzentrationen waren im Berichtsjahr etwas höher als im Vorjahr (Abb. 21). Kenndaten von partikulärem Phosphor, partikulärem Stickstoff und Chlorophyll enthalten die Tabellen 15 bis 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. Die maximale Planktondichte lag 1980 leicht unter dem Wert des Vorjahres. Insbesondere fehlte eine akzentuierte Herbstspitze wie sie 1979 zu beobachten war. 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 im normalen Schwankungsbereich. 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 1980 die Eisen- und Mangankonzentrationen über Grund, so wie schon seit 1977 beobachtet, gering geblieben sind, was mit der in

den letzten Jahren günstigeren Sauerstoffsituation im Hypolimnion im Zusammenhang steht. Die Tabellen 25 und 26 enthalten die Kenndaten von Eisen und Mangan für das Seejahr 1980.

## 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 Probenahmen an den Stationen Langenargen-Arbon und Bregenzer Bucht sind 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 1980 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 1980 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 1979/80 sank zwar die Wassertemperatur unter das Dichtemaximum ab, jedoch kam keine ausgeprägte inverse winterliche Temperaturschichtung zustande. Das Wasser erwärmte sich im März und April gleichmässig bis zum Seeboden. Wie die Ganglinien des Wärmeinhaltes des Gnadensees und der Wassertemperaturen in 0 m und 20 m erkennen lassen, war die sommerliche Aufwärmung auch 1980 wie schon 1979 deutlich geringer als in den vorausgegangenen Jahren (Abb.25). Bezeichnend für den Sommer 1980 sind die rückläufigen Temperaturen im Epilimnion im Juli (Abb. 24 und 25). Die Kenndaten der Thermik im Seejahr 1980 enthält Tabelle 30.

### SAUERSTOFF

Die Verteilung des Sauerstoffs im Gnadensee im Seejahr 1980 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 1980 im Bereich der normalen Amplitude (Abb. 27). Die Differenz zwischen grösstem und kleinstem Sauerstoffinhalt lag auf ähnlicher Höhe wie 1979. Die Kenndaten für die Sauerstoffverhältnisse des Seejahres 1980 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 Orthophosphat-inhaltes zeigen einen typischen Jahresgang mit geringsten Werten im Frühjahr und Spitzenwerten meist zu Beginn des Winters. Das Jahresmaximum des Orthophosphat-inhaltes und auch der Konzentrationen im Epilimnion und über Grund lag 1980 niedriger als 1979 (Abb. 29). Kenndaten für Orthophosphat im Seejahr 1980 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 gesamte 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 1980 ein etwas niedrigeres Niveau auf als 1979. 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 1980 zeigt die Abbildung 31. Wie die Ganglinien für die Schwankungen von Nitrat im Gnadensee erkennen lassen (Abb. 29), waren die jahreszeitlichen Schwankungen im Seejahr 1980 geringer als 1979. Für die Summe des Inhaltes aller anorganischen Stickstoffverbindungen im See ergibt sich ein wiederkehrender charakteristischer Jahresgang mit einem Minimum im Sommer oder Frühherbst und einem Maximum in den Wintermonaten (Abb. 29). Kenndaten für Nitrat im Seejahr 1980 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 bis 1980 verblieben (Abb. 33). Nachdem die dicht über dem Seeboden festgestellten Konzentrationen von Ammonium 1979 das bisher höchste beobachtete Jahresmaximum erreicht hatten, blieben die Werte 1980 wieder darunter (Abb. 34). Die Kenndaten für Ammonium im Gnadensee im Seejahr 1980 enthält Tabelle 37.

## NITRIT

Das Verteilungsbild des Nitrits (Abb. 35) ist auch im Gnadensee dadurch bestimmt, dass es sich hierbei um ein nur kurzlebigen 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 1980 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 Schichtungerscheinungen 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 1980 etwa im Niveau der Vorjahre (Abb. 33). Das Ausmass der Umsetzungen des Siliziums im Tiefenwasser des Gnadensees ist weiterhin beträchtlich. Die Konzentrationen über Grund blieben 1980 etwas geringer als 1979. 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

ausgeglichenen 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 waren im Seejahr 1980 etwas geringer als im vorausgegangenen Jahr. Kenndaten für anorganischen Kohlenstoff, Alkalinität, Kalzium und pH-Wert sind in den Tabellen 40 - 43 aufgeführt.

## EISEN

Ähnlich wie in 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 1980 beobachteten Konzentrationen waren höher als je zuvor. 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 Schichten von 0 bis 10 oder 20 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 verhielten sich 1980 ähnlich wie 1979. Die Phytoplanktonbiomasse war 1980 mit dem Spitzenwert etwa 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 1980 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 1980 auf zur Zeit der 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 1980 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 1980 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 Wärmehalt 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 - 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-GLEICHGEWICHES

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

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

## GELÖSTE ORGANISCHE STOFFE

Verteilung des organischen Kohlenstoffs, gelöst, im Isoptetenbild (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 1980 in den thermischen und chemischen Verhältnissen zwischen Zeller See und Gnadensee nur geringe Unterschiede. Die Stoffumsetzungen im Gnadensee erschienen im Seejahr 1980 etwas intensiver. Im Rheinsee war im Tiefenwasser kurzfristig kein Sauerstoff nachweisbar. 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). Das in allen drei Seeteilen auftretende Maximum des Frühjahrsplanktons fiel im Rheinsee und Zeller See 1980 geringer aus. Die Jahresmaxima traten in allen drei Seeteilen diesmal im Sommer und nicht wie sonst im Frühjahr auf.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Trophiezustand des Bodensee-Obersees hat sich auch im Seejahr 1979 gegenüber dem Vorjahr nicht wesentlich geändert. Die Biomassekonzentration war weiterhin hoch und lag im Schwankungsbereich der letzten Jahre. Das Orthophosphat im Epilimnion wurde bisweilen auf weniger als  $1 \text{ mg P/m}^3$  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  $152\%$  des Sättigungsgehaltes. Durch mikrobiellen Abbau der Biomasse wurde der Sauerstoffhaushalt des Sees belastet, wenn auch etwas weniger stark als in den früheren Jahren. Die im Jahresverlauf auftretenden niedrigsten Sauerstoffwerte waren im Metalimnion ( $8,3 \text{ mg O}_2/\text{l}$ ) etwas höher und im Hypolimnion ( $5,3 \text{ mg O}_2/\text{l}$ ) etwas niedriger als im vorangegangenen Jahr.

Die Wiederbelüftung des Tiefenwassers im Winter 1980/81 war kräftig, in den grössten Tiefen allerdings anfangs nicht so intensiv wie 1979. Ende März 1981 lagen die Sauerstoffkonzentrationen über dem Seegrund zwischen  $10$  und  $11 \text{ mg O}_2/\text{l}$ . Der Gesamteinhalt an Sauerstoff im Obersee war am Ende des Seejahres 1980 grösser als zu Beginn. Die Sauerstoffsituation kann zu Beginn des Seejahres 1981 insgesamt als günstig angesehen werden.

Die Nährstoffverhältnisse im B o d e n s e e - U n t e r - s e e lagen im Kalenderjahr 1980 im Schwankungsbereich der vorausgegangenen Jahre. Die Phosphorinhalte waren im Gnadensee im Jahre 1980 etwas geringer als 1979, im Rheinsee etwa ebenso gross.

In allen drei Seeteilen war die Planktonproduktion 1980 weiterhin hoch mit besonders hohen Planktondichten im zeitigen Frühjahr. Demzufolge traten im Epilimnion hohe Sauerstoffübersättigungen auf. Die Sauerstoffwerte erreichten an der Wasseroberfläche des Gnadensees bis 120 % und im Rheinsee bis 153 % des Sättigungsgehaltes. Die Planktondichte war insgesamt gesehen im Untersee wiederum etwa ebenso gross wie im vorangegangenen Jahr.

1980 trat wieder über längere Zeit vollständiger Sauerstoffschwund im Tiefenwasser im Gnadensee und im Zeller See auf, kurzfristig im Oktober auch im Hypolimnion des Rheinsees. Orthophosphat wurde im Epilimnion bis zur Konzentration von weniger als  $1 \text{ mg P/m}^2$  aufgezehrt. Phosphorverbindungen aus dem Seeboden wurden in erheblichem Masse zu Zeiten niedriger Sauerstoffkonzentration freigesetzt, was zu Konzentrationsanreicherungen an gelöstem Phosphor im Hypolimnion führte.



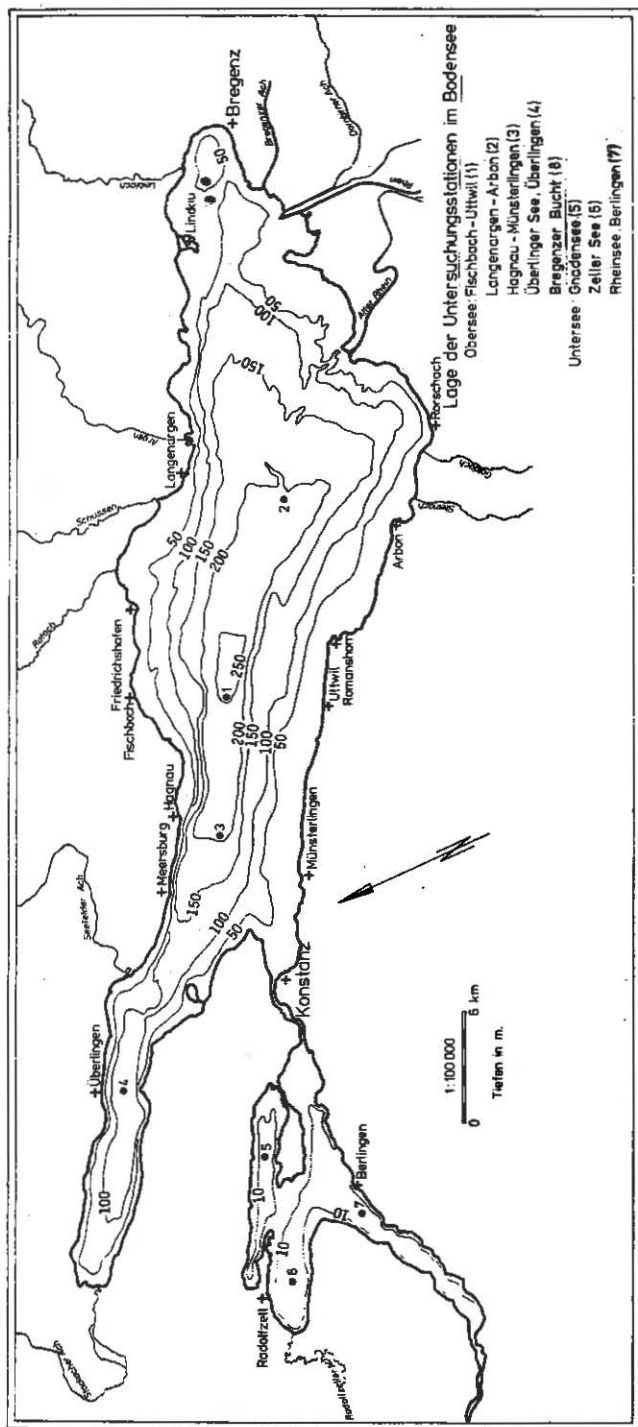
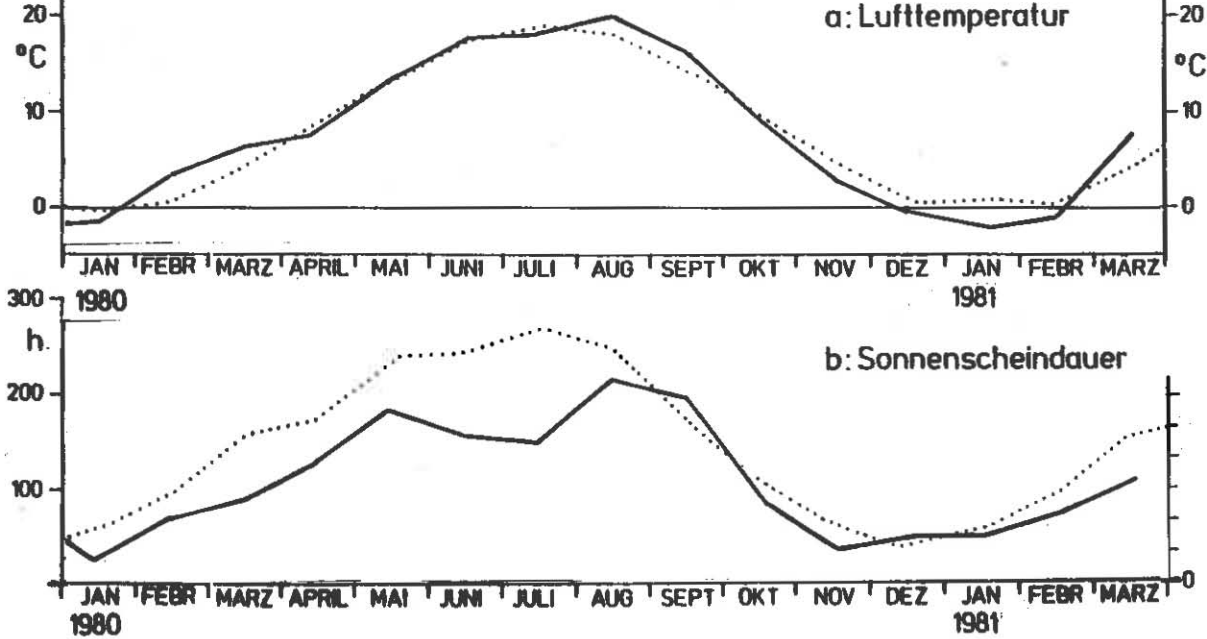


Abb. 1

Bodensee - Obersee

Abb. 2



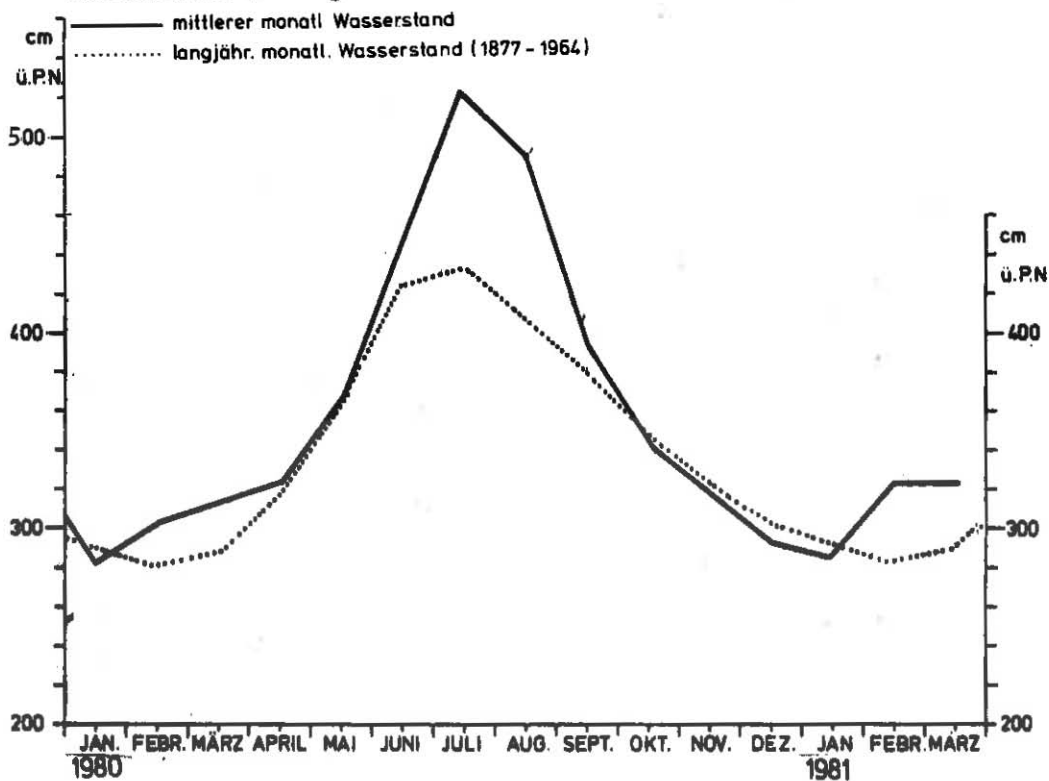
Monatliche Klimadaten der Wetterstation Friedrichshafen

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

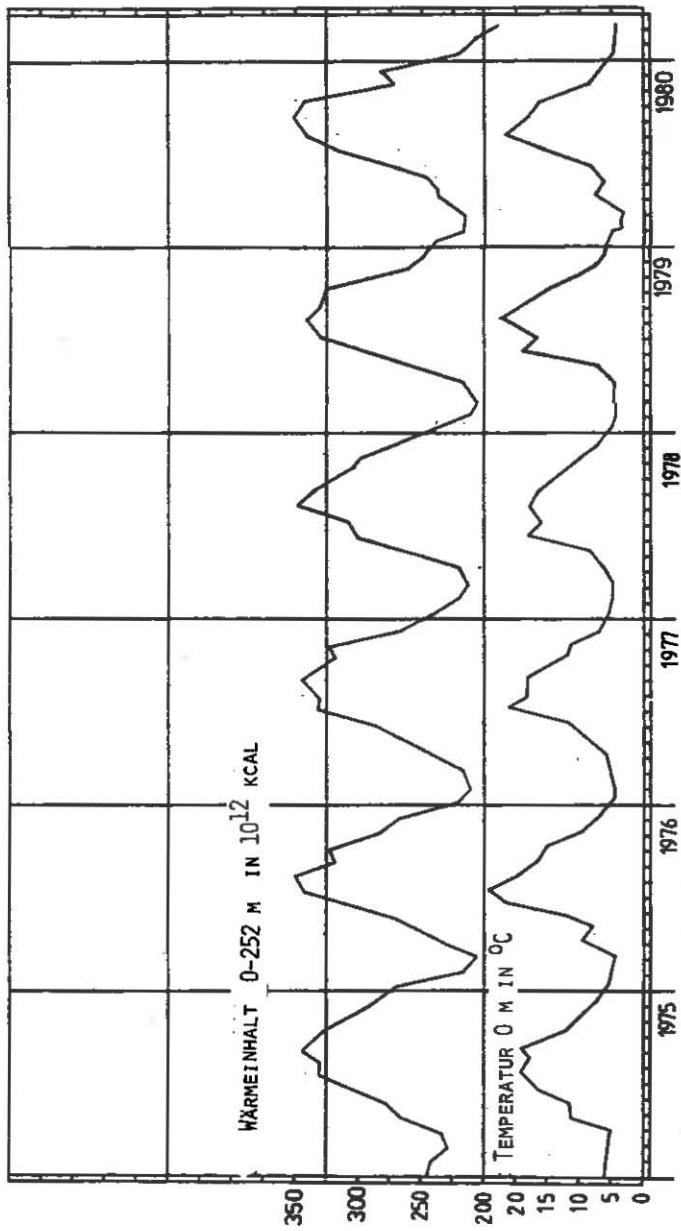
Bodensee - Obersee

Abb. 3

Wasserstand am Pegel Konstanz





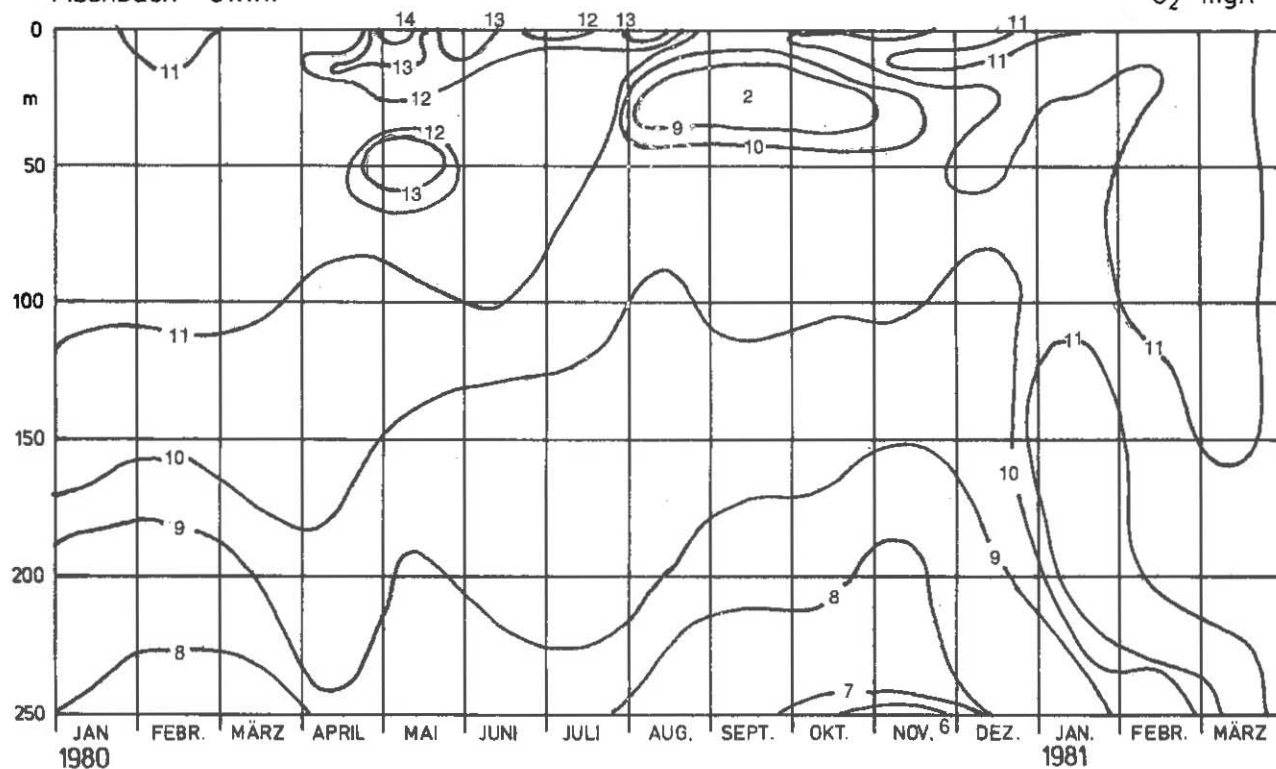


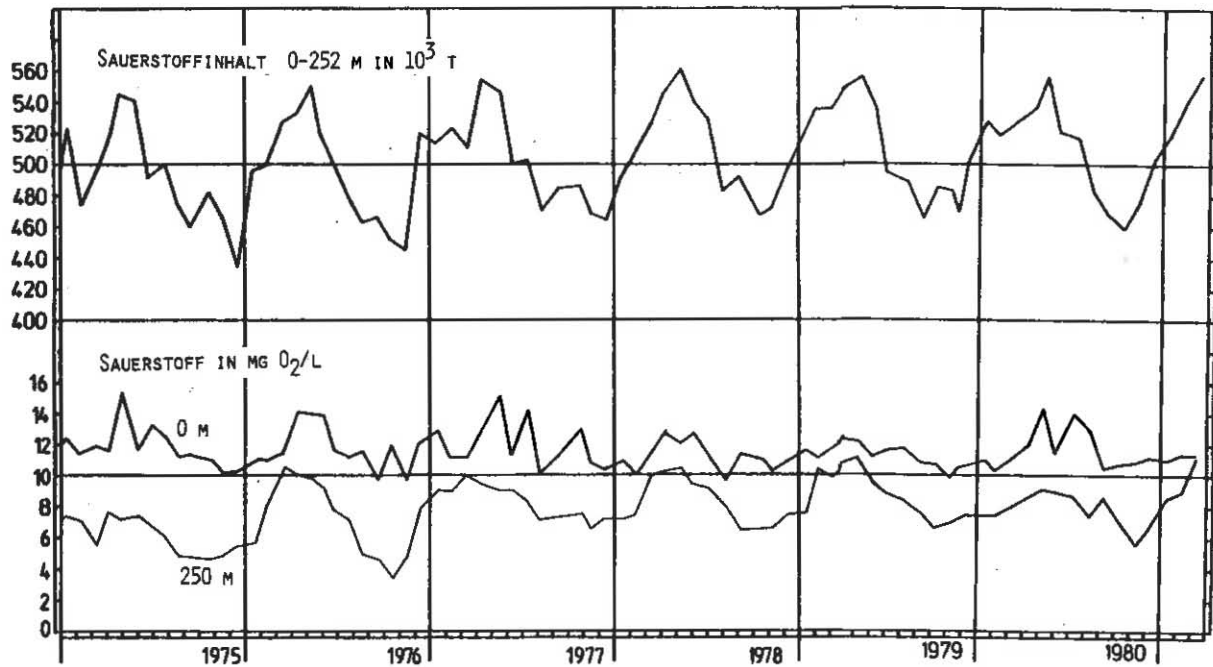
Bodensee - Obersee  
Thermik

Abb.5

Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

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





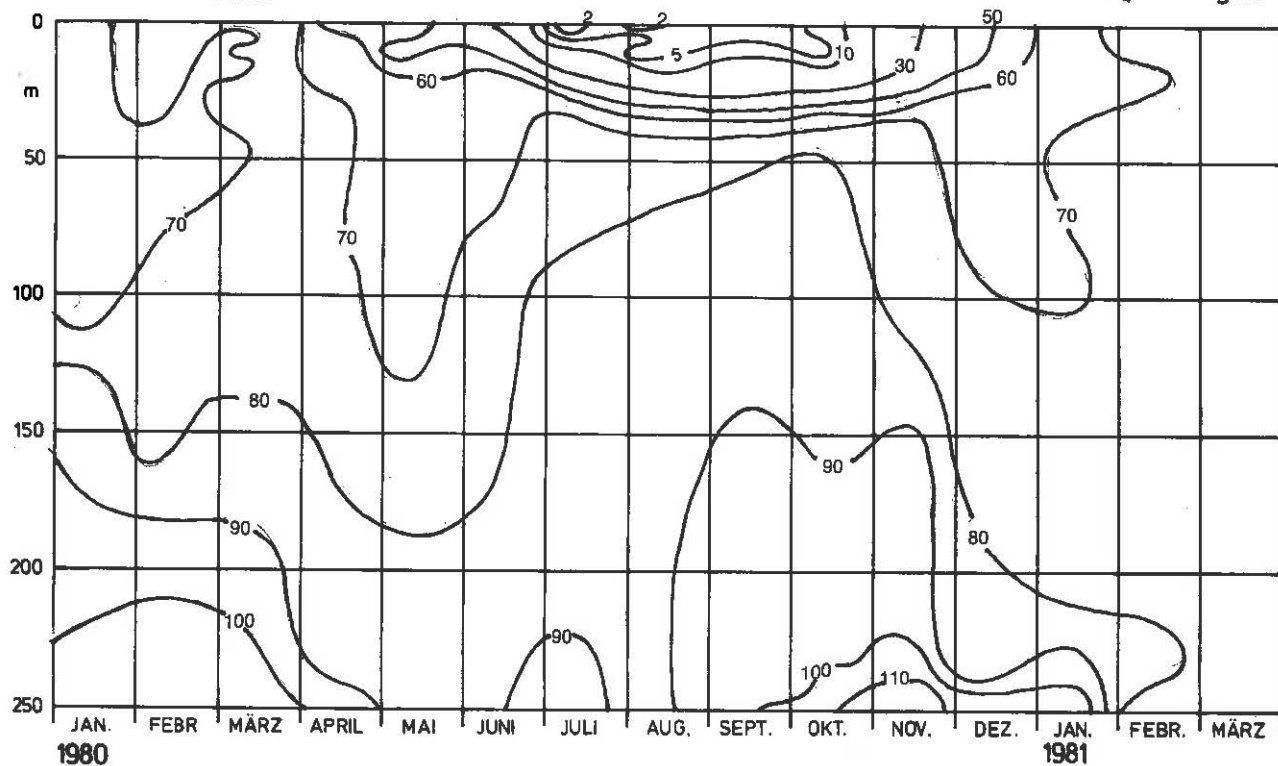
Bodensee - Obersee

Sauerstoffinhalt 0 - 252 m und Sauerstoffkonzentration 0 und 250

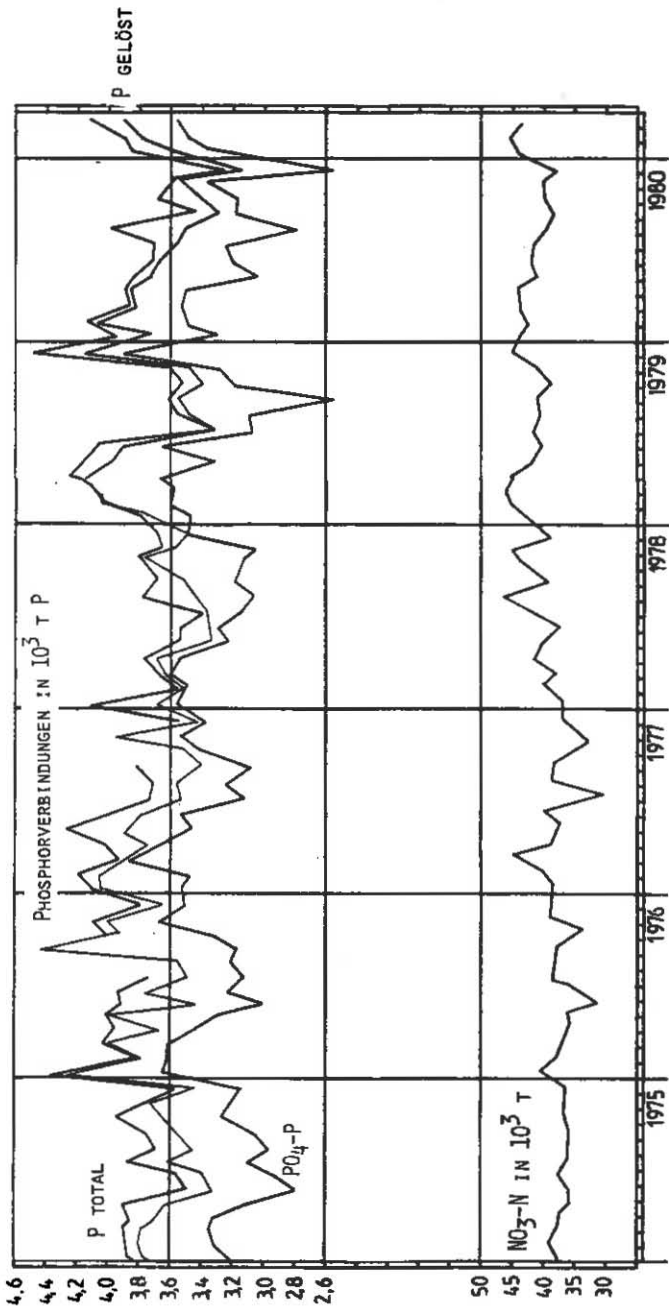
Abb.7

Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb. 8  
PO<sub>4</sub>-P mg/m<sup>3</sup>





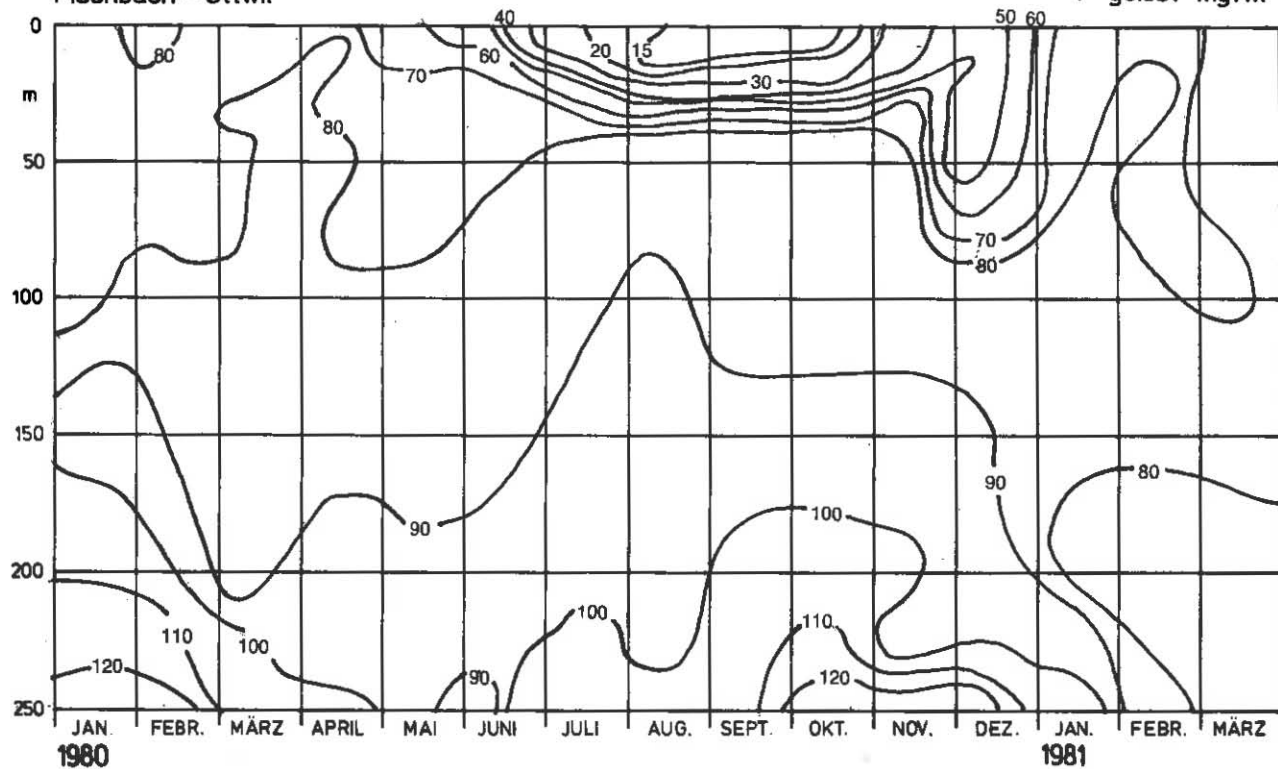


Bodensee - Obersee  
 Nährstoffinhalt 0 - 250 m

Abb.9

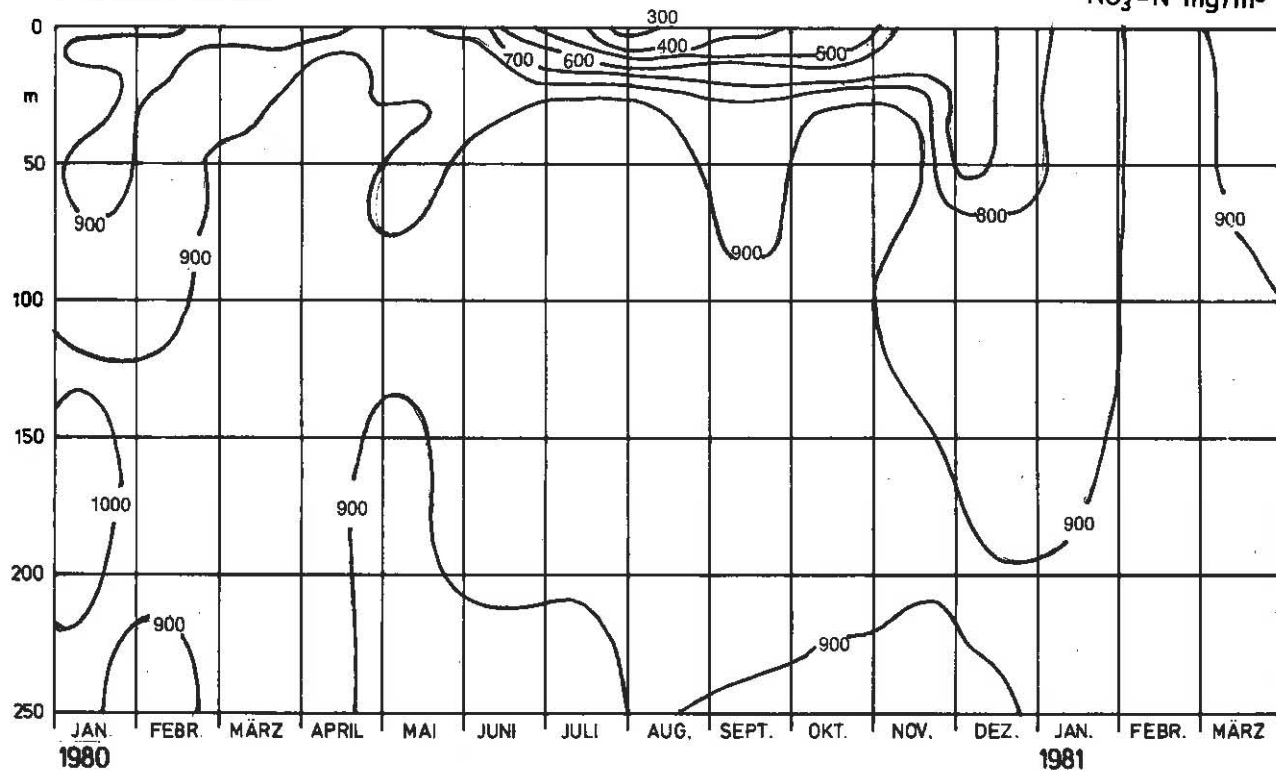
Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

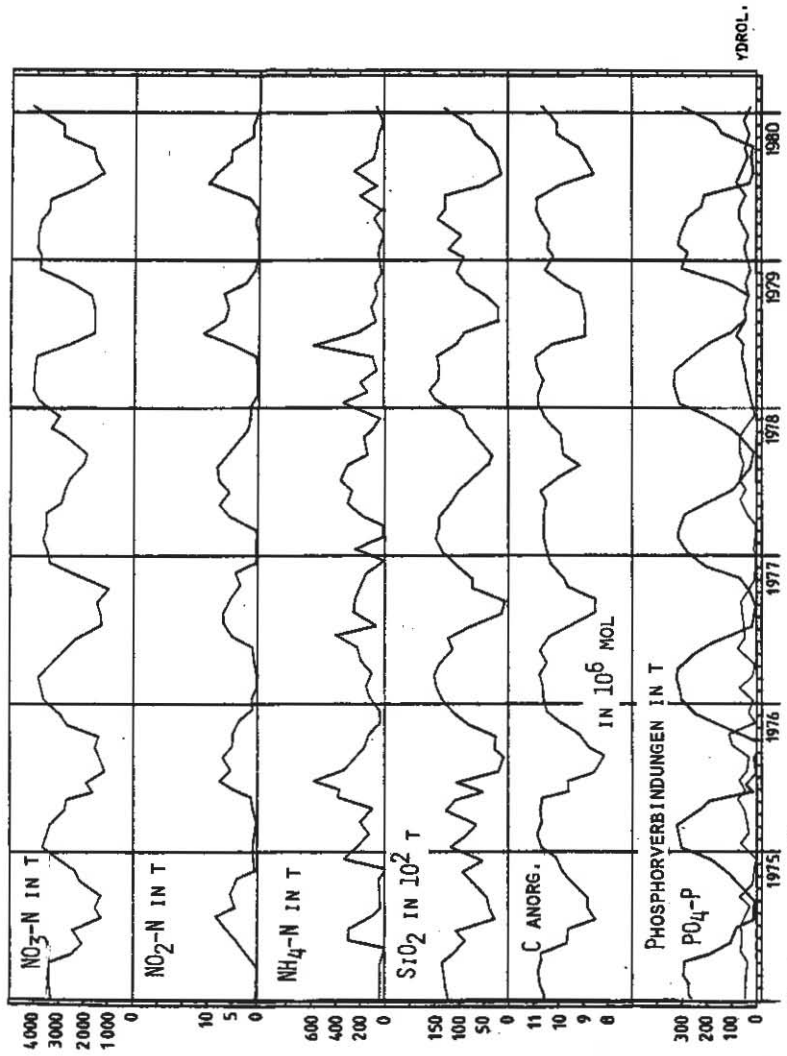
Abb. 10  
P gelöst  $\text{mg}/\text{m}^3$



Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

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



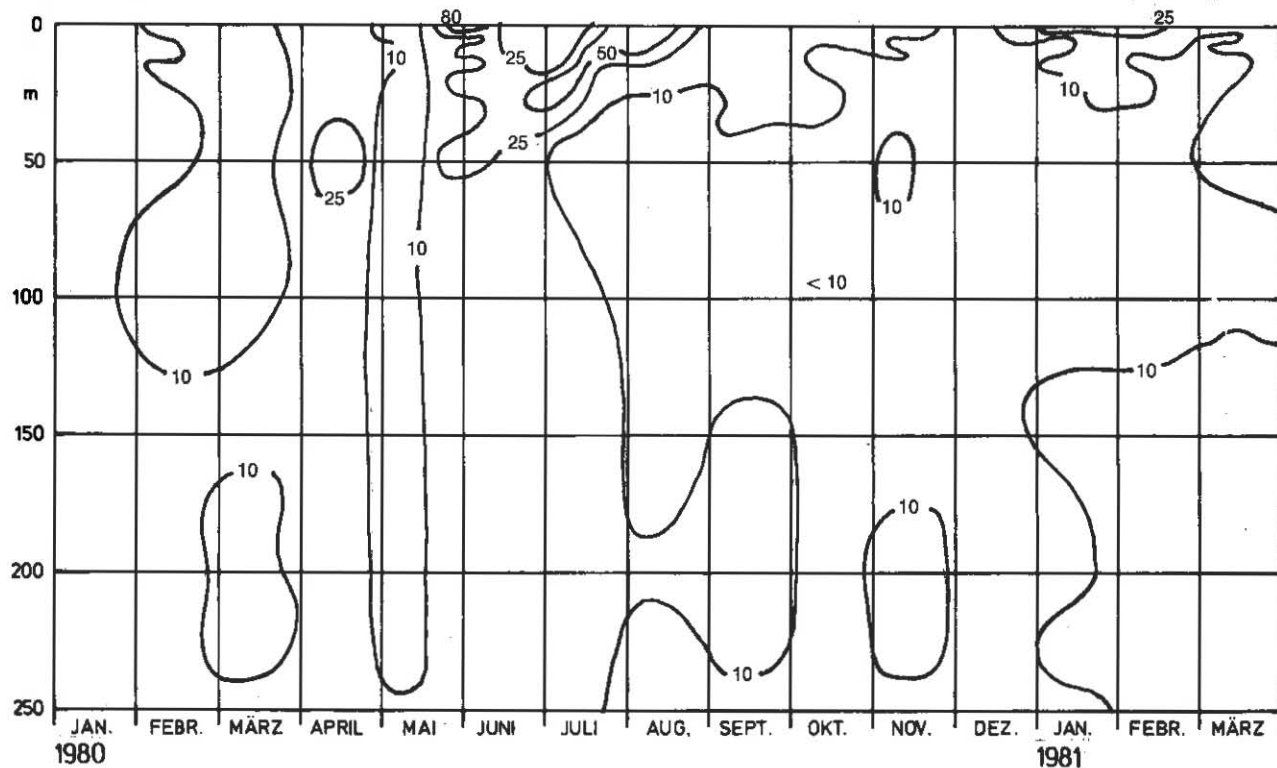


Bodensee - Obersee  
 Nährstoffinhalt im Epilimnion 0 - 10 m

Abb. 12

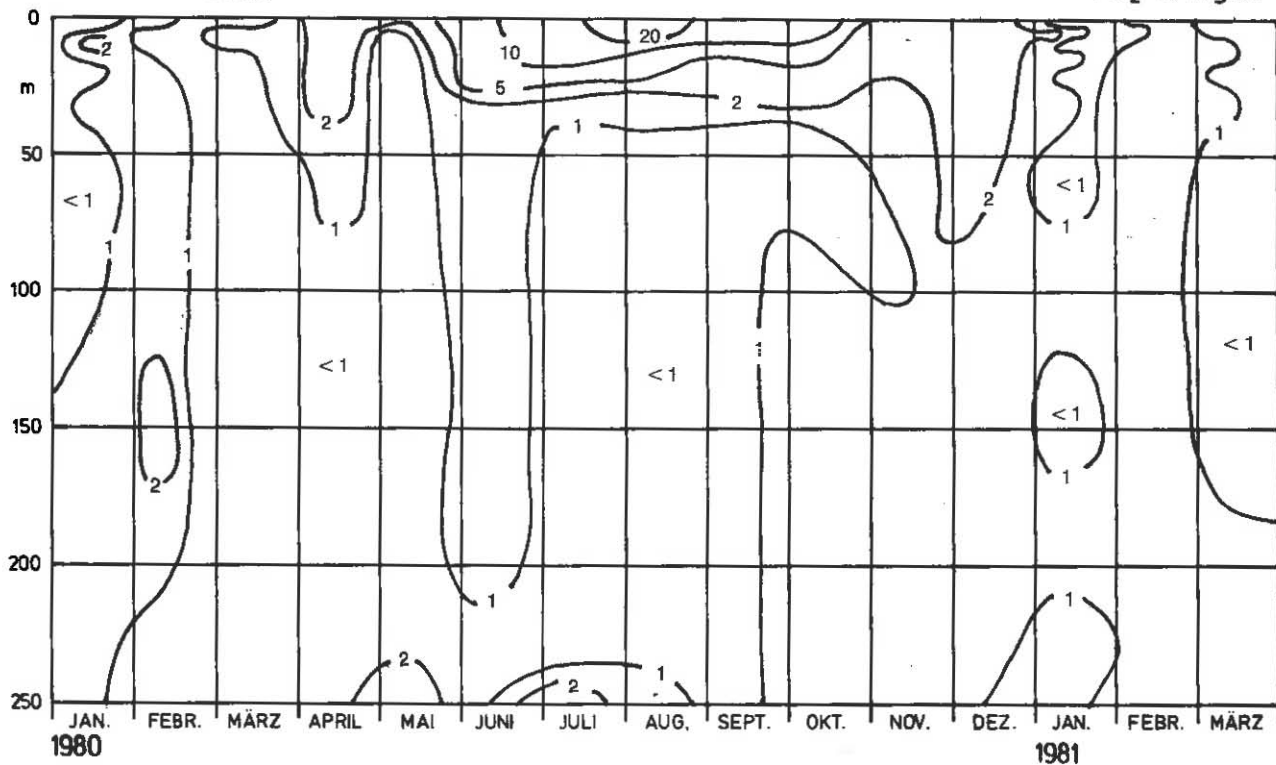
Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb.13  
NH<sub>4</sub>-N mg/m<sup>3</sup>



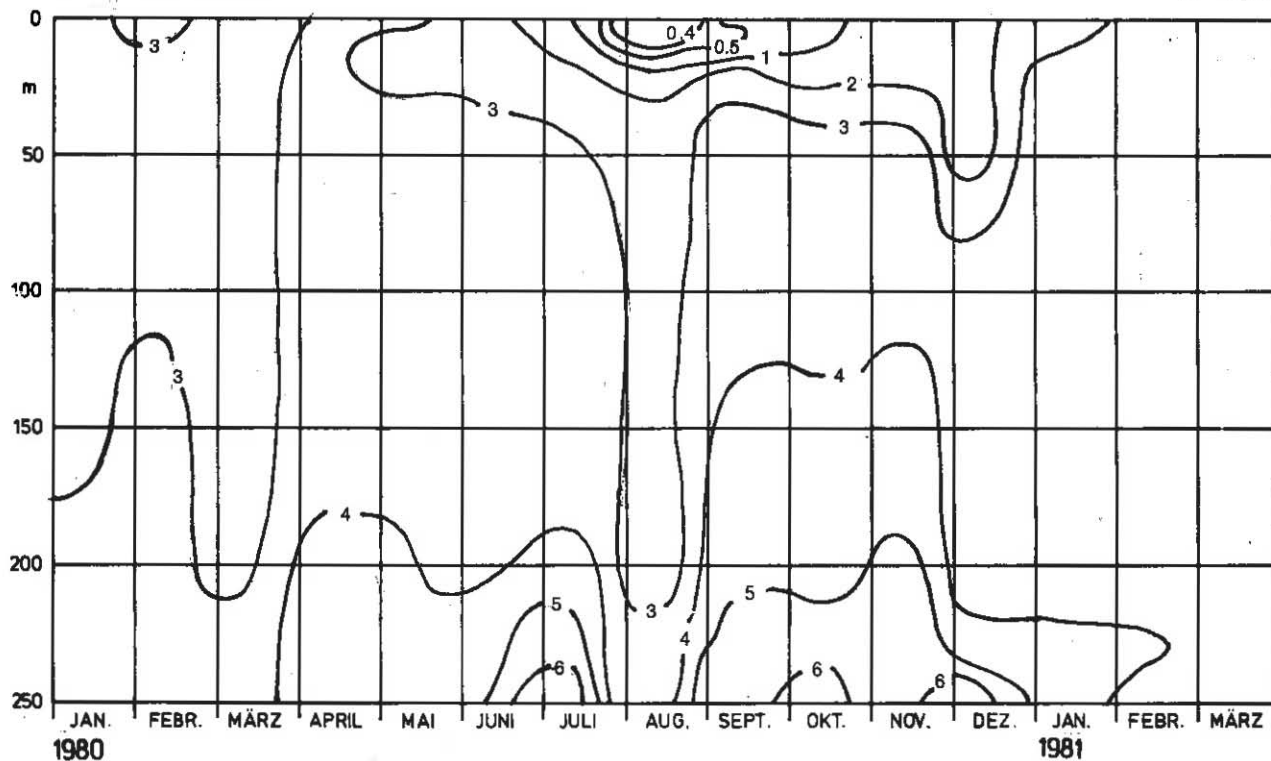
Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

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



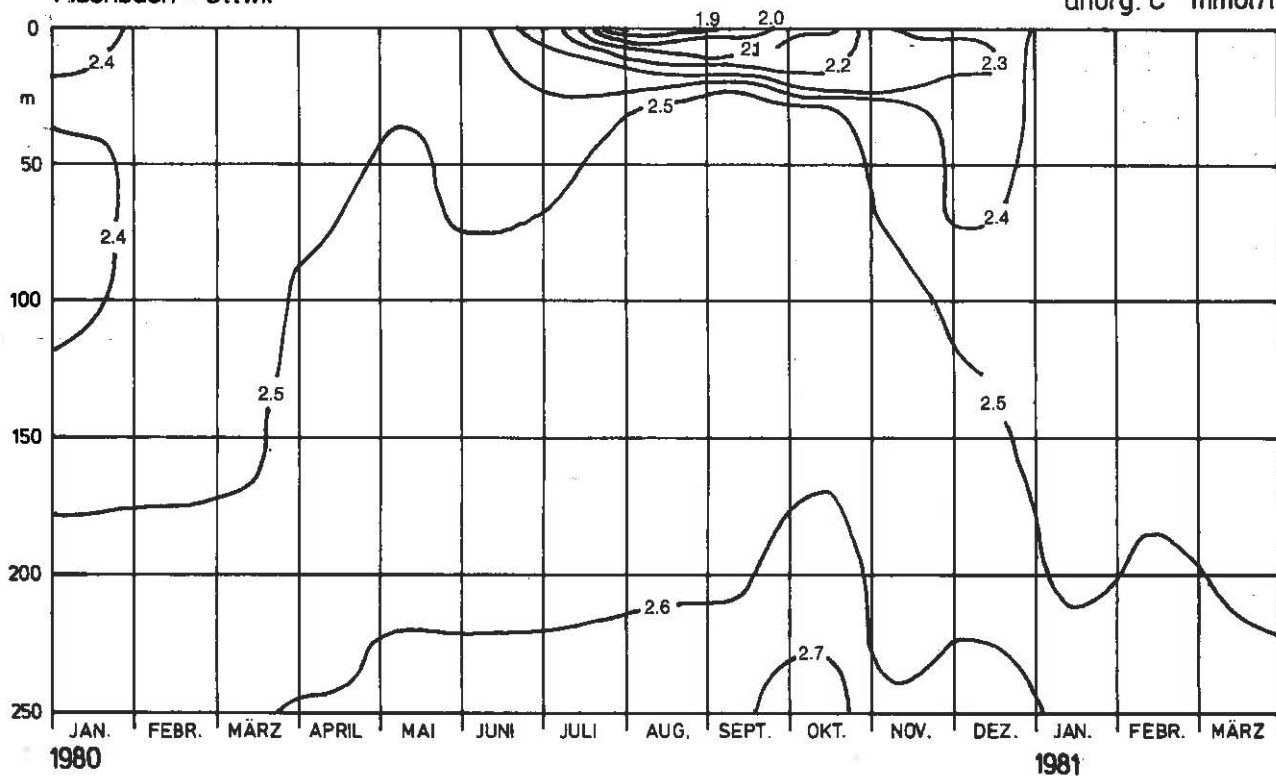
Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

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

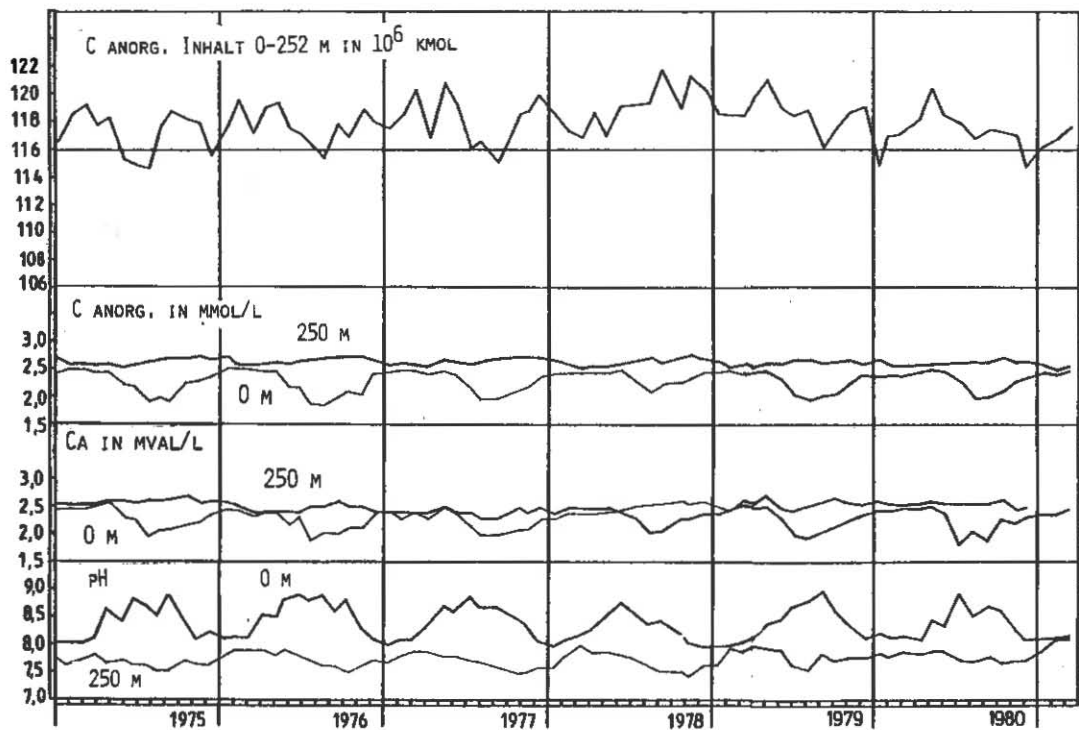


Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb.16  
anorg. C mmol/l







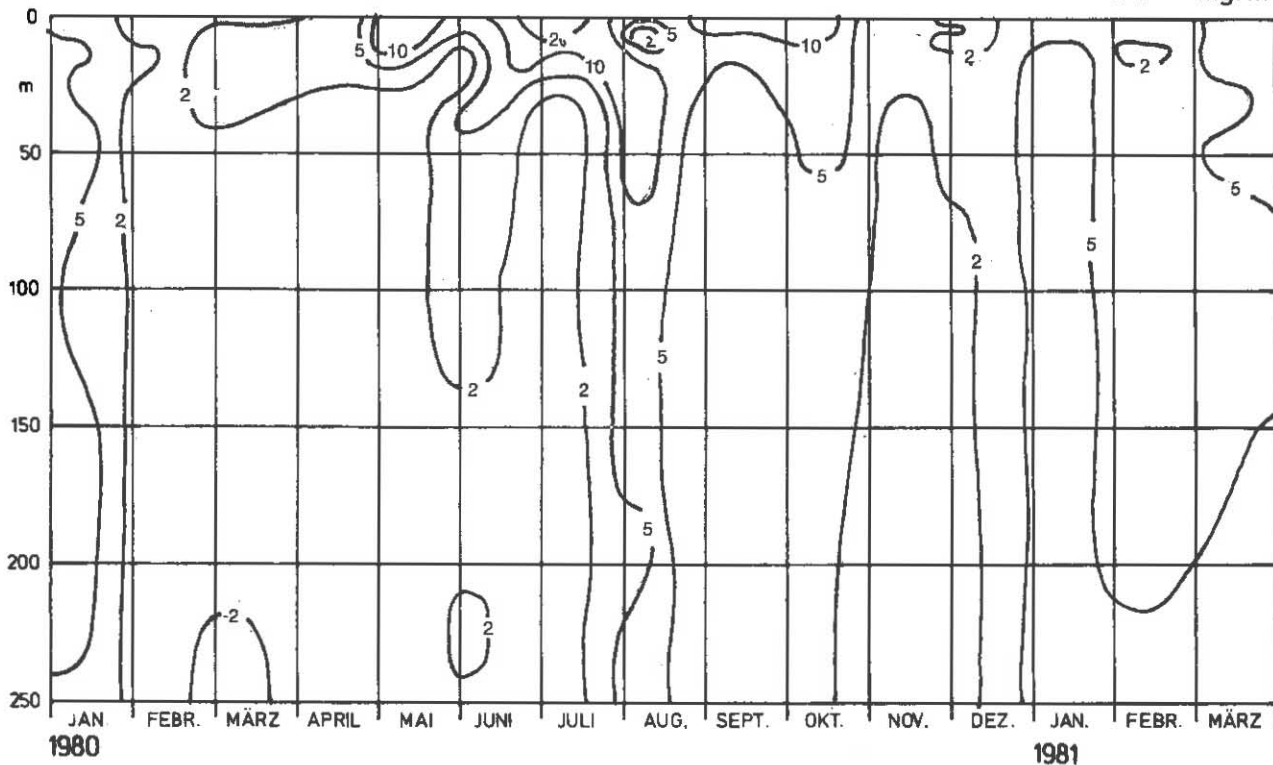
Bodensee - Obersee

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

Abb.17

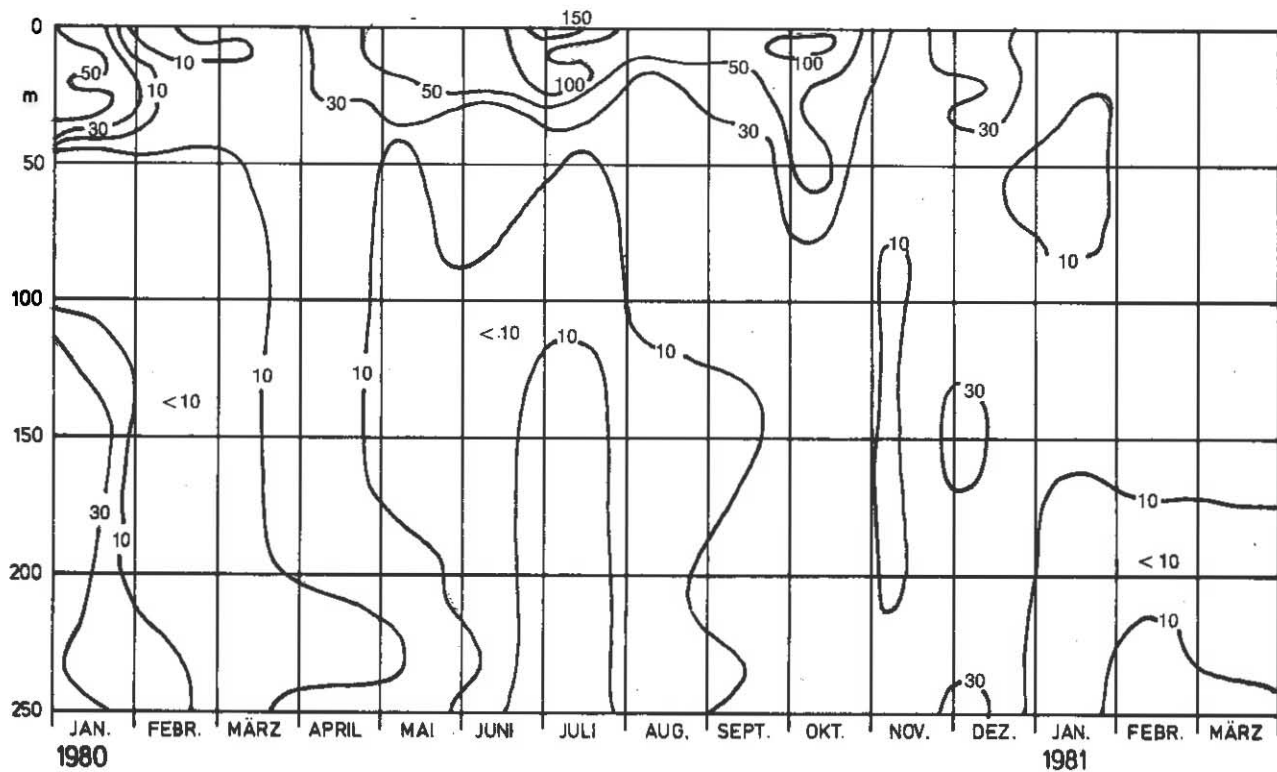
Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

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



Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

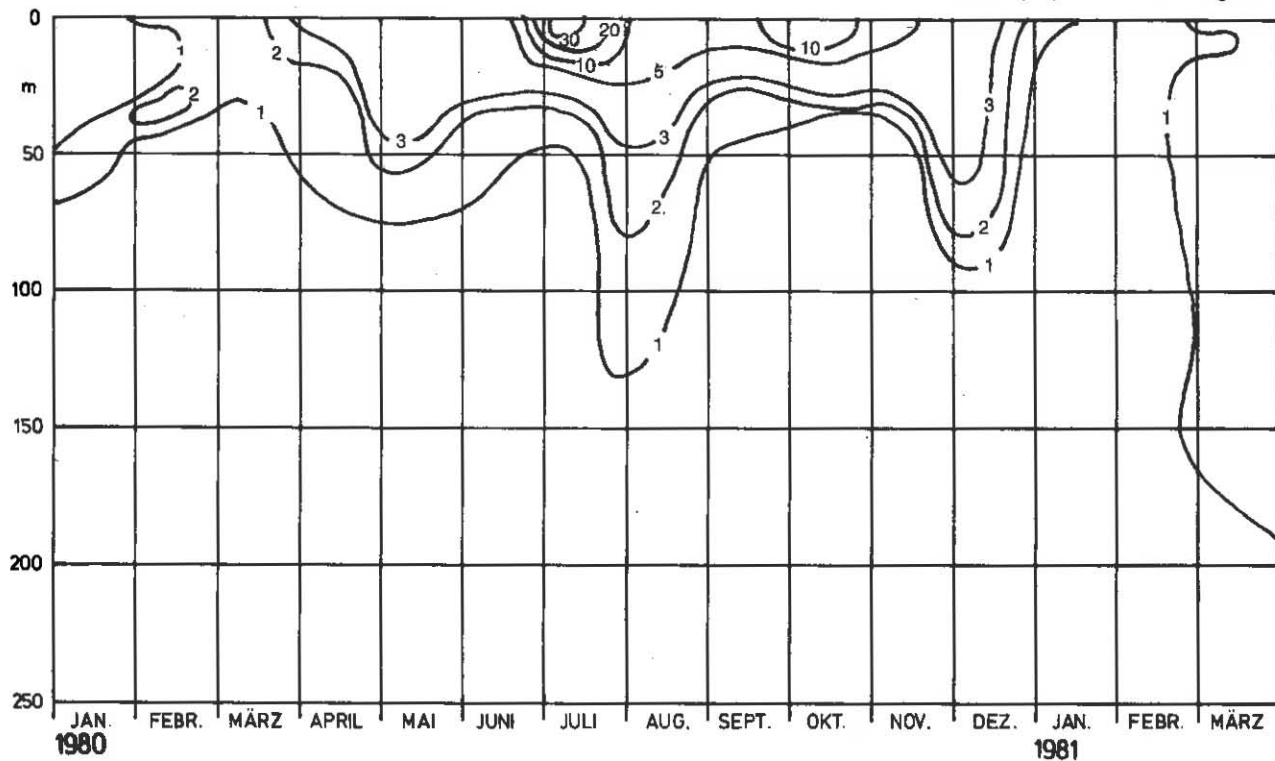
Abb.19  
Part.- N  $\text{mg}/\text{m}^3$

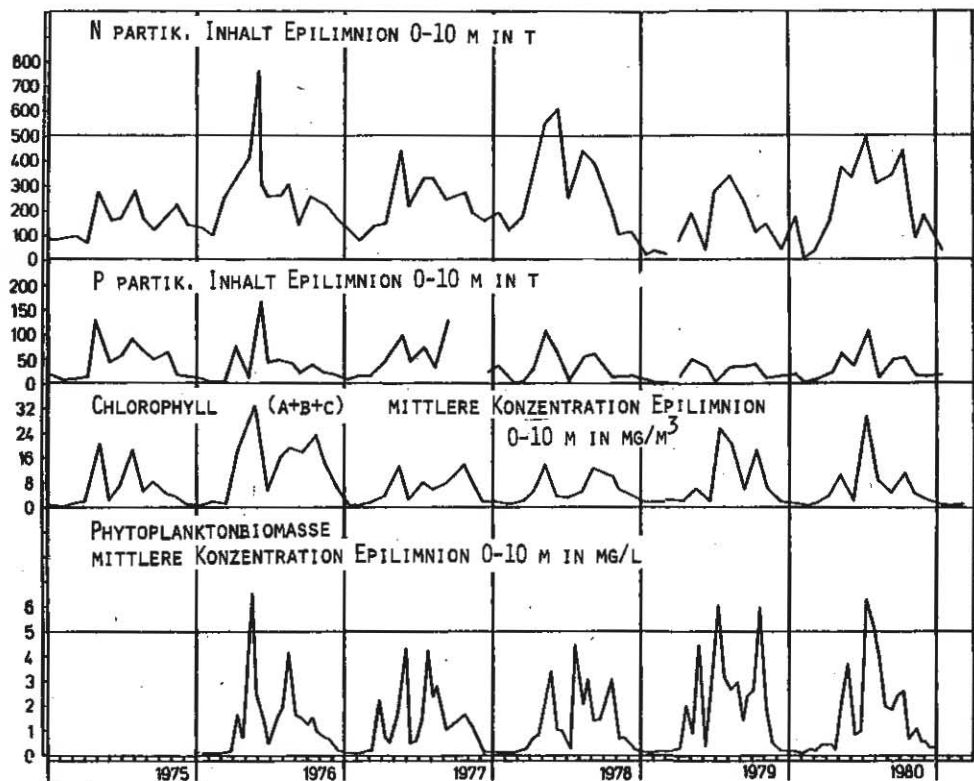


Bodensee - Obersee  
Fischbach - Uttwil

Abb.20

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

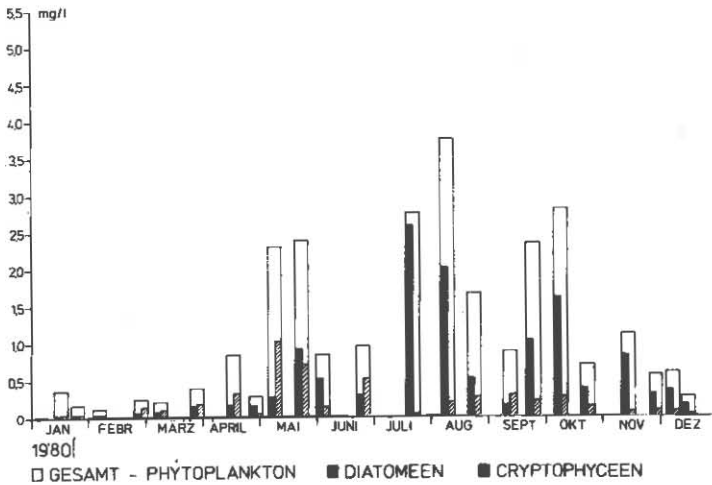
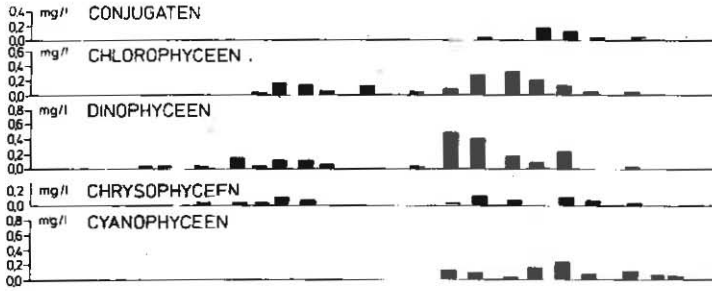




Bodensee - Obersee

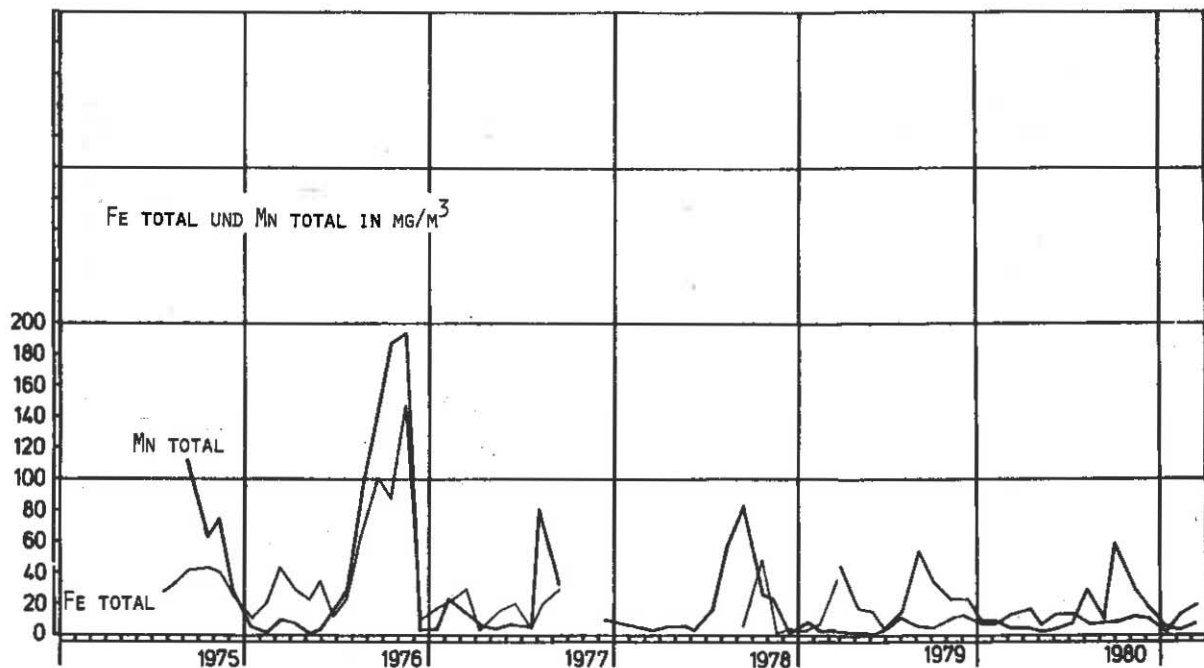
Phytoplanktonbiomasse und chemische Biomasseindikatoren

Abb.21



Bodensee - Obersee  
 Fischbach - Uttwil

Phytoplankton - Biomasse  
 Abb.22



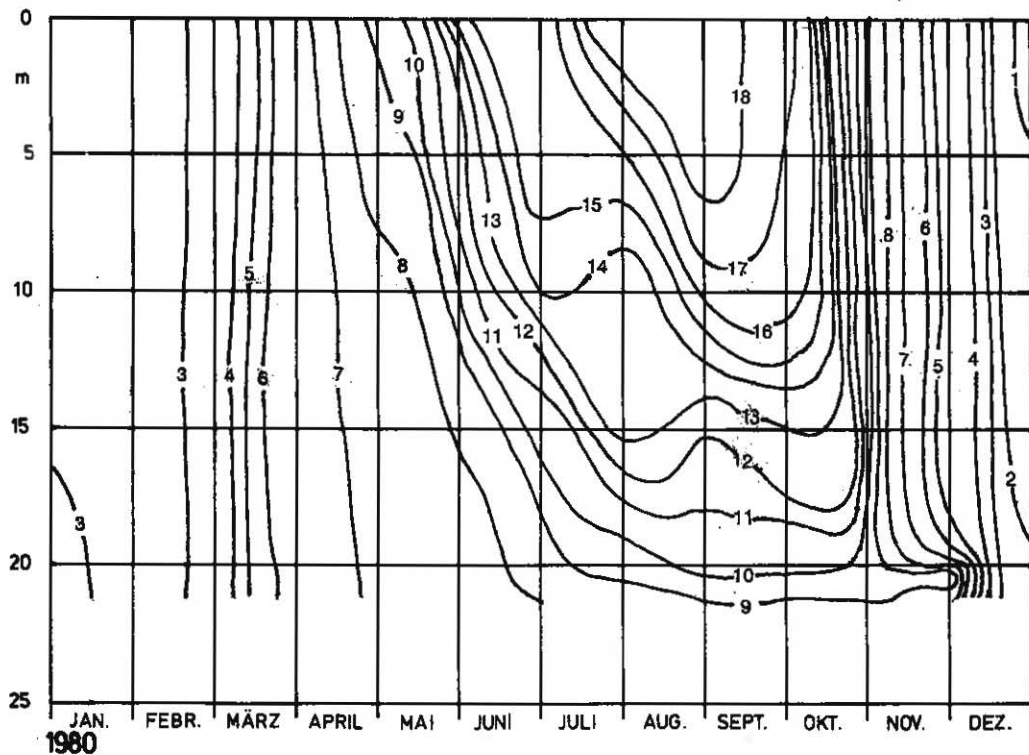
Bodensee - Obersee

Konzentrationen von Fe total und Mn total in 250 m

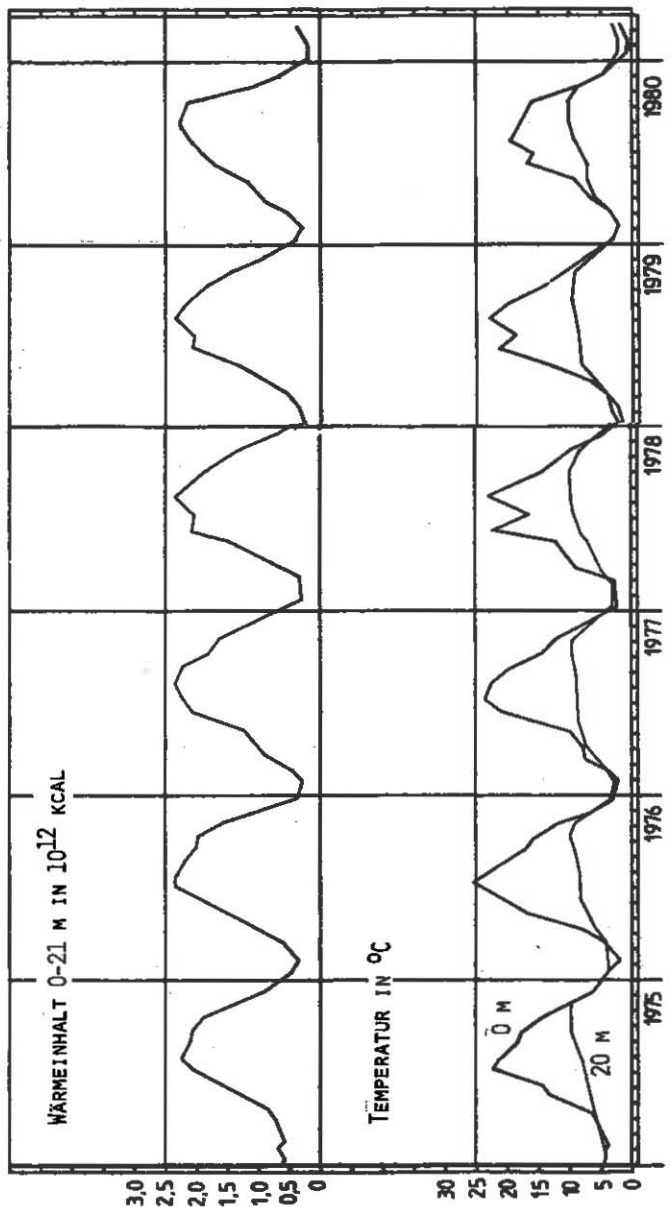
Abb.23

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.24  
Temperatur °C



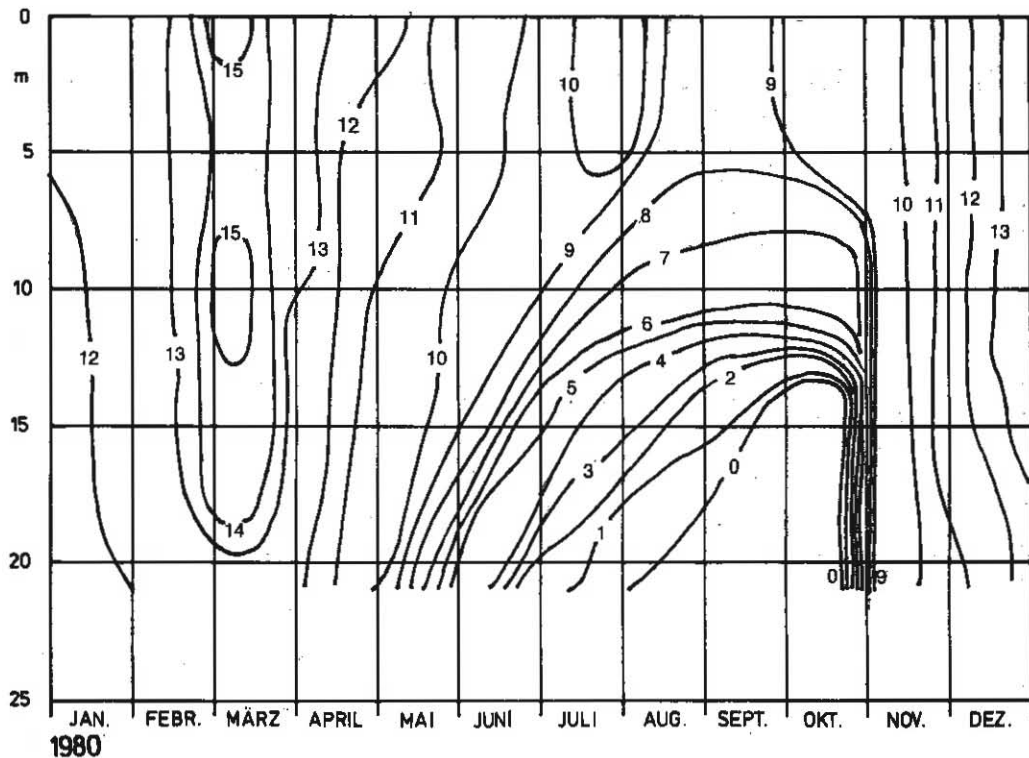


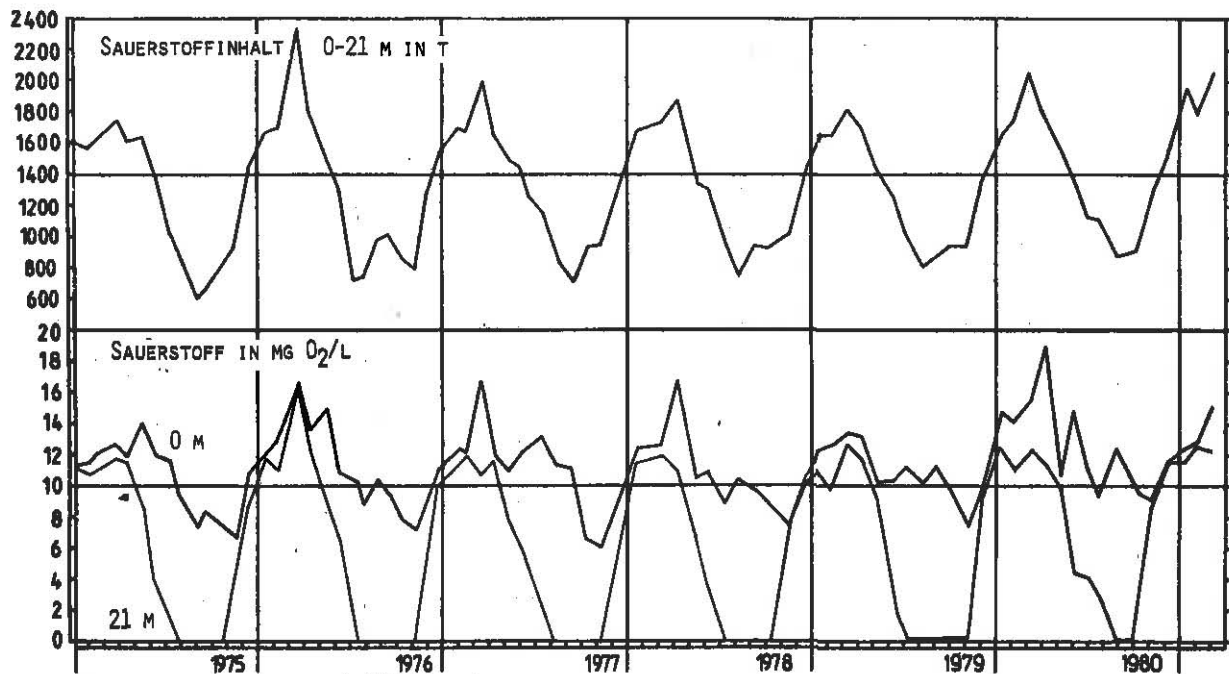


Bodensee - Untersee Gnadensee  
Thermik

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

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





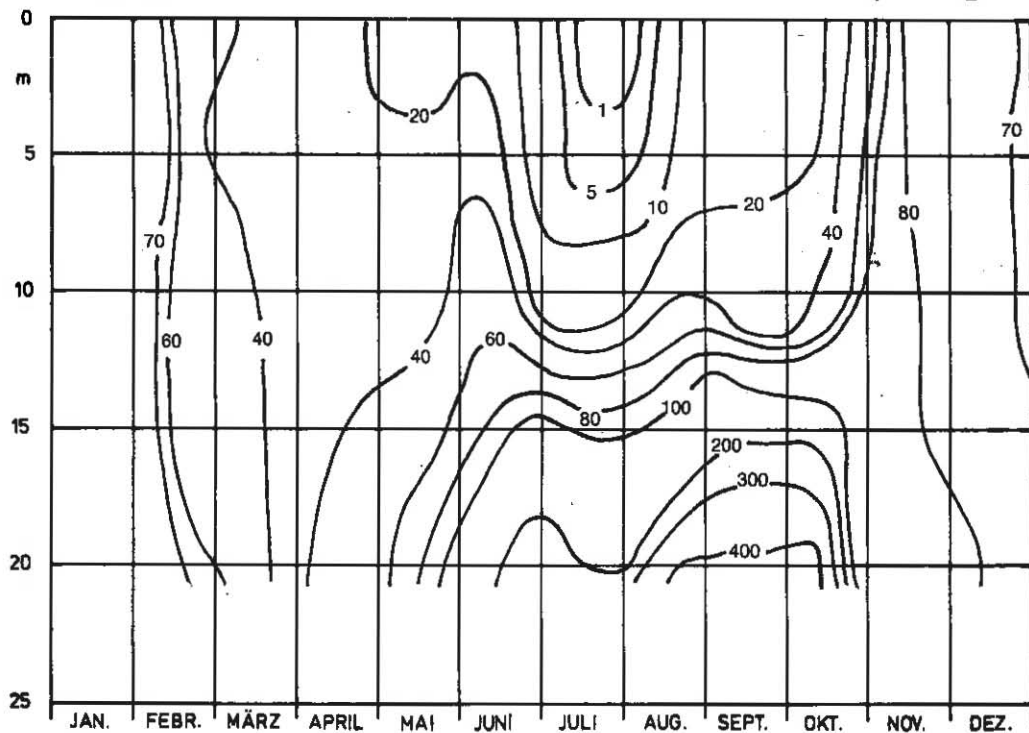
Bodensee - Untersee Gnadensee

Sauerstoffinhalt 0 - 21 m  
und Sauerstoffkonzentrationen 0 und 21 m

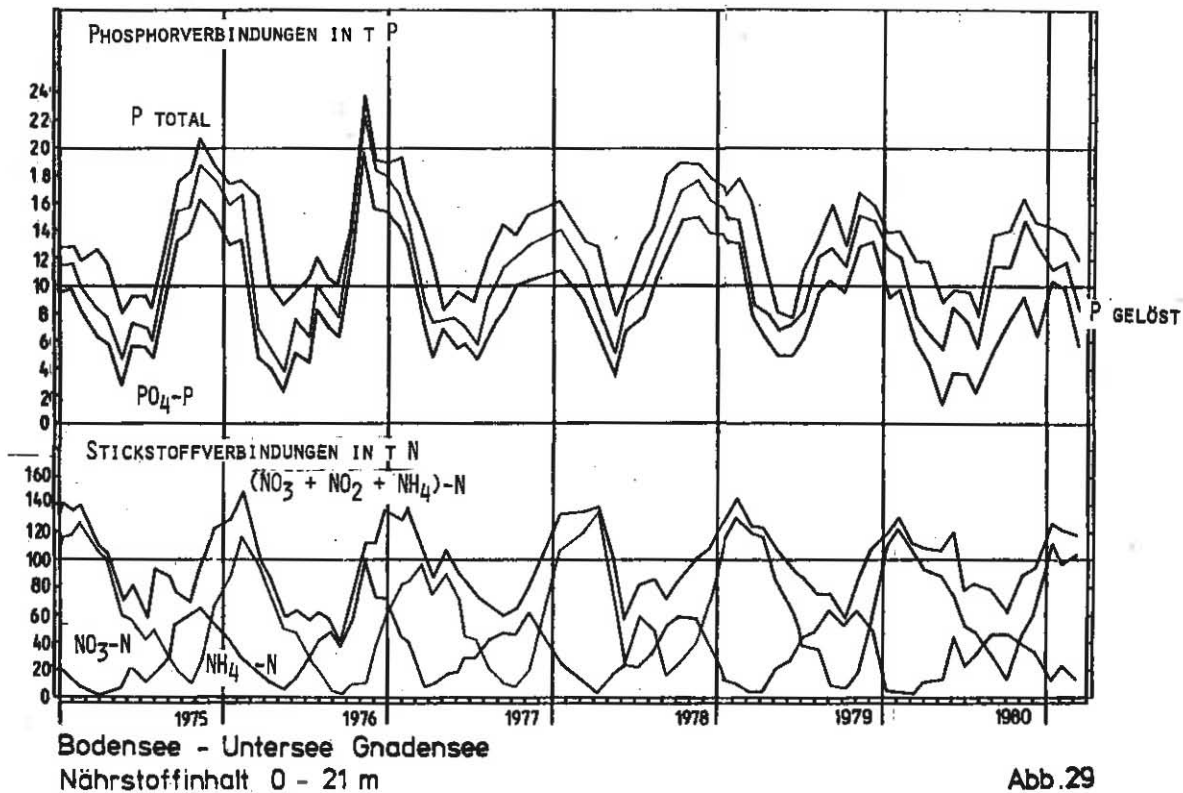
Abb.27

Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.28  
PO<sub>4</sub>-P mg/m<sup>3</sup>

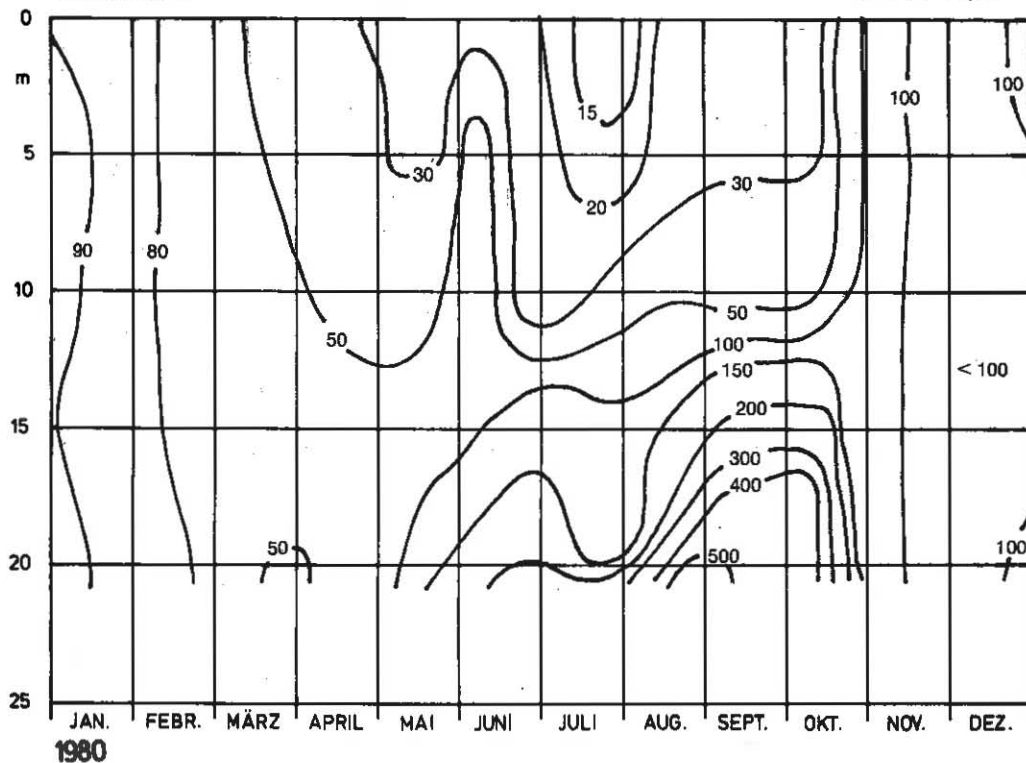


1980



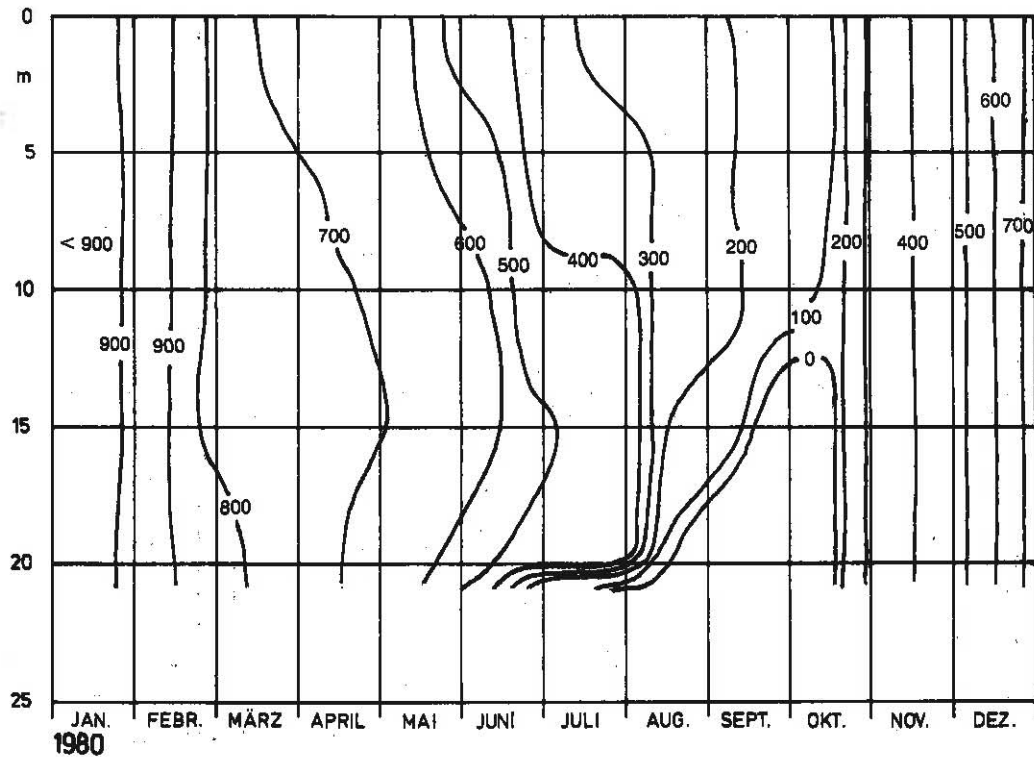
Bodensee - Untersee  
Gnadensee

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



Bodensee - Untersee  
Gnadensee

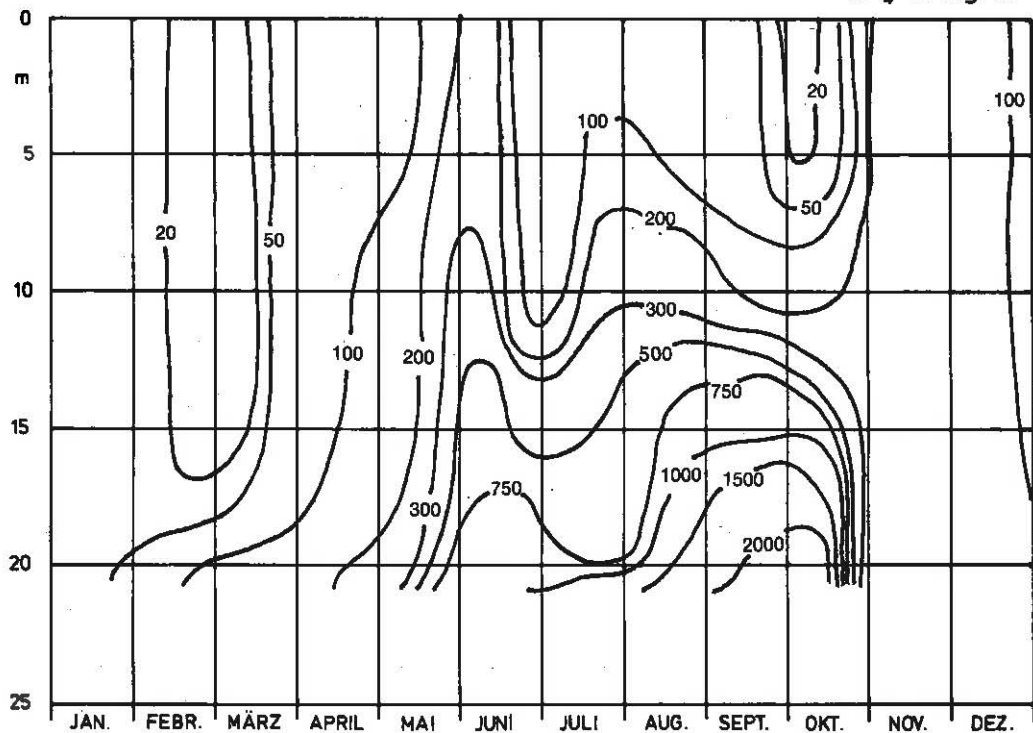
Abb.31  
NO<sub>3</sub>-N mg/m<sup>3</sup>



Bodensee - Untersee  
Gnadensee

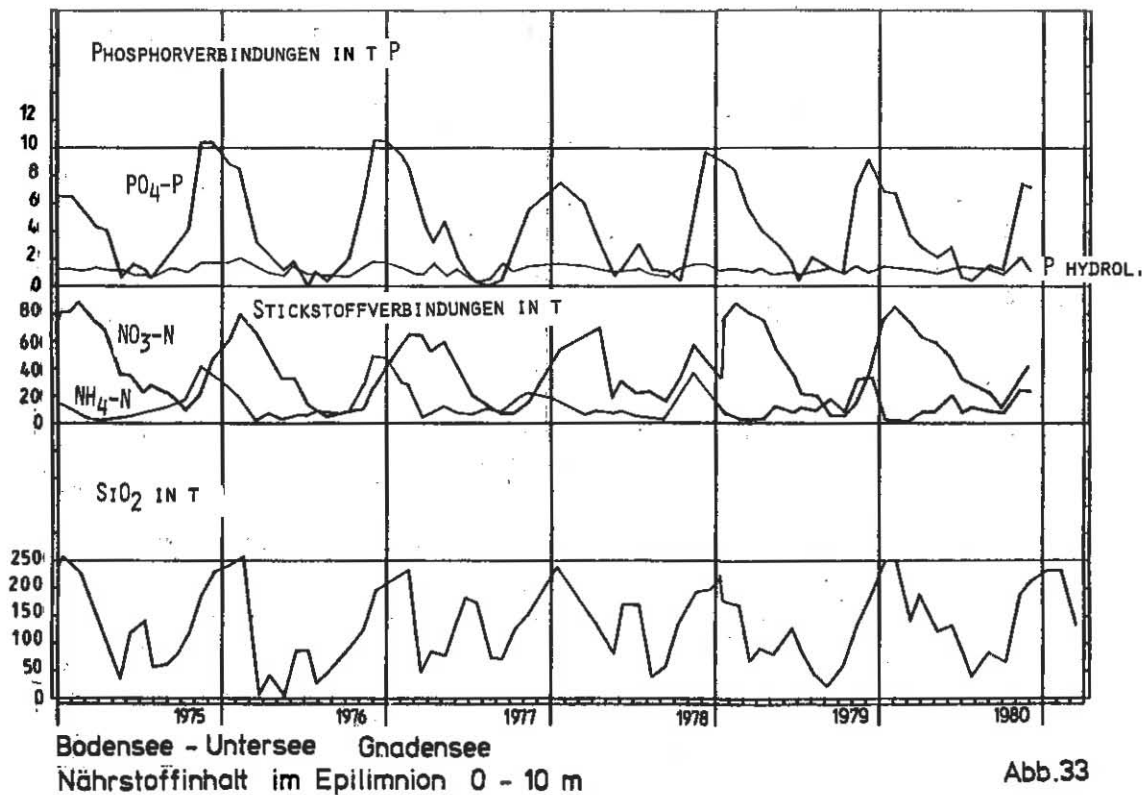
Abb.32

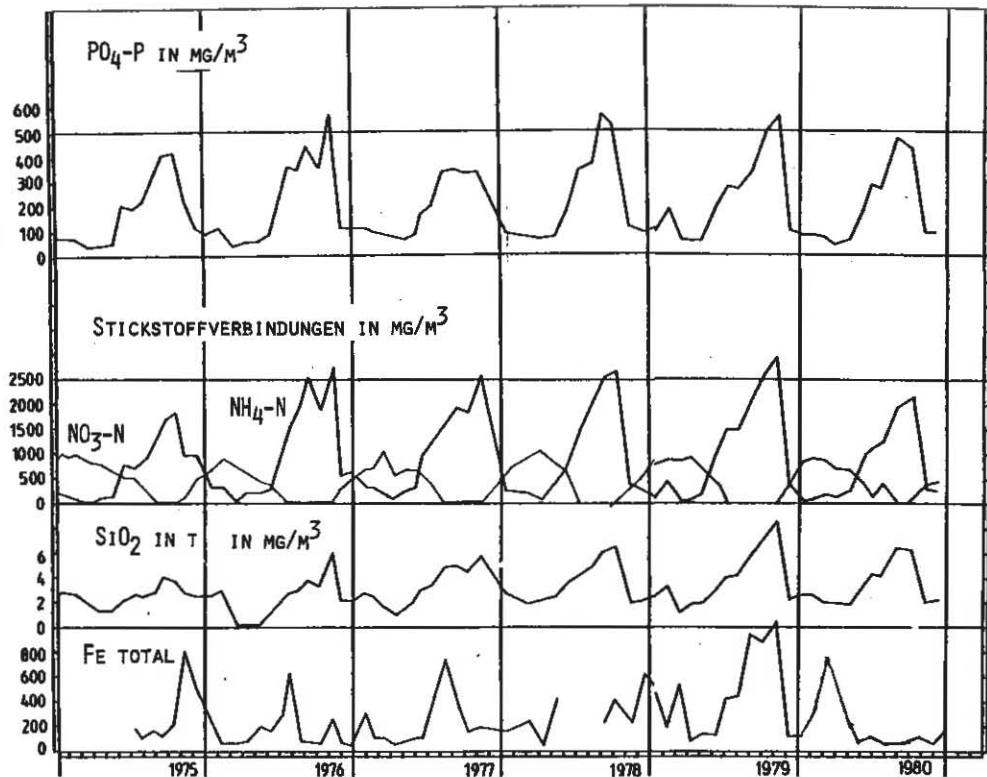
$\text{NH}_4\text{-N}$  mg/m<sup>3</sup>



1980





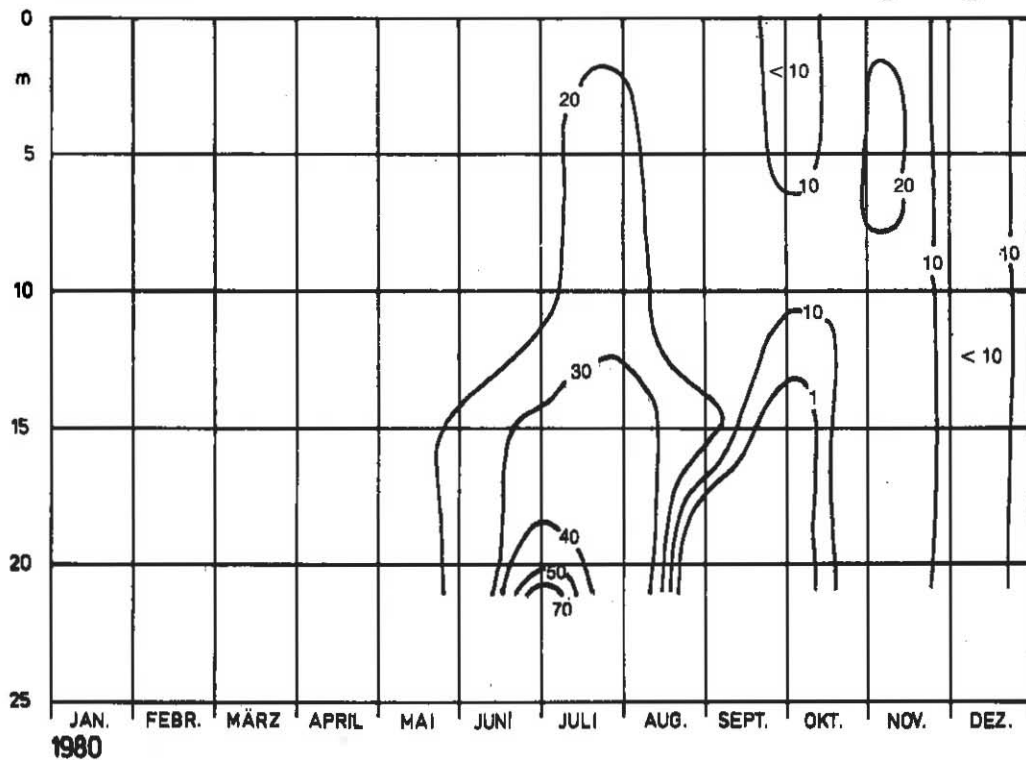


Bodensee - Untersee Gnadensee  
 Stoffkonzentrationen in 20 m Tiefe

Abb.34

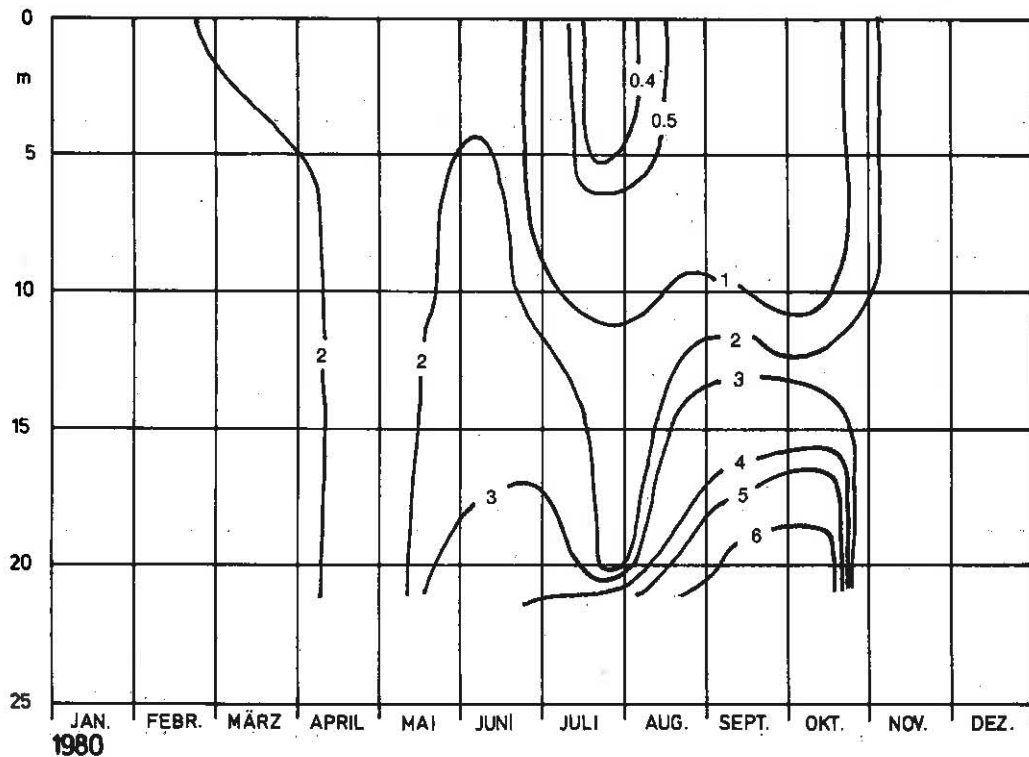
Bodensee - Untersee  
Gnadensee

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



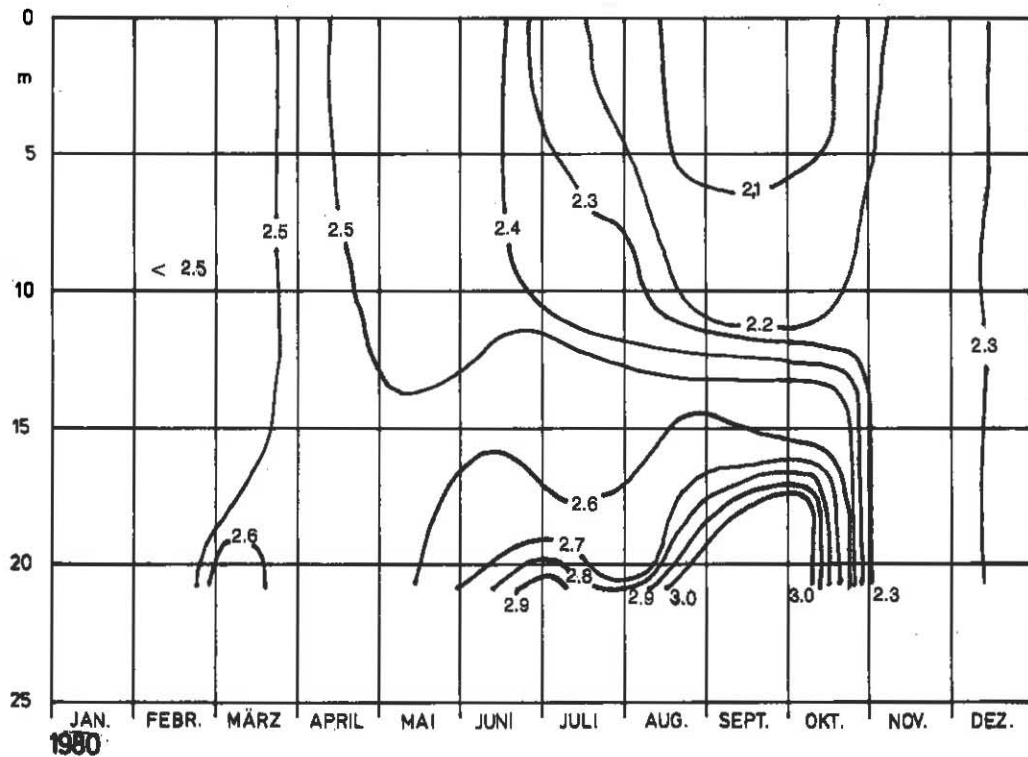
Bodensee - Untersee  
Gnadensee

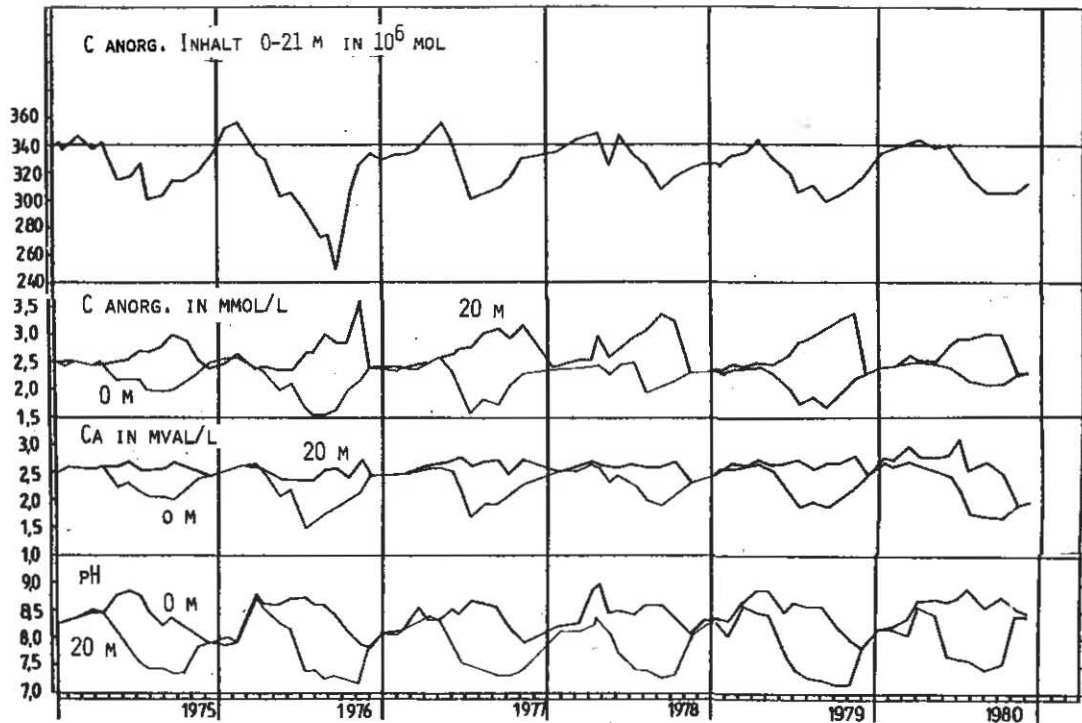
Abb.36  
SiO<sub>2</sub> mg/l



Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.37  
anorg. C mmol/l





Bodensee - Untersee Gnadensee

C anorganisch Inhalt 0 - 21 m

Konzentrationen C anorganisch, Ca und pH

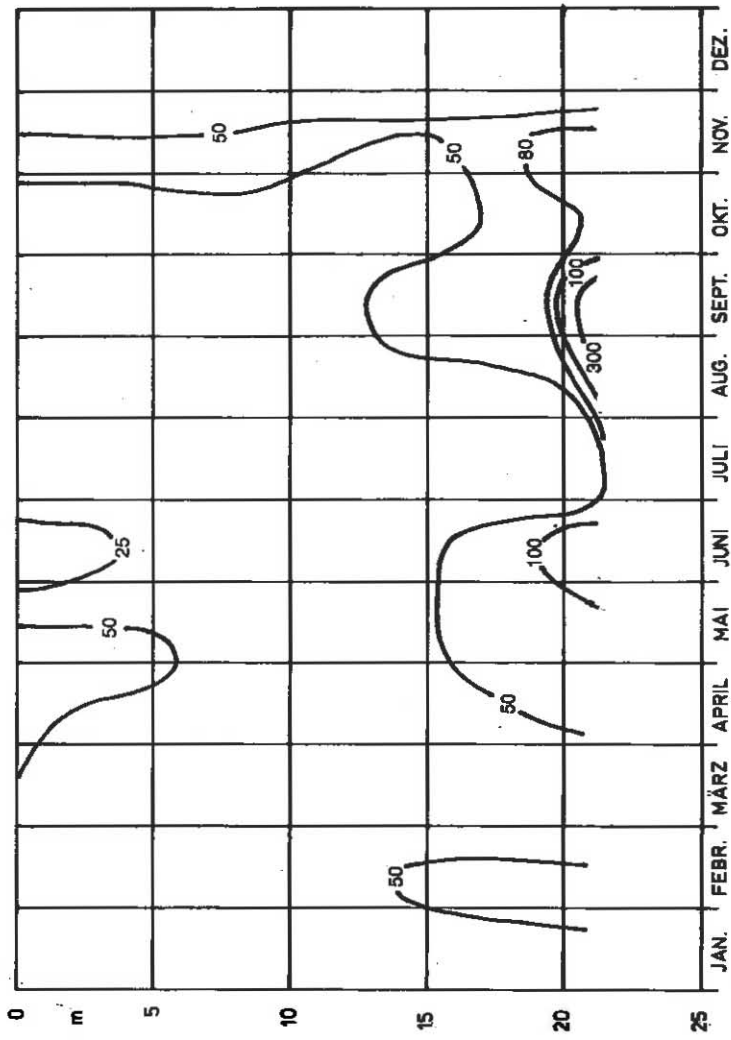
Abb.38

Bodensee - Untersee

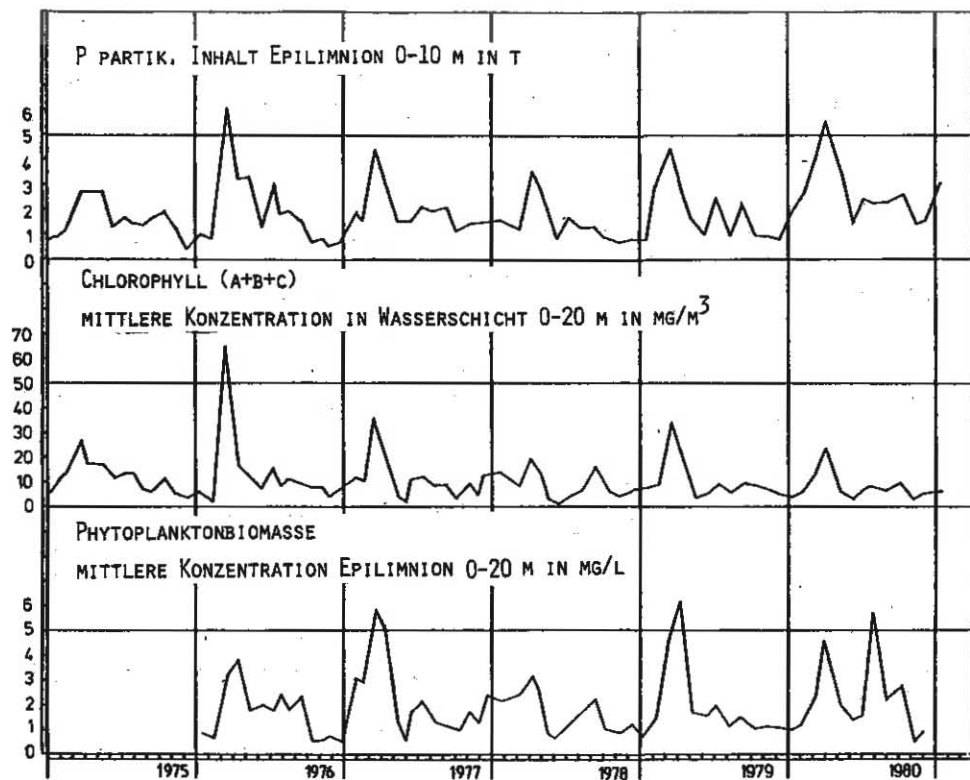
Abb.39

Gnadensee

Fe gelöst mg/m<sup>3</sup>



1980



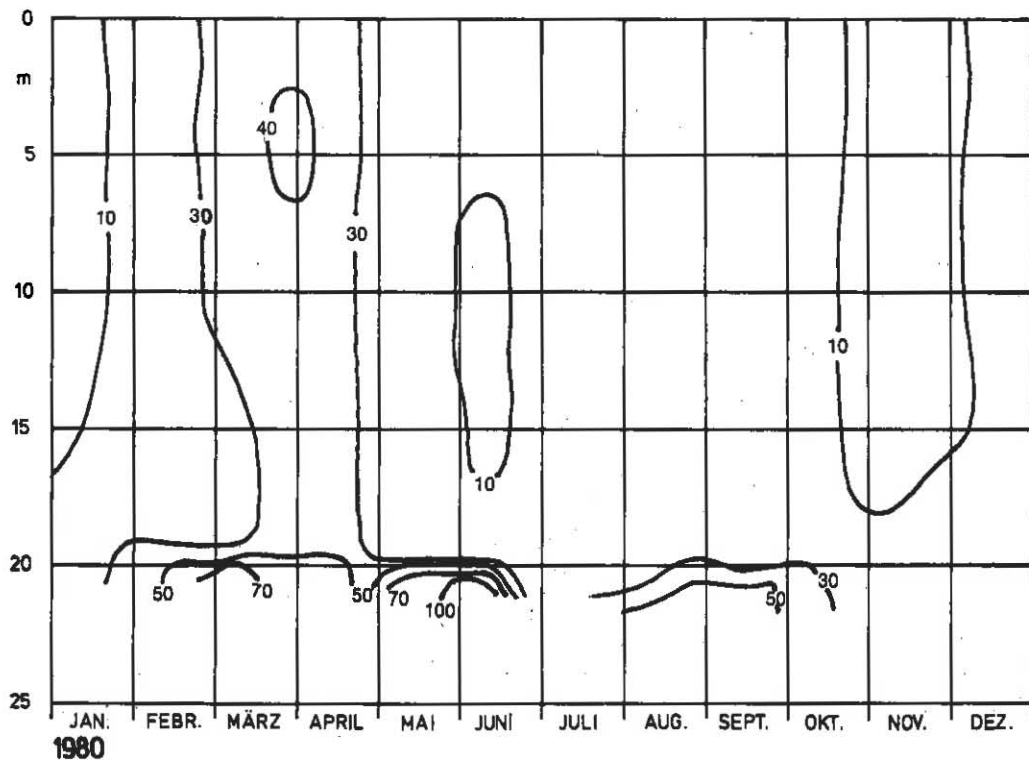
Bodensee - Untersee Gnadensee  
 Phytoplanktonbiomasse und chemische Biomasseindikatoren

Abb.40



Bodensee - Untersee  
Gnadensee

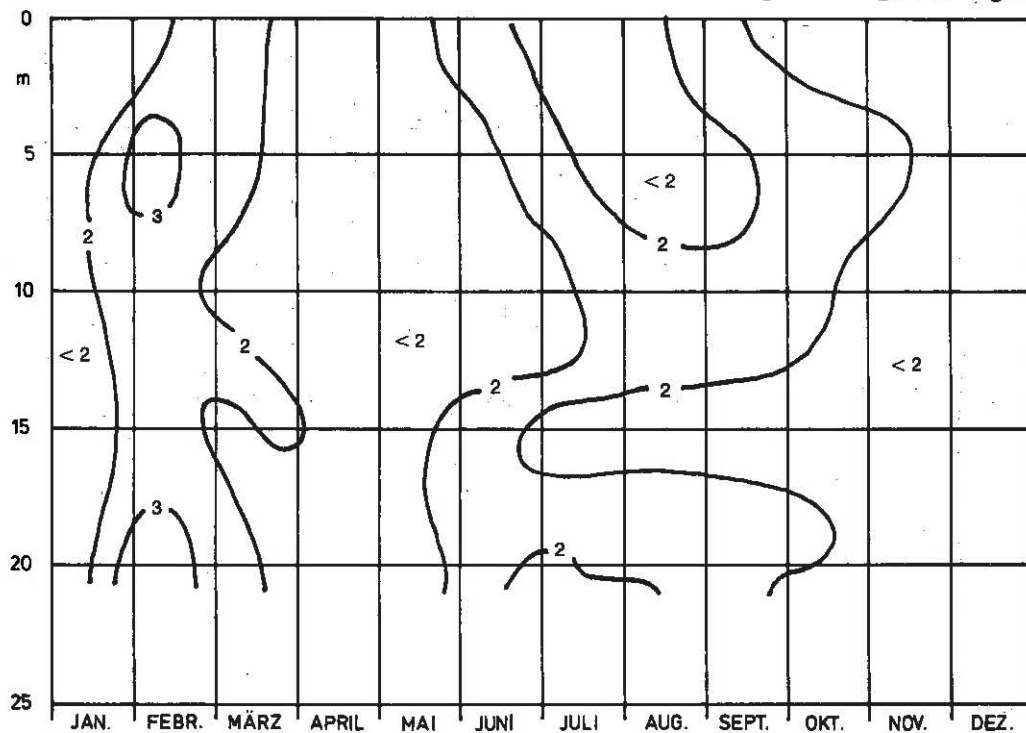
Abb.41  
Part.-P mg/m<sup>3</sup>



Bodensee - Untersee  
Gnadensee

Abb.42

C organisch gelöst mg/l



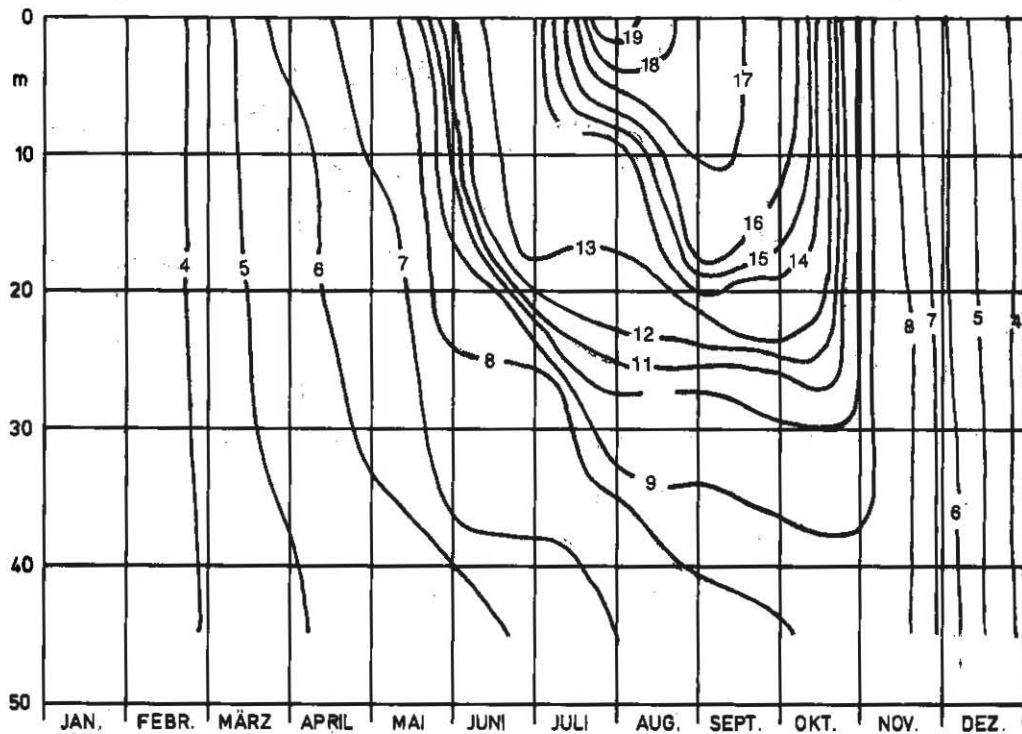
1980

Bodensee - Untersee

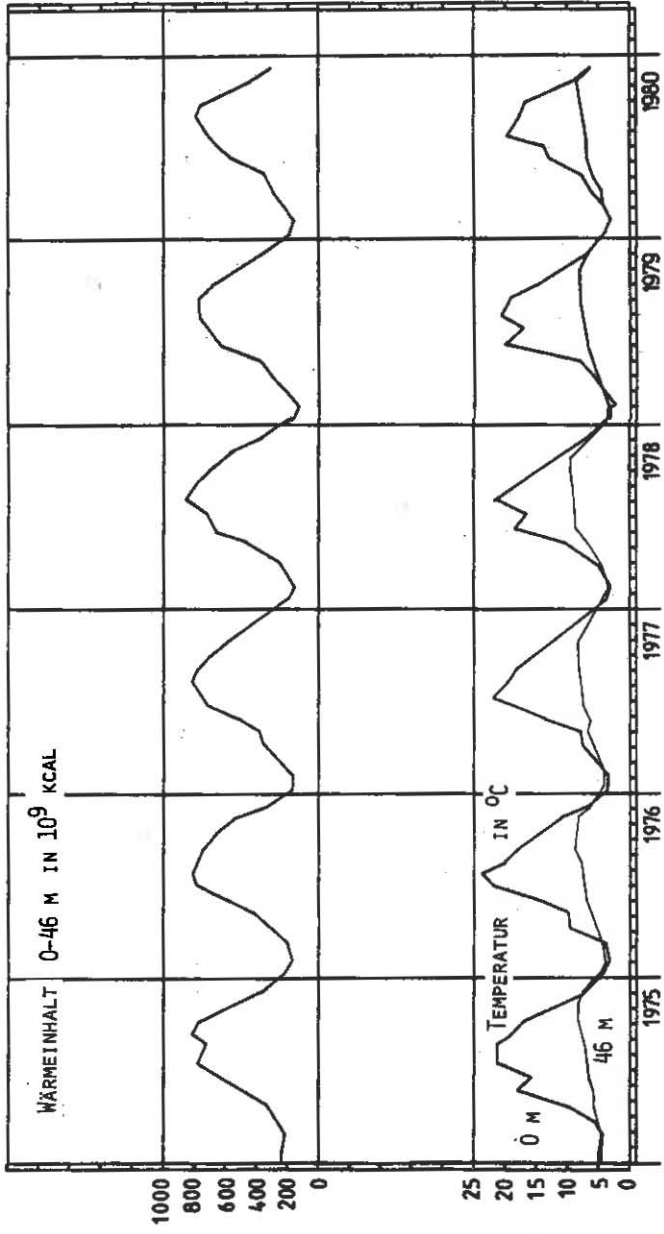
Berlingen

Abb.43

Temperatur °C



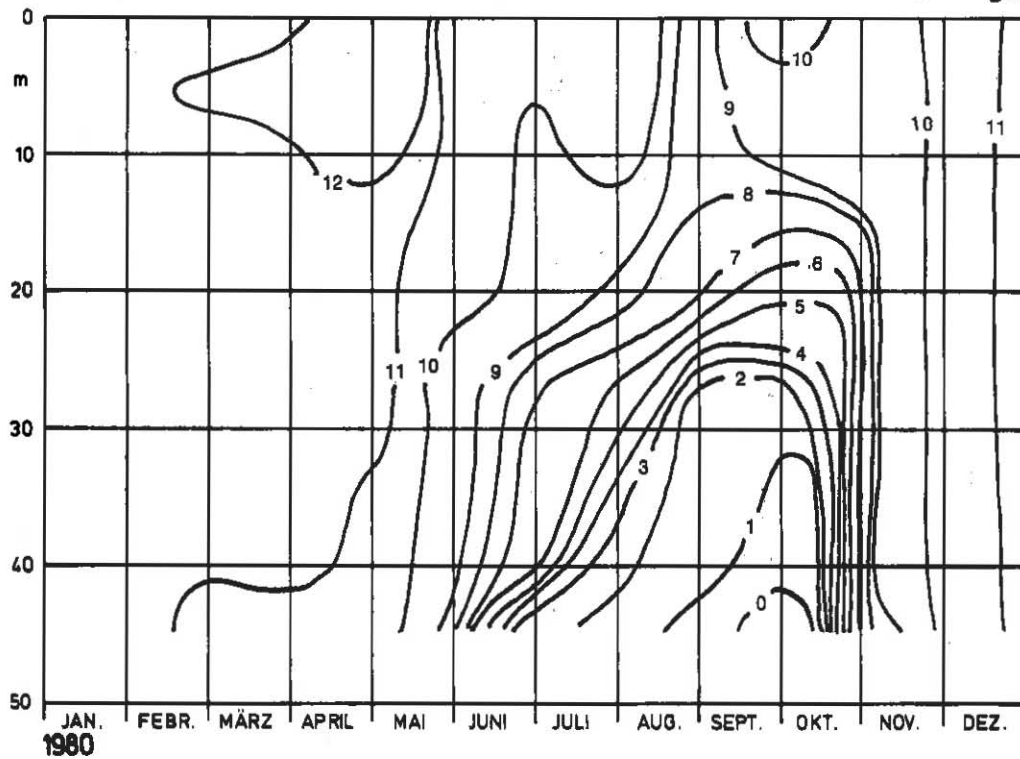
1980

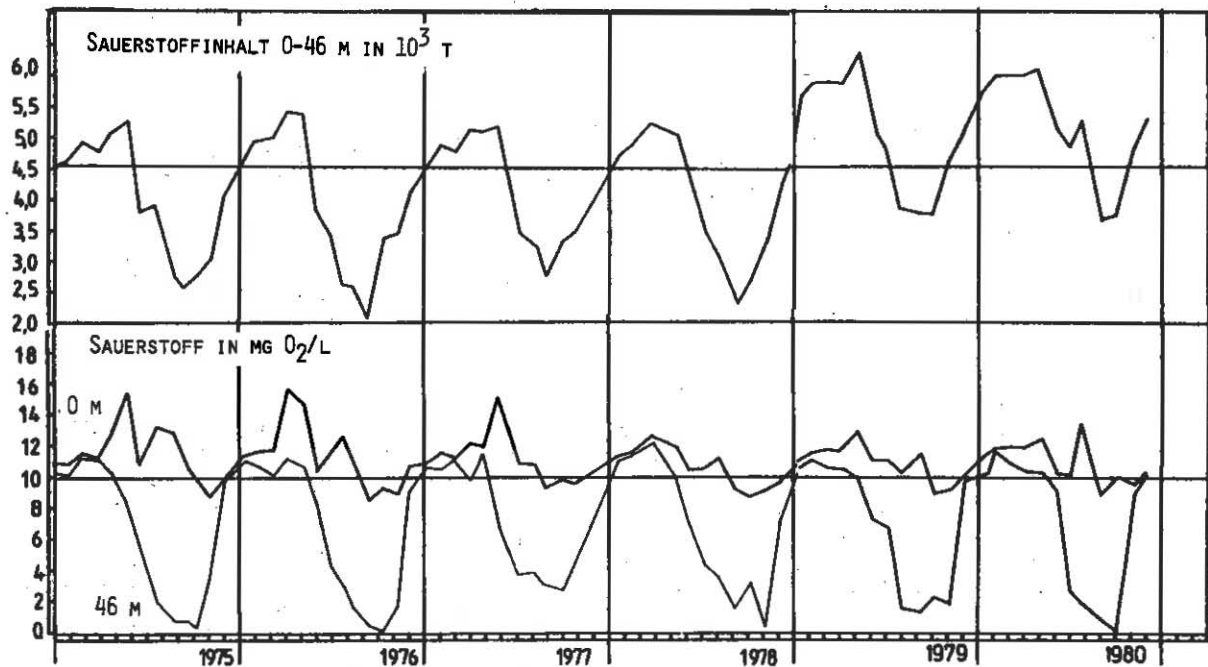


Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
Thermik

Bodensee - Untersee  
Berlingen

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



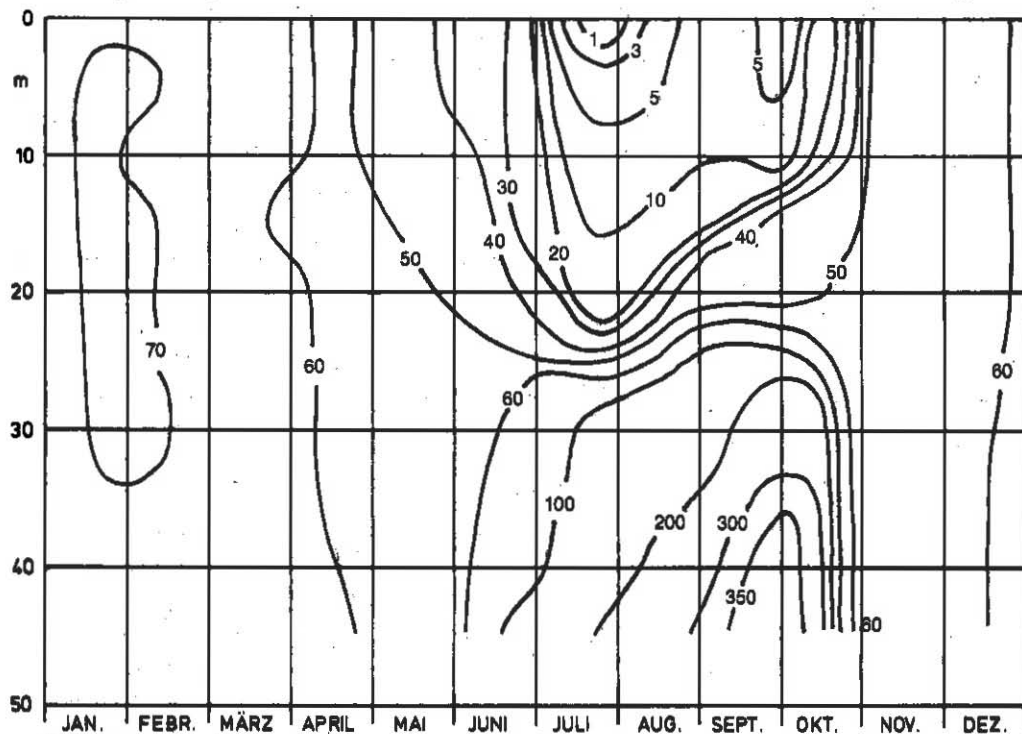


Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
 Sauerstoffinhalt 0 - 46 m  
 und Sauerstoffkonzentrationen 0 und 46 m

Abb.45

Bodensee - Untersee  
Berlingen

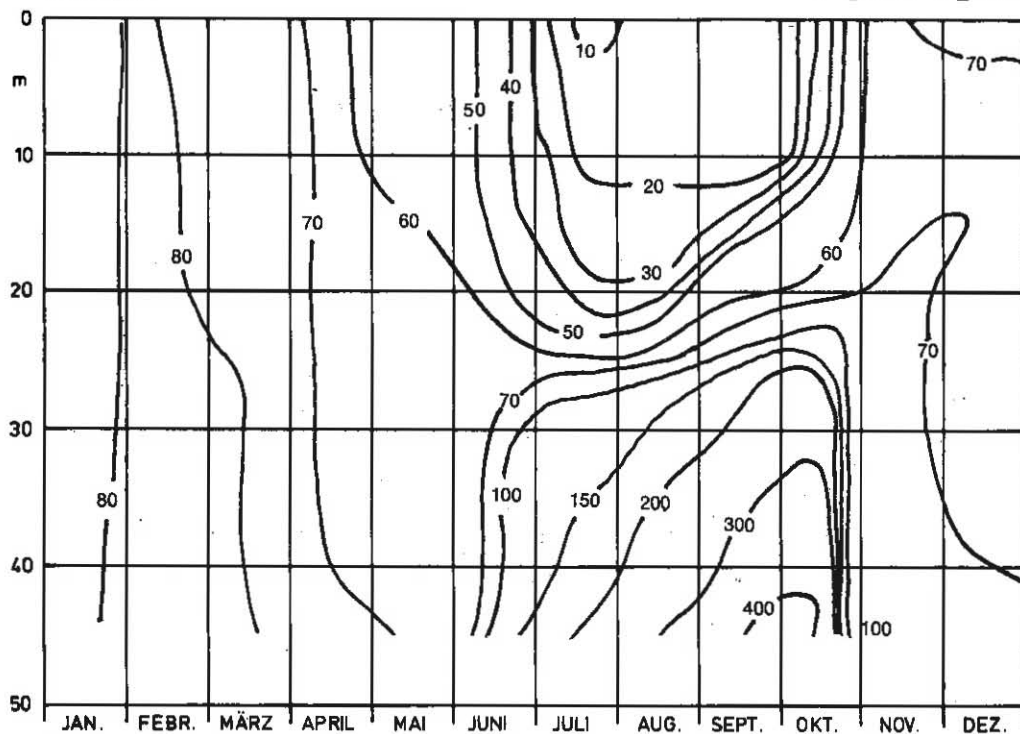
Abb. 47  
PO<sub>4</sub>-P mg/m<sup>3</sup>



1980

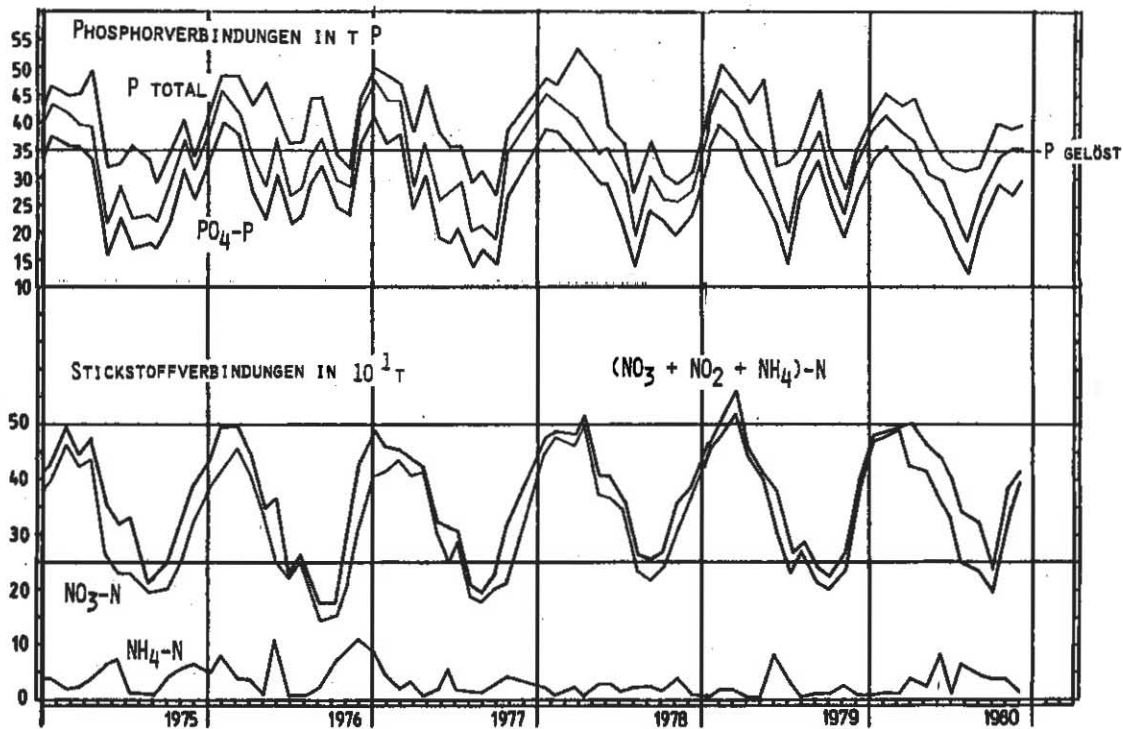
Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb.48  
P gelöst mg/m<sup>3</sup>

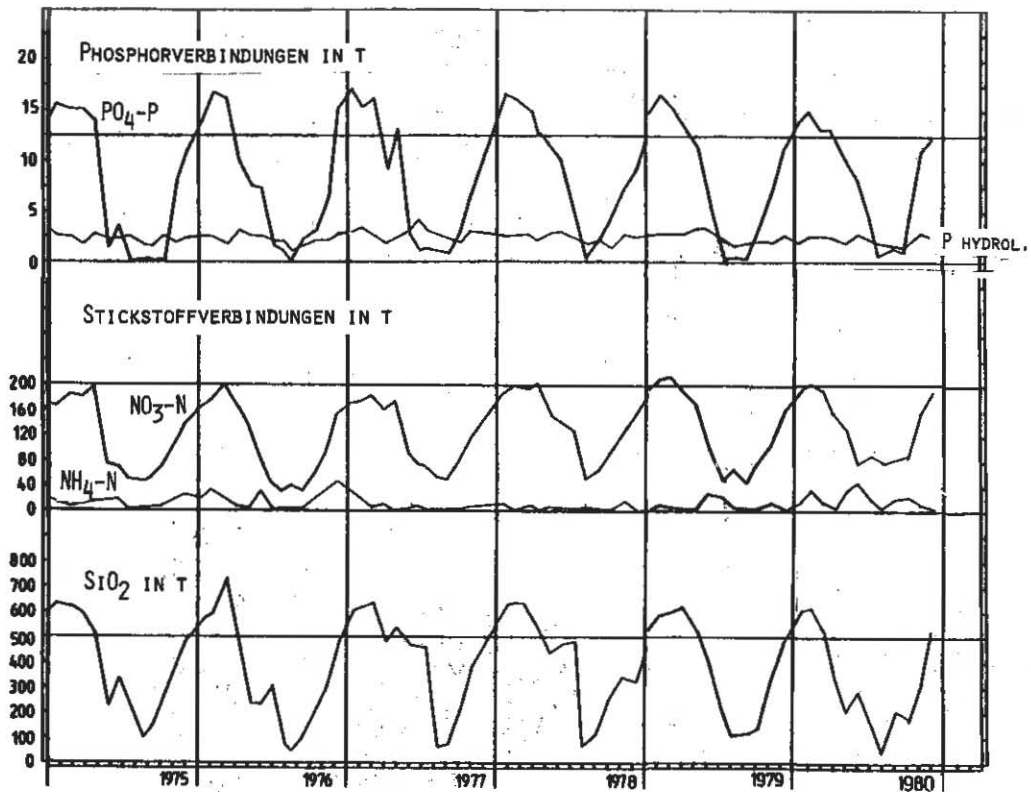


1980



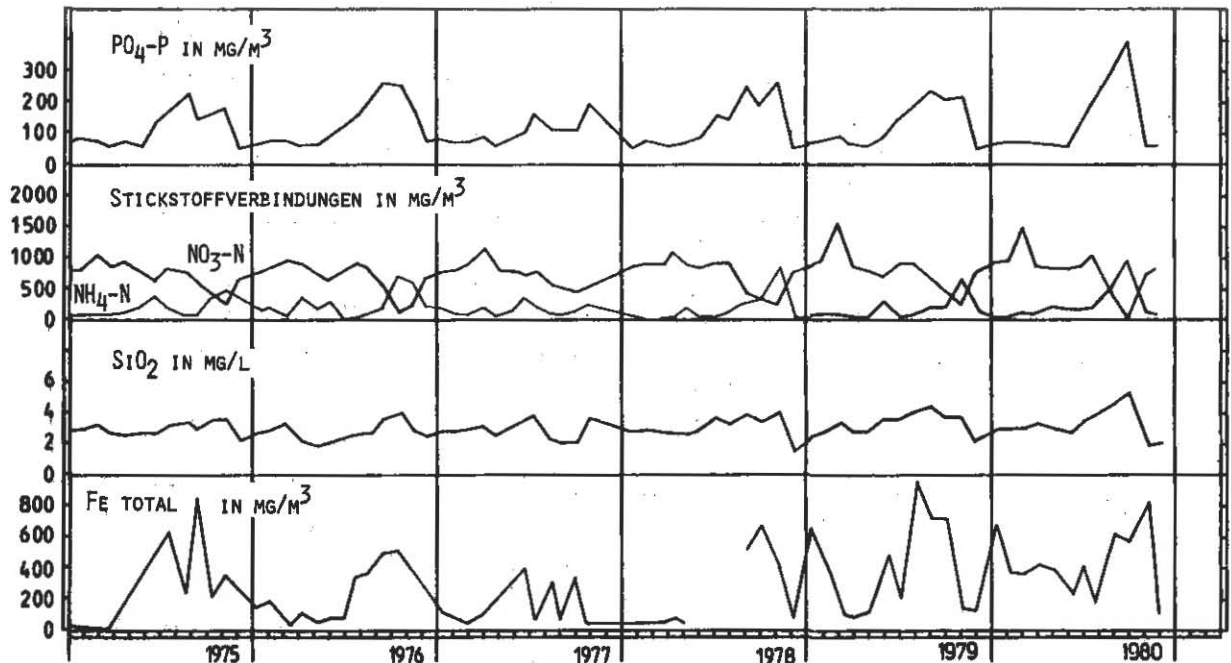


Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
 Nährstoffinhalt 0 - 46 m



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

Abb. 50



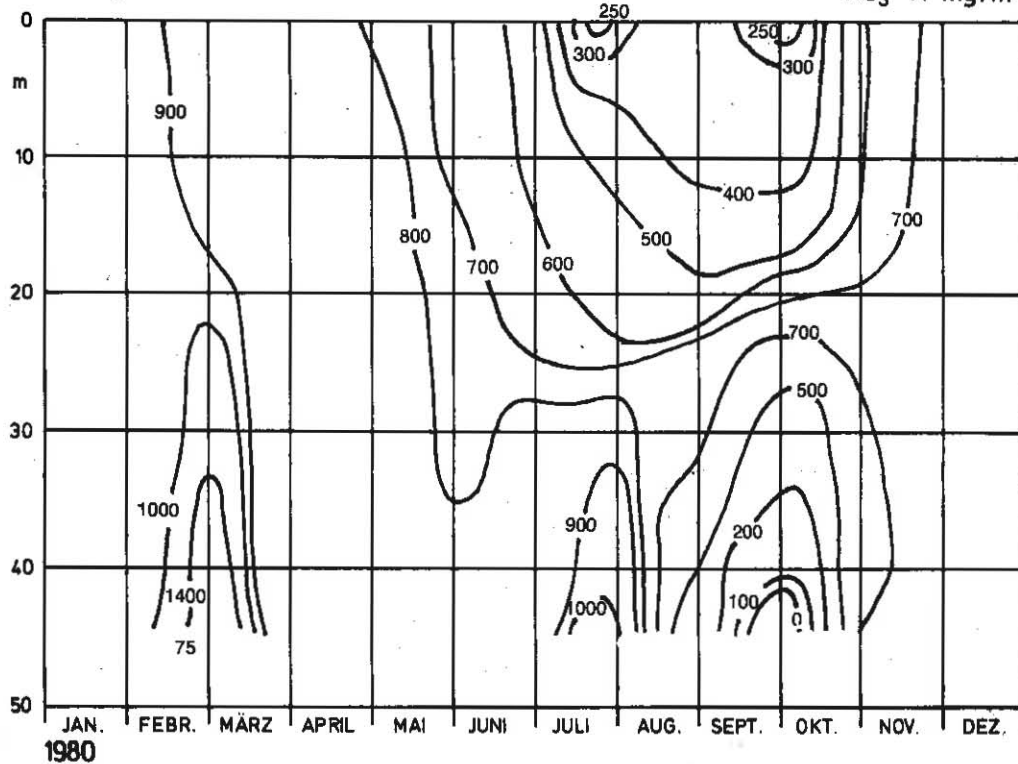
Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
 Stoffkonzentrationen in 46 m

Abb. 51

Bodensee - Untersee  
Berlingen

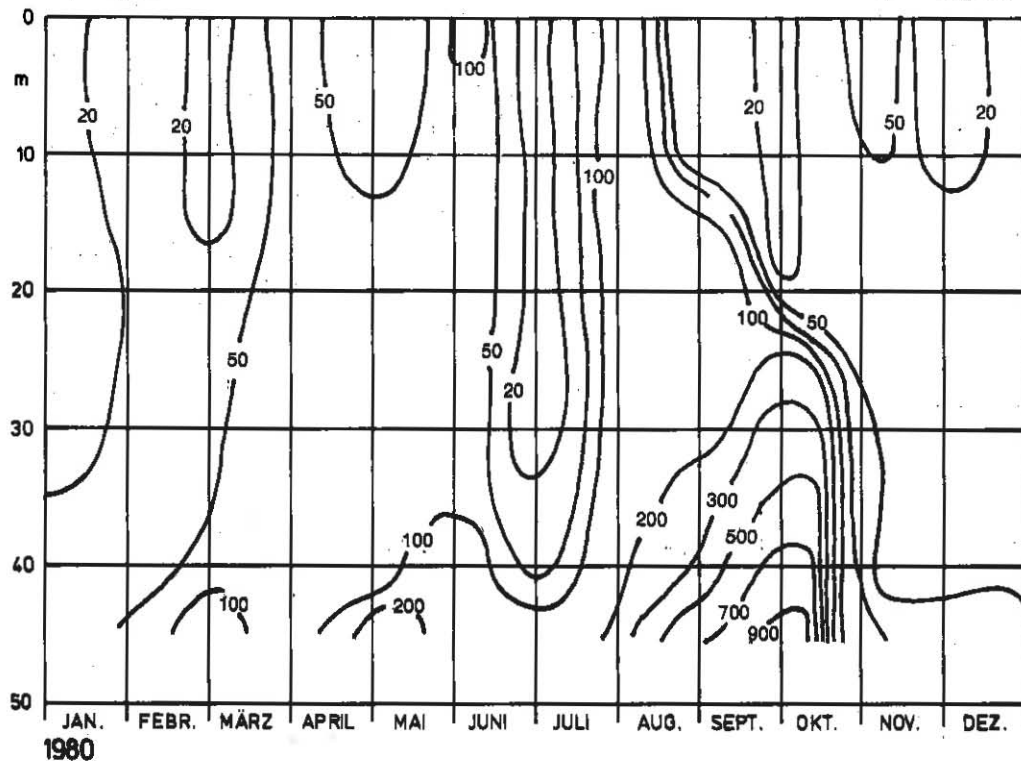
Abb.52

NO<sub>3</sub>-N mg/m<sup>3</sup>



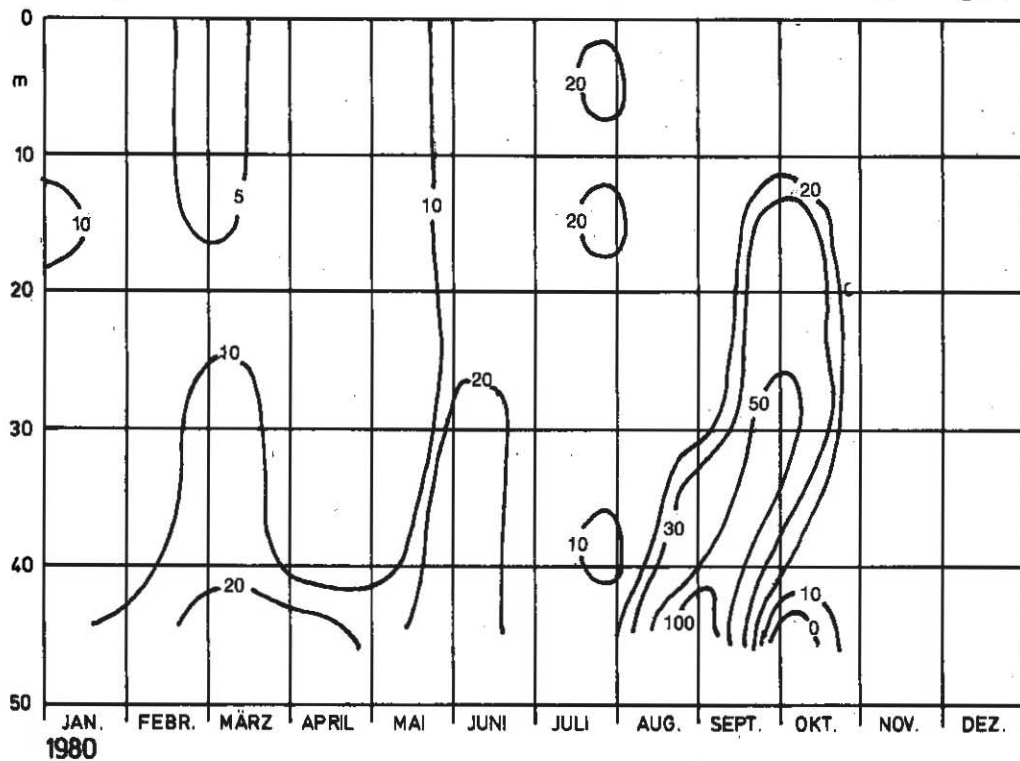
Bodensee - Untersee  
Berlingen

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



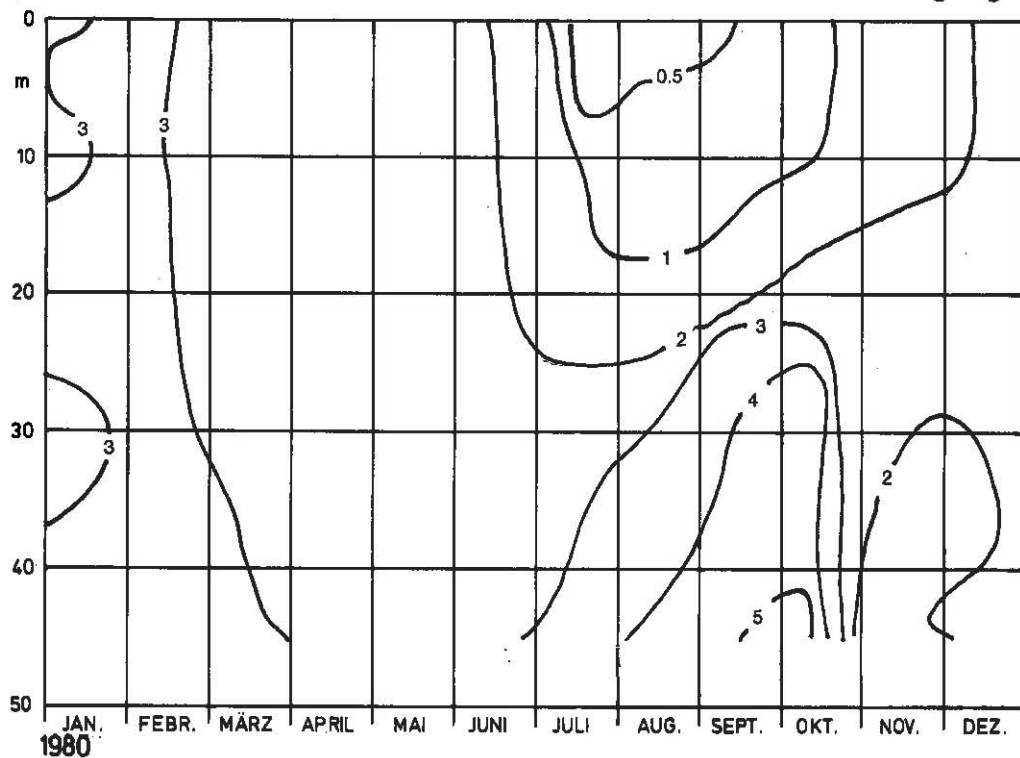
Bodensee - Untersee  
Berlingen

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



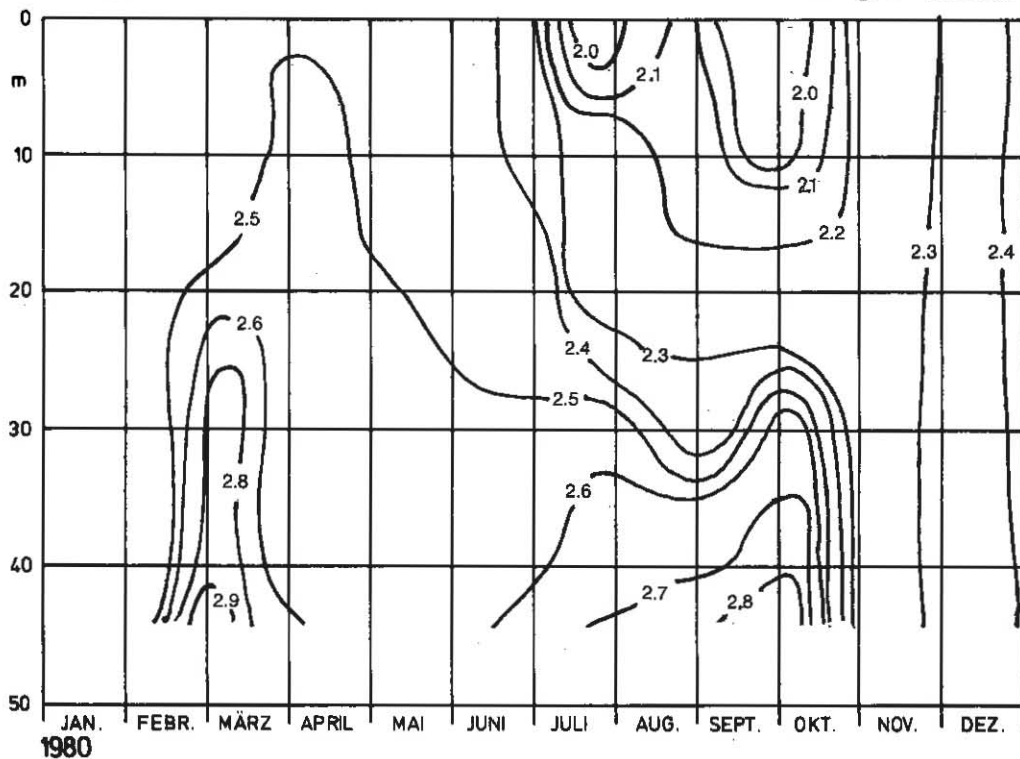
Bodensee - Untersee  
Berlingen

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

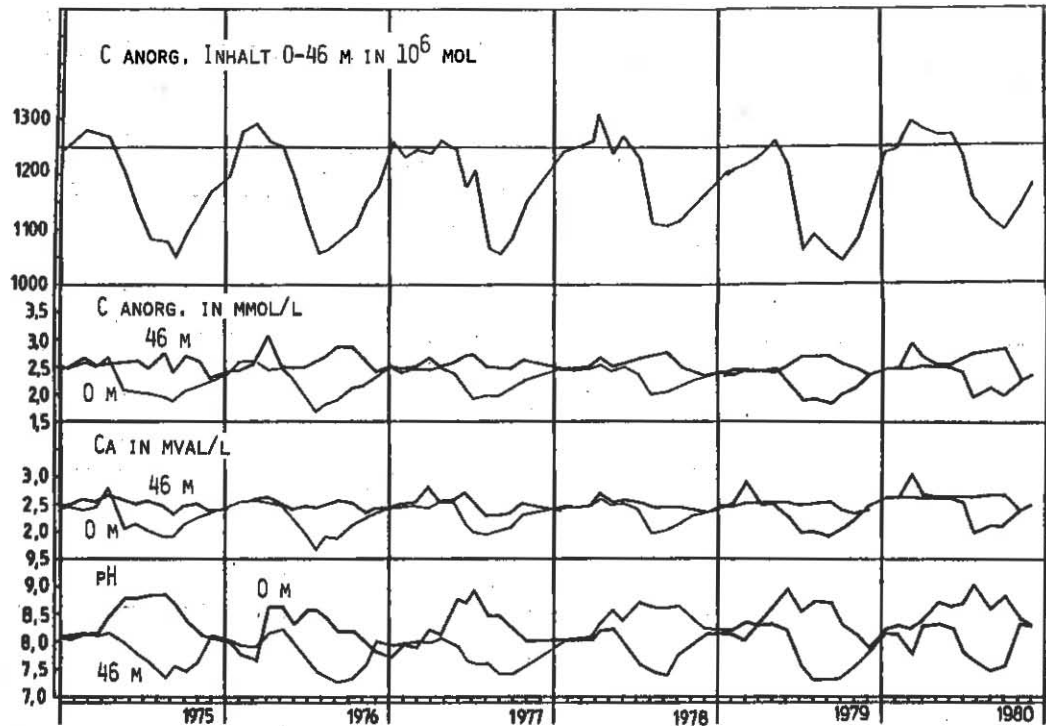


Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb.56  
anorg. C mmol/l



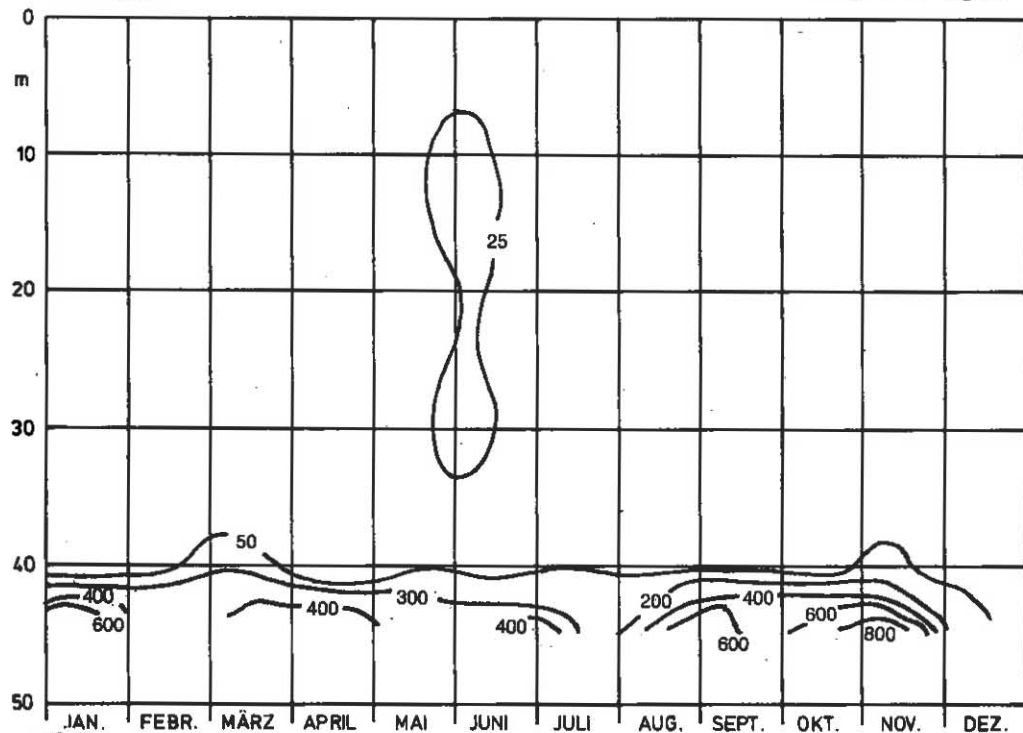




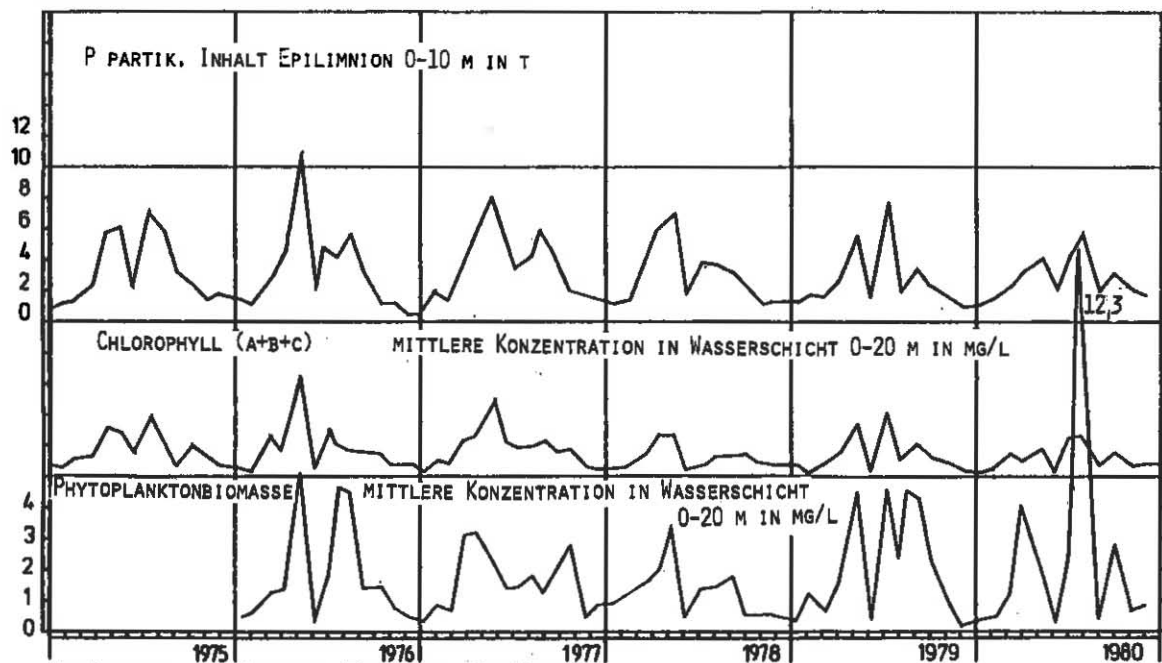
Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
 C: anorganisch Inhalt 0 - 46 m,  
 Konzentrationen C anorganisch, Ca und pH

Bodensee - Untersee  
Berlingen

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



1980



Bodensee - Untersee Rheinsee Berlingen  
 Phytoplanktonbiomasse und chemische Biomasseindikatoren

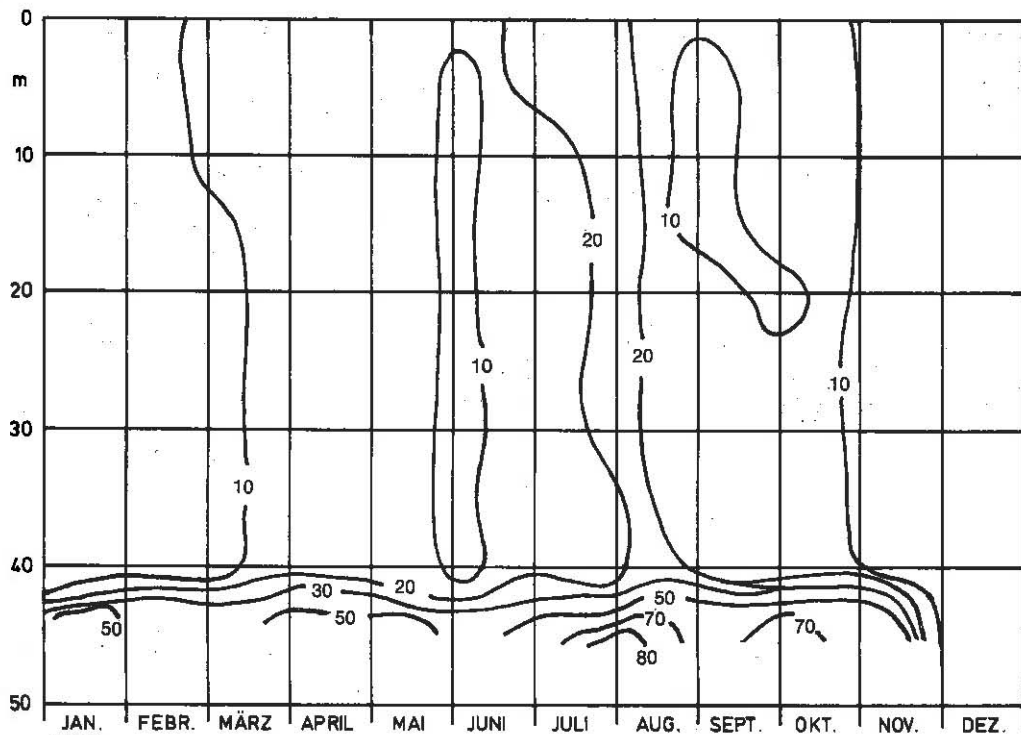
Abb.59

Bodensee - Untersee

Abb.60

Berlingen

Part.-P  $\text{mg}/\text{m}^3$

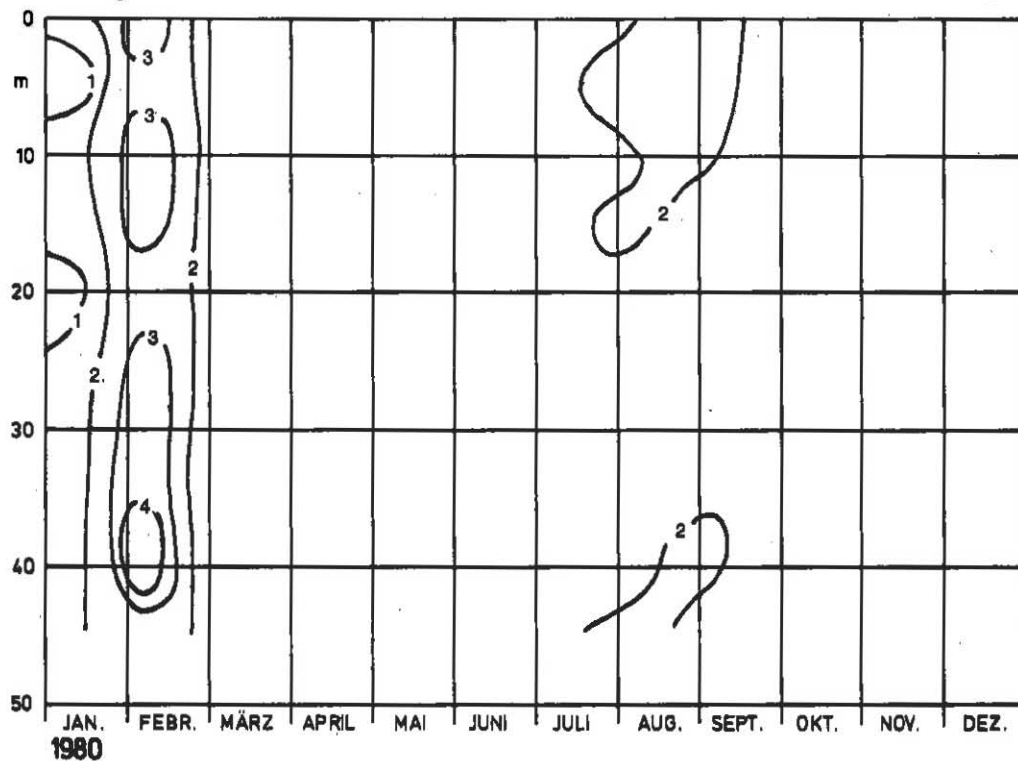


1980

Bodensee - Untersee  
Berlingen

Abb.61

C organisch gelöst mg/l



# Untersee Chlorophyll

Abb.62

Mittlere Konzentration in der Schicht  
von 0-20m Tiefe

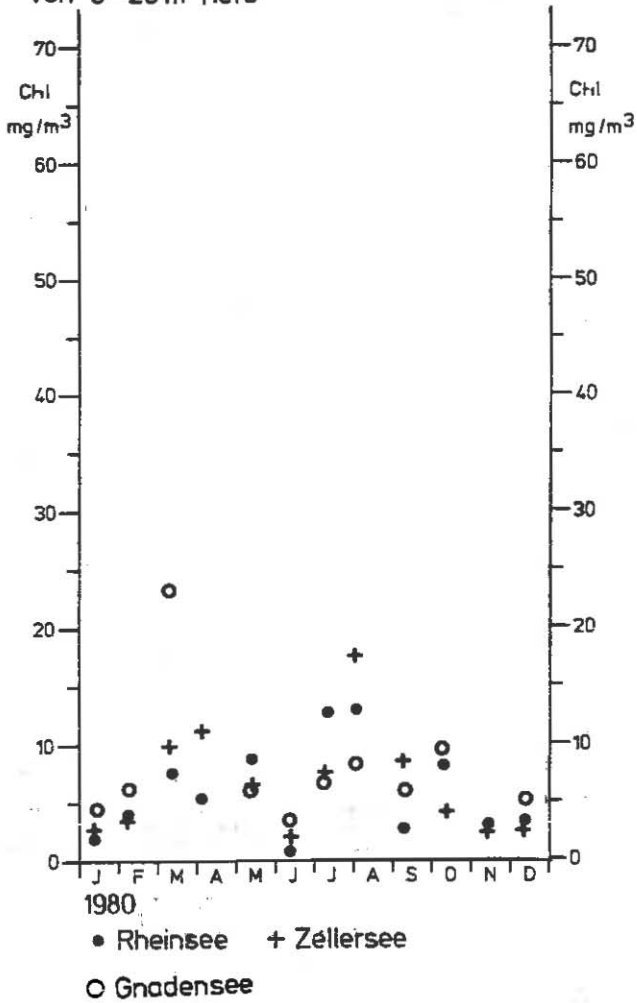


Tabelle 1 (1)

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 1980 bis März 1981  
 an den Stationen Fischbach-Uttwil (F), Langenargen-  
 Arbon (L), Bregenzer Bucht (B), Gnadensee (G), Zeller  
 See (Z) und Rheinsee bei Berlingen (R).

OBERSEE-STATIONEN

UNTERSEE-STATIONEN

15. 1.1980	F	L		9. 1.1980	G	Z	R
16. 1.			B	4. 2.	G	Z	R
5. 2.	F	L		3. 3.	G	Z	R
11. 2.			B	1. 4.	G	Z	R
4. 3.	F	L		5. 5.	G	Z	R
5. 3.			B	3. 6.			R
15. 4.	F	L		9. 6.	G	Z	
16. 4.			B	1. 7.	G	Z	R
6. 5.	F	L		28. 7.	G	Z	
8. 5.			B	1. 9.	G	Z	R
2. 6.	F	L		1.10.			R
11. 6.			B	6.10.	G	Z	
8. 7.	F			5.11.	G	Z	R
10. 7.			B	1.12.	G	Z	R
5. 8.	F	L		14. 1.1981	G	Z	R
6. 8.			B				
9. 9.	F	L					
10. 9.			B				
7.10.	F	L					
8.10.			B				
12.11.	F	L					
13.11.			B				
2.12.	F	L					
3.12.			B				

Tabelle 1 (2) Fortsetzung

OBERSEE-STATIONEN

13. 1.1981	F	L	
14. 1.			B
10. 2.	F	L	
11. 2.			B
9. 3.	F	L	
12. 3.			B
7. 4.	F	L	
8. 4.			B

Tabelle 1 (3)

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

Temperatur	F	L	B	G	Z	R
Leitfähigkeit bei 20°C	F	L	B	G	Z	R
pH	F	L	B	G	Z	R
Sauerstoff	F	L	B	G	Z	R
freies CO <sub>2</sub>				G	Z	R
Alkalinität	F	L		G	Z	R
Gesamthärte	F	L	B	G	Z	R
Kalzium	F	L		G	Z	R
Silikat	F	L		G	Z	R
Orthophosphat	F	L	B	G	Z	R
Phosphor gelöst (im Filtrat nach Aufschluss)	F	L	B	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	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)				G	Z	R
Organischer Kohlenstoff total (im Rohwasser)				G	Z	R
KMNO <sub>4</sub> -Verbrauch	F	L	B			
Chemischer Sauerstoff- bedarf (Bichromat)				G	Z	R
Extinktion bei 240 nm	F	L	B	G	Z	R

Berechnete Inhaltsstoffe:

pH korrigiert auf aktuelle Temperatur	F	L	B	G	Z	R
Sauerstoffsättigung in %	F	L	B	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
ausgefallener Kalk (nach Jacobson/Langmuir)	F	L		G	Z	R
Phosphor partikulär (P-TOT - P-FIL)	F	L	B	G	Z	R
Phosphor hydrolisierbar (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 1980

Zeitpunkt

Wärmeinhalt in  $10^{12}$  kcal

See total

Beginn Seejahr	238	15.4.80
Ende Seejahr	210	7.4.81
Maximum	347	September
Minimum	188	März

Wärmebilanz in  $10^{12}$  kcal

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	-28
vom 15.4.-9.9.80	+109
vom 9.9.80-7.4.81	-159

Messwerte in °C

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

Maximum	21,4	August
Minimum	3,9	März

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	4,6	September
Minimum	3,9	März, April

Tabelle 3

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil)		Seejahr 1980
Sauerstoff		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ t		
See total		
Beginn Seejahr	537	15.4.80
Ende Seejahr	568	7.4.81
Maximum	568	April 81
Minimum	459	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	61	April 81
Minimum	46	September
Hypolimnion (200-252,5 m)		
Maximum	13,9	Januar 81
Minimum	10,6	November
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+31	
vom 15.4.-7.10.80	-78	
vom 7.10.80-7.4.81	+109	
<u>Messwerte</u> in mg O <sub>2</sub> /l		
"0" m		
Maximum	14,3 (122%S)	April 81
Minimum	10,8	Januar 81
Metalimnion (20 m)		
Minimum	8,4	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	14,6	April 81
Minimum	10,5	September-November
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	11,0	März 81
Minimum	5,3	November

Tabelle 4

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Utiwil) Seejahr 1980  
 Orthophosphat

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t

See total

Beginn Seejahr	3490	15.4.80
Ende Seejahr	3680	7.4.81
Maximum	3680	April 81
Minimum	2570	Dezember

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	315	März 81
Minimum	1	Oktober

Stoffbilanz total in t

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	+190
vom 15.4.-2.12.80	-920
vom 2.12.80-7.4.81	+1110

Messwerte in mg  $PO_4$ -P/m<sup>3</sup>

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

Maximum	73	Februar, März 81
Minimum	1	Juli, August

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	115	November
Minimum	76	Februar 81

Tabelle 5

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980

Phosphor gelöst

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t</u>		
See total		
Beginn Seejahr	3860	15.4.80
Ende Seejahr	3780	7.4.81
Maximum	3860	April 80
Minimum	3160	Dezember
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	353	März 81
Minimum	44	September
Hypolimnion (200-252,5 m)		
Maximum	157	Oktober
Minimum	128	Dezember
<u>Stoffbilanz total in t</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-80	
vom 15.4.-2.12.80	-700	
vom 2.12.80-7.4.81	+520	
<u>Messwerte in mg P/m<sup>3</sup></u>		
"O" m		
Maximum	72	April 80
Minimum	10	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	80	April 80
Minimum	9	September
in Seebodennähe /250 m)		
Maximum	125	Dezember
Minimum	76	Februar



Tabelle 6

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980  
 Phosphor hydrolisierbar

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t

See total

Maximum	730	August
Minimum	200	November

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

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

Maximum	21	Juli
Minimum	1	Februar

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	26	August
Minimum	1	März

Tabelle 7

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil)		Seejahr 1980
Phosphor total (gelöst + partikulär)		
		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t		
See total		
Beginn Seejahr	3890	15.4.80
Ende Seejahr	4100	7.4.81
Maximum	4100	März, April 81
Minimum	3250	Dezember
<u>Stoffbilanz total</u> in t		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+210	
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	85	April 80, März 81
Minimum	21	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	85	April 80
Minimum	19	September
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	126	Dezember
Minimum	85	März 81

Tabelle 8

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil)		Seejahr 1980
Nitrat		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ t N		
See total		
Beginn Seejahr	44,1	15.4.80
Ende Seejahr	42,5	7.4.81
Maximum	45,4	Februar 81
Minimum	35,9	Dezember
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	4,1	Februar
Minimum	1,3	August
Hypolimnion (200-252,5 m)		
Maximum	1,9	April 80
Minimum	1,2	Dezember
<u>Stoffbilanz total</u> in t N		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-1600	
<u>Messwerte</u> in $\text{mg NO}_3\text{-N/m}^3$		
"0" m		
Maximum	920	Februar
Minimum	260	August
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	960	Januar, Februar 81
Minimum	260	August
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	990	Januar
Minimum	800	Dezember

Tabelle 9

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil)

Seejahr 1980

Ammonium

Zeitpunkt

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

See total

Beginn Seejahr	940	15.4.80
Ende Seejahr	190	7.4.81
Maximum	1170	Juni
Minimum	20	Mai

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

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

Maximum	90	Juni
Minimum	<10	Mai, Januar 81, März 81

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	20	Juni, Juli
Minimum	<10	August-Januar 81

Tabelle 10

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil)

Seejahr 1980

Nitrit

Zeitpunkt

Messwerte in mg  $\text{NO}_2\text{-N/m}^3$ 

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

Maximum	25	Juli
Minimum	<1	Mai, Januar 81

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	2	Mai, Juni, Februar 81, März 81
Minimum	<1	April 80, Juni, September

Tabelle 11

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980

Kieselsäure

Zeitpunkt

Stoffinhalt in  $10^3$  t  $\text{SiO}_2$ 

See total

Beginn Seejahr	167	15.4.80
Ende Seejahr	144	7.4.81
Maximum	167	April 80
Minimum	100	August

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	14	April 80
Minimum	1	August

Stoffbilanz total in  $10^3$  t  $\text{SiO}_2$ 

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	-23	
---------------------	-----	--

Messwerte in mg  $\text{SiO}_2/1$ 

"0" m

Maximum	3,1	April 80
Minimum	0,3	August

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	3,3	April 80
Minimum	0,3	August

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	6,2	Dezember
Minimum	3,4	August

Tabelle 12

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil)		Seejahr 1980
Anorganischer Kohlenstoff		
		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^6$ kmol		
See total		
Beginn Seejahr	118	15.4.80
Ende Seejahr	118	7.4.81
Maximum	120	Mai
Minimum	115	Dezember
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	10,8	Mai
Minimum	8,5	August
Hypolimnion (200-252,5 m)		
Maximum	3,8	August
Minimum	3,6	Januar
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^6$ kmol		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	0	
<u>Messwerte</u> in mmol C/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,50	Mai
Minimum	1,89	August
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	2,72	Oktober
Minimum	2,50	Februar 81

## Tabelle 13

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil)

Seejahr 1980

Kalzium

Zeitpunkt

Stoffinhalt in  $10^6$  kval

See total

Beginn Seejahr	118	15.4.80
Ende Seejahr	120	7.4.81
Maximum	122	Mai
Minimum	113	Januar

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	11	Mai
Minimum	8	August

Hypolimnion (200-252,5 m)

Maximum	3,8	Oktober
Minimum	3,6	Juni

Stoffbilanz total in  $10^6$  kval

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	+2	
---------------------	----	--

Messwerte in mval Ca/l

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

Maximum	2,52	Mai
Minimum	1,81	August

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	2,61	Oktober
Minimum	2,38	Januar, Februar 81

Tabelle 14

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980

pH

Zeitpunkt

Messwerte in pH-Einheiten

"O" m

Maximum	8,89	Juli
Minimum	8,11	Februar 81

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	8,89	Juli
Minimum	8,10	Februar 81

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	8,03	Februar
Minimum	7,66	Dezember

Tabelle 15

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980

Phosphor partikulär

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t P

See total

Maximum	262	August
Minimum	189	November

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	104	Juli
Minimum	10	August

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

"O" m

Maximum	32	Juli
Minimum	1	Dezember

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	32	Juli
Minimum	<1	August

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	6	Februar 81
Minimum	<1	April 80, Juni, Juli, November



Tabelle 16

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980  
Stickstoff partikulär

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t N

See total

Maximum	1290	Juli
Minimum	290	Januar 81

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	490	Juli
Minimum	33	Januar 81

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

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

Maximum	150	Juli
Minimum	<10	Juni, August, Januar 81

Tabelle 17

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980  
Chlorophyll (a+b+c)

Zeitpunkt

Messwerte in mg Chlorophyll (a+b+c)/m<sup>3</sup>

"O" m

Maximum	33,7	Juli
Minimum	0,7	Februar 81

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	37,7	Juli
Minimum	0,5	Februar 81

Tabelle 18

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil)  
Magnesium

Seejahr 1980

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ kval Mg		
See total		
Beginn Seejahr	333	15.4.80
Ende Seejahr	305	7.4.81
Maximum	370	Januar 81
Minimum	270	Oktober
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ kval Mg		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-28	
<u>Messwerte</u> in mval Mg/l		
"0" m		
Maximum	0,76	Januar 81
Minimum	0,45	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	0,78	Januar, Februar 81
Minimum	0,62	Mai
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	0,86	Januar 81
Minimum	0,62	Mai

## Tabelle 19

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980

Natrium

Zeitpunkt

Stoffinhalt in  $10^3$  t Na

See total

Beginn Seejahr	196	15.4.80
Ende Seejahr	205	7.4.81
Maximum	217	Februar
Minimum	180	Dezember

Stoffbilanz total in  $10^3$  t Na

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr +9

Messwerte in mg Na/l

"0" m

Maximum	4,6	Februar 81
Minimum	3,5	Juli-September

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	4,6	Februar 81
Minimum	3,3	September

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	4,7	April 81
Minimum	4,2	April 80, Juli, August, Dezember

Tabelle 20

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980

Kalium

Zeitpunkt

Stoffinhalt in  $10^3$  t K

See total

Beginn Seejahr	62	15.4.80
Ende Seejahr	66	7.4.81
Maximum	67	November
Minimum	60	August

Stoffbilanz total in  $10^3$  t K

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr +4

Messwerte in mg K/l

"O" und Epilimnion (0-10 m)

Maximum	1,5	März 81
Minimum	1,1	August, September

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	1,5	Juli, Oktober, April 81
Minimum	1,3	August

## Tabelle 21

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980  
Chlorid

Zeitpunkt

Stoffinhalt in  $10^3$  t Cl

See total

Beginn Seejahr	245	15.4.80
Ende Seejahr	244	7.4.81
Maximum	257	März 81
Minimum	227	August

Stoffbilanz total in  $10^3$  t Cl

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	-1	
---------------------	----	--

Messwerte in mg Cl/l

"0" m

Maximum	5,2	April 80, Mai
Minimum	4,0	September

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	5,2	März 81
Minimum	3,8	August

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	6,0	Dezember
Minimum	5,0	Oktober, November

Tabelle 22

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980

Sulfat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ t $SO_4$		
See total		
Beginn Seejahr	1680	15.4.80
Ende Seejahr	1620	7.4.81
Maximum	1800	November
Minimum	1550	Juli
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ t $SO_4$		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-60	
<u>Messwerte</u> in mg $SO_4$ /l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	33	April 80, Juni, März 81
Minimum	28	September
in Seebodennähe (250 m)		
Maximum	36	Mai
Minimum	33	Juli

Tabelle 23

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980

Alkalinität

Zeitpunkt

Stoffinhalt in  $10^6$  kval

See total

Beginn Seejahr	117	15.4.80
Ende Seejahr	117	7.4.81

Stoffbilanz total in  $10^6$  kval

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	0	
---------------------	---	--

Messwerte in mval/l

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

Maximum	2,52	Mai
Minimum	1,91	August

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	2,59	Oktober
Minimum	2,47	Februar 81

Tabelle 24

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980

Elektrolytische Leitfähigkeit  
(Messwerte unvollständig)

Zeitpunkt

Messwerte in Mikrosiemens  $\text{cm}^{-1}$  bei  $20^{\circ}\text{C}$ 

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

Maximum	292	Februar 81
Minimum	282	April 80

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	321	Mai
Minimum	309	Januar 81

Tabelle 25

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980  
Eisen total

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t Fe

See total

Maximum	830	April
Minimum	380	Dezember

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

"O" m

Maximum	34	Juni
Minimum	9	Februar 81

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	75	September
Minimum	3	August

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	18	März 81
Minimum	6	August

Tabelle 26

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980  
Mangan total

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t Mn

See total

Maximum	1050	August
Minimum	38	Mai

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

"O" m

alle Werte d. Seejahres	1-2	
-------------------------	-----	--

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	13	September
Minimum	< 1	Dezember

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	56	Oktober
Minimum	1	Mai



Tabelle 27

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980  
 Chemischer Sauerstoffbedarf ( $\text{KMnO}_4$ )

Zeitpunkt

Messwerte in  $\text{mg KMnO}_4/\text{l}$ 

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

Maximum	13,8	Juni
Minimum	4,8	Januar 81

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	14,9	Juli
Minimum	3,6	Dezember

Tabelle 28

SEEKENNDATEN

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil) Seejahr 1980  
 UV-Licht-Extinktion bei 240 nm

Zeitpunkt

Messwerte in Extinktionswerten

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

Maximum	0,253	April 81
Minimum	0,214	Dezember

in Seebodennähe (250 m)

Maximum	0,263	August
Minimum	0,227	Juli

Tabelle 29

Vergleich von Messwerten der verschiedenen Teile des Bodensee-Obersees Seejahr 1980 an den Stationen Fischbach-Uttwil (F), Langenargen-Arbon (L), Bregenzer Bucht (B)

Messwerte in "O" m	F	L	B
Temperatur in °C			
Maximum	21,4	20,8	22,7
Minimum	3,9	4,2	2,8
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> /l			
Maximum	14,3	13,3	15,8
Minimum	10,6	10,4	9,5
Leitfähigkeit 20° in µS cm <sup>-1</sup>			
Maximum	292	291*	293
Minimum	282	282*	219
pH in pH-Einheiten			
Maximum	8,89	8,67	8,1
Minimum	8,11	8,11	7,3
Orthophosphat in mg PO <sub>4</sub> -P/m <sup>3</sup>			
Maximum	71	72	60
Minimum	<1	<1	<1
Phosphor gelöst in mg P/m <sup>3</sup>			
Maximum	81	77	66
Minimum	10	14	14
Phosphor total in mg P/m <sup>3</sup>			
Maximum	85	84	101
Minimum	81	23	31
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	920	890	810
Minimum	260	280	230
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	90	110	<10
Minimum	<10	<10	<10
Eisen total in mg Fe/m <sup>3</sup>			
Maximum	34	48	
Minimum	<1	3	
Kohlenstoff anorganisch in mmol C/l			
Maximum	2,50	2,46	
Minimum	1,89	1,91	

\*Datenreihe unvollständig

Tabelle 29 Fortsetzung

	F	L	B
Phosphor partik. in mg P/m <sup>3</sup>			
Maximum	32	20	74
Minimum	1	1	1
Stickstoff partik. in mg N/m <sup>3</sup>			
Maximum	150	100	
Minimum	<10	20	
<b><u>Messwerte in Seebodennähe</u></b>			
	F	L	B
	250m	200m	60m
Temperatur in °C			
Maximum	4,6	4,6	5,6
Minimum	3,9	4,0	3,5
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> /l			
Maximum	11,0	12,8	11,8
Minimum	5,3	7,1	7,2
pH in pH-Einheiten			
Maximum	8,06	7,86	7,7
Minimum	7,63	7,63	7,2
Orthophosphat in mg PO <sub>4</sub> -P/m <sup>3</sup>			
Maximum	115	95	76
Minimum	76	69	57
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	990	910	860
Minimum	800	810	740
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	20	30	<10
Minimum	<10	<10	<10
Eisen total in mg Fe/m <sup>3</sup>			
Maximum	18	34	
Minimum	2	3	
Kohlenstoff anorganisch in mmol C/l			
Maximum	2,72	2,73	
Minimum	2,50	2,49	
Phosphor total in mg P/m <sup>3</sup>			
Maximum	125	120	113
Minimum	85	91	68

Tabelle 30

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

## Thermik

		Zeitpunkt
<u>Wärmeinhalt in 10<sup>9</sup> kcal</u>		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	387	9.1.80
Ende Seejahr	195	14.1.81
Maximum	2232	September
Minimum	195	Januar 81
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	1651	September
Minimum	115	Januar 81
<u>Stoffbilanz total in 10<sup>9</sup> kcal</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-192	
vom 9.1.-1.9.80	+1845	
vom 1.9.-14.1.81	-2037	
<u>Messwerte in °C</u>		
"0" m		
Maximum	19,5	Juli
Minimum	0,8	Januar 81
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	8,4	Juli-Dezember
Minimum	2,2	Februar 80, Januar 81

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

## Sauerstoff

		Zeitpunkt
<u>Stoffinahl</u> in t O <sub>2</sub>		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	1639	9.1.80
Ende Seejahr	1921	14.1.81
Maximum	2033	März
Minimum	860	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	1393	März
Minimum	742	September
<u>Stoffbilanz total</u> in t O <sub>2</sub>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+282	
vom 9.1.-1.9.80	-779	
vom 1.9.80-14.1.81	+1061	
<u>Messwerte</u> in mg O <sub>2</sub> /l		
"O" m		
Maximum	15,0 (107%S)	März
Minimum	8,3	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	15,0	März
Minimum	8,2	September
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	12,4	Januar 81
Minimum	0,0	Juli-Dezember

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

## Orthophosphat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t PO<sub>4</sub>-P</u>		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	10,2	9.1.80
Ende Seejahr	8,1	14.1.81
Maximum	11,6	November
Minimum	3,5	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	7,6	November
Minimum	0,3	Juli
<u>Stoffbilanz total in t PO<sub>4</sub>-P</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-1,1	
<u>Messwerte in mg PO<sub>4</sub>-P/m<sup>3</sup></u>		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	82	November
Minimum	<1	Juli
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	482	Oktober
Minimum	35	April

Tabelle 33

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Phosphor gelöst

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t P

## Gnadensee total

Beginn Seejahr	12,2	9.1.80
Ende Seejahr	11,1	14.1.81
Maximum	14,7	November
Minimum	5,5	Juli

## Epilimnion (0-10 m)

Maximum	9,6	November
Minimum	2,0	Juli

Stoffbilanz total in t P

## Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	-1,1	
---------------------	------	--

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

## "0" m

Maximum	103	November
Minimum	14	Juli

## Epilimnion (0-10 m)

Maximum	105	November
Minimum	14	Juli

## in Seebodennähe (21 m)

Maximum	520	Oktober- Dezember
Minimum	47	April

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Phosphor hydrolisierbar

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t P</u>		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	2,1	9.1.80
Ende Seejahr	2,0	14.1.81
Maximum	3,1	November
Minimum	1,4	Mai
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,0	November
Minimum	0,9	Mai
<u>Stoffbilanz total in t P</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-0,1	
<u>Messwerte in mg P/m<sup>3</sup></u>		
"0" m		
Maximum	21	November
Minimum	9	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	22	November
Minimum	9	Oktober
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	36	Oktober
Minimum	11	Februar



Tabelle 35

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Phosphor total (gelöst und partikulär)

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t P</u>		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	13,8	9.1.80
Ende Seejahr	14,1	14.1.81
Maximum	16,1	November
Minimum	7,7	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	10,3	November
Minimum	3,2	Juli
<u>Stoffbilanz total in t P</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+0,3	
<u>Messwerte in mg P/m<sup>3</sup></u>		
"0" m		
Maximum	111	November
Minimum	38	Juni, Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	113	November
Minimum	29	Juli

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

## Nitrat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t NO <sub>3</sub> -N		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	113	9.1.80
Ende Seejahr	112	14.1.81
Maximum	113	Januar 80
Minimum	15	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	85	Februar
Minimum	12	Oktober
<u>Stoffbilanz total</u> in t NO <sub>3</sub> -N		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-1	
<u>Messwerte</u> in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	910	Februar
Minimum	130	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	920	Februar
Minimum	130	Oktober
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	900	Februar
Minimum	0	September, Oktober

Tabelle 37

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Ammonium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t $\text{NH}_4\text{-N}$		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	4	9.1.80
Ende Seejahr	13	14.1.81
Maximum	46	September, Oktober
Minimum	2	März
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	25	November
Minimum	1	März
<u>Stoffbilanz total</u> in t $\text{NH}_4\text{-N}$		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+9	
<u>Messwerte</u> in mg $\text{NH}_4\text{-N}/\text{m}^3$		
"0" m		
Maximum	270	November
Minimum	10	März
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	320	Juni
Minimum	10	März
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	2150	Oktober
Minimum	30	Januar 80

Tabelle 38

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Nitrit

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg NO <sub>2</sub> -N/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	19	Juli
Minimum	9	Oktober, Dezember
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	26	Juli
Minimum	9	Oktober
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	70	Juli
Minimum	0	September, Oktober

Tabelle 39

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

## Kieselsäure

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t SiO <sub>2</sub>		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	368	9.1.80
Ende Seejahr	347	14.1.81
Maximum	368	Januar 80
Minimum	105	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	251	Januar 80, Februar
Minimum	37	Juli
<u>Stoffbilanz total</u> in t SiO <sub>2</sub>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-21	
<u>Messwerte</u> in mg SiO <sub>2</sub> /l		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,7	Januar 80, Februar
Minimum	0,3	Juli
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	6,4	September
Minimum	1,9	Mai

Tabelle 40

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Anorganischer Kohlenstoff

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ kmol C		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	334	9.1.80
Ende Seejahr	329	14.1.81
Maximum	343	April
Minimum	306	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	332	April
Minimum	194	September
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ kmol C		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-5	
<u>Messwerte</u> in mmol C/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,50	April
Minimum	2,07	September
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	3,00	September, Oktober
Minimum	2,52	Mai

Tabelle 41

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Alkalinität

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mval/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,56	April
Minimum	2,10	September
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	2,82	Oktober
Minimum	2,44	Januar 80

Tabelle 42

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

## Kalzium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ kвал Ca		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	352	9.1.80
Ende Seejahr	354	14.1.81
Maximum	354	Januar 81
Minimum	293	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	240	Januar 81
Minimum	191	Oktober
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ kвал Ca		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+2	
<u>Messwerte</u> in mвал Ca/l		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,62	Januar 80
Minimum	2,04	Oktober
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	2,70	Juli
Minimum	2,56	Februar

Tabelle 43

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

pH

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in pH-Einheiten		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	8,91	Juli
Minimum	8,19	Januar 80
in Seeobdennähe (21 m)		
Maximum	8,48	Mai
Minimum	7,46	September

Tabelle 44

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Eisen total

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t Fe		
Gnadensee total		
Beginn Seejahr	5,3	9.1.80
Ende Seejahr	8,3	14.1.81
Maximum	10,0	November
Minimum	4,1	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	4,8	November
Minimum	2,2	Juni
<u>Stoffbilanz total</u> in t Fe		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+3	
<u>Messwerte</u> in mg Fe/m <sup>3</sup>		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	59	Mai
Minimum	17	Juni
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	3200	Oktober-Dezember
Minimum	31	Juli



Tabelle 45

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Gnačensee) Seejahr 1980

## Phosphor partikulär

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t P</u>		
Gnadensee total		
Maximum	5,5	April
Minimum	1,4	November
<u>Messwerte in mg P/m<sup>3</sup></u>		
"O" m		
Maximum	36	April
Minimum	8	Januar 80, November
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	40	April
Minimum	8	November
in Seebodennähe (21 m)		
Maximum	58	Juli
Minimum	18	Juli

Tabelle 46

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Chlorophyll (a+b+c)

		Zeitpunkt
Messwerte in mg Chlorophyll (a+b+c)/m <sup>3</sup>		
Mittelwert Wasserschicht 0-20 m		
Maximum	23,7	April
Minimum	2,9	November

Tabelle 47

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Organischer Kohlenstoff gelöst

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg C/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,4	Juni
Minimum	1,4	Dezember
in Seebodennähe (20 m)		
Maximum	3,3	Februar
Minimum	1,4	Dezember

Tabelle 48

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980  
 UV-Licht-Extinktion bei 240 nm

Zeitpunkt

Messwerte in Extinktionswerten

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

Maximum	0,700	März
Minimum	0,460	Dezember

in Seebodennähe (21 m)

Maximum	0,680	Juli
Minimum	0,560	Juni

Tabelle 49

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980  
 Magnesium

Zeitpunkt

Messwerte in mval Mg/l

"O" m

Maximum	0,72	Mai
Minimum	0,54	November

Epilimnion (0-10 m)

Maximum	0,74	Mai
Minimum	0,54	November

in Seebodennähe (21 m)

Maximum	0,74	Mai
Minimum	0,58	Februar

Tabelle 50

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Chlorid

Zeitpunkt

Stoffinhalt in t Cl

## Gnadensee total

Beginn Seejahr	1044	9.1.80
Ende Seejahr	956	14.1.81
Maximum	1153	März
Minimum	798	September

Stoffbilanz total in t Cl

## Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr	-88	
---------------------	-----	--

Messwerte in mg Cl/l

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

Maximum	8,4	März
Minimum	5,5	September

## in Seebodennähe (21 m)

Maximum	8,9	März
Minimum	6,7	November, Dezember

Tabelle 51

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Gnadensee) Seejahr 1980

Elektrolytische Leitfähigkeit

Zeitpunkt

Messwerte in Mikrosiemens  $\text{cm}^{-1}$  bei 20<sup>o</sup> C

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

Maximum	276	Februar, März
Minimum	228	Oktober

## in Seebodennähe (21 m)

Maximum	300	September
Minimum	248	November

## Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

## Thermik

		Zeitpunkt
<u>Wärmeinhalt</u> in $10^9$ kcal		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	1890	9.1.80
Ende Seejahr	1290	14.1.81
Maximum	7900	September
Minimum	1290	Januar 81
<u>Wärmebilanz total</u> in $10^9$ kcal		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-600	
vom 9.1.-11.9.80	+6010	
vom 11.9.80-14.1.81	-6610	
<u>Messwerte</u> in $^{\circ}\text{C}$		
"O" m		
Maximum	19,8	Juli
Minimum	2,5	Januar 81
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	8,6	November
Minimum	2,9	Januar 81

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Sauerstoff

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t O <sub>2</sub>		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	5740	9.1.80
Ende Seejahr	6010	14.1.81
Maximum	6010	Januar 81
Minimum	3640	September
<u>Stoffbilanz total</u> in t O <sub>2</sub>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+270	
vom 9.1.-1.9.80	-2100	
vom 1.9.80-14.1.81	+2370	
<u>Messwerte</u> in mg O <sub>2</sub> /l		
"O" m		
Maximum	12,4	Mai
	(109%S)	
Minimum	8,8	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	12,4	Mai
Minimum	8,4	September
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	11,8	Januar 81
Minimum	0,0	Oktober

Tabelle 54

## SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Orthophosphat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t P		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	33,6	9.1.80
Ende Seejahr	33,5	14.1.81
Maximum	35,6	Februar
Minimum	12,5	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	15,0	Februar
Minimum	0,6	Juli
<u>Stoffbilanz total</u> in t P		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-0,1	
<u>Messwerte</u> in mg PO <sub>4</sub> -P/m <sup>3</sup>		
"O" m		
Maximum	69	Februar
Minimum	<1	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	70	Februar
Minimum	<1	Juli
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	390	Oktober
Minimum	55	November

Tabelle 55

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Phosphor gelöst

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t P		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	39	9.1.80
Ende Seejahr	39	14.1.81
Maximum	41	Februar
Minimum	18	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	18	Februar
Minimum	2	Oktober
<u>Stoffbilanz total</u> in t P		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	0	
<u>Messwerte</u> in mg P/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	80	Februar
Minimum	9	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	82	Februar
Minimum	9	Juli
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	418	Oktober
Minimum	69	Juni

Tabelle 56

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Phosphor hydrolisierbar

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

"0" m

		Zeitpunkt
Maximum	13	November
Minimum	6	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	14	Juni
Minimum	6	Oktober
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	28	Oktober
Minimum	9	Januar 81



Tabelle 57

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Phosphor total (gelöst + partikulär)

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t P</u>		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	41,5	9.1.80
Ende Seejahr	43,0	14.1.81
Maximum	45,0	Februar
Minimum	31,2	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	19,1	Februar
Minimum	5,2	September
<u>Stoffbilanz total in t P</u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+1,5	
<u>Messwerte in mg P/m<sup>3</sup></u>		
"0" m		
Maximum	87	Februar
Minimum	24	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	89	Februar, April
Minimum	23	September
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	490	Oktober
Minimum	86	Januar 81

Tabelle 58

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Nitrat

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t NO <sub>3</sub> -N		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	468	9.1.80
Ende Seejahr	455	14.1.81
Maximum	475	Februar
Minimum	192	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	202	Februar
Minimum	61	Oktober
<u>Stoffbilanz total</u> in t NO <sub>3</sub> -N		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-13	
<u>Messwerte</u> in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>		
"O" m		
Maximum	920	Februar
Minimum	230	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	940	Februar
Minimum	230	Oktober
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	1470	März
Minimum	390	September

Tabelle 59

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Ammonium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t $\text{NH}_4\text{-N}$		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	5,4	9.1.80
Ende Seejahr	38	14.1.81
Maximum	76	Juni
Minimum	5,4	Januar 80
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	32	Juni
Minimum	2,2	Januar 80, März, Juli, Oktober, Dezember
<u>Stoffbilanz total</u> in t $\text{NH}_4\text{-N}$		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+32,6	
<u>Messwerte</u> in mg $\text{NH}_4\text{-N/m}^3$		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	150	Juni
Minimum	10	Januar 80, März, Juli, Oktober, Dezember
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	930	Oktober
Minimum	30	Januar 80

Tabelle 60

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Nitrit

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg NO <sub>2</sub> -N/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	18	Juli
Minimum	3	März
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	20	Juli
Minimum	3	März
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	138	September
Minimum	9	Januar 80

Tabelle 61

SEEKENNDATEN

## Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

## Kieselsäure

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t SiO<sub>2</sub></u>		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	1510	9.1.80
Ende Seejahr	1410	14.1.81
Maximum	1530	Februar
Minimum	520	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	650	Februar
Minimum	90	Juli
<u>Stoffbilanz total in t SiO<sub>2</sub></u>		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	-100	
<u>Messwerte in mg SiO<sub>2</sub>/l</u>		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	3,0	Februar
Minimum	0,3	Juli
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	5,2	Oktober
Minimum	2,0	Dezember

## Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

## Anorganischer Kohlenstoff

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ kmol C		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	1240	9.1.80
Ende Seejahr	1240	14.1.81
Maximum	1290	März
Minimum	1090	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	540	April
Minimum	420	Oktober
<u>Stoffbilanz total</u> in $10^3$ kmol C		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	0	
<u>Messwerte</u> in mmol C/l		
"0" m		
Maximum	2,49	April
Minimum	1,92	Juli
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,50	April
Minimum	1,92	Juli
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	2,82	Oktober
Minimum	2,25	November

Tabelle 63

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Alkalinität

Zeitpunkt

Messwerte in mval/l

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

Maximum	2,54	Mai
Minimum	2,01	Oktober

in Seebodennähe (46 m)

Maximum	2,81	März
Minimum	2,25	November

Tabelle 64

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Kalzium

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in $10^3$ k <sub>val</sub> Ca		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	1320	9.1.80
Ende Seejahr	1330	14.1.81
Maximum	1330	Januar 81
Minimum	1160	September
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	570	Januar 81
Minimum	440	Juli
<u>Messwerte</u> in mval Ca/l		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	2,58	März
Minimum	1,96	Juli
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	3,02	März
Minimum	2,40	November

Tabelle 65

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

pH

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in pH-Einheiten		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	9,01	Juli
Minimum	8,21	Januar 81
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	8,29	Mai, November
Minimum	7,47	September



Tabelle 66

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Eisen gelöst

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t Fe		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	19	9.1.80
Ende Seejahr	21	14.1.81
Maximum	25	September
Minimum	13	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	11	September
Minimum	5	Oktober
<u>Stoffbilanz total</u> in t Fe		
Veränderungen		
Anfang-Ende Seejahr	+2	
<u>Messwerte</u> in mg Fe/m <sup>3</sup>		
"0" m		
Maximum	48	September
Minimum	25	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	51	September
Minimum	20	Oktober
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	813	November
Minimum	48	Januar 81

Tabelle 67

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Phosphor partikulär

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt in t P</u>		
Rheinsee total		
Maximum	12,7	Juli
Minimum	4,0	Dezember
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	5,3	Juli
Minimum	1,7	Januar 81
<u>Messwerte in mg P/m<sup>3</sup></u>		
"0" m		
Maximum	22	Juli
Minimum	5	Januar 81
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	22	Juli
Minimum	5	Januar 81

Tabelle 68

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Chlorophyll (a+b+c)

		Zeitpunkt
<u>Messwerte in mg Chlorophyll (a+b+c)/m<sup>3</sup></u>		
Mittelwert Wasserschicht 0-20 m		
Maximum	12,9	Juli
Minimum	1,4	Januar 80

Tabelle 69

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Organischer Kohlenstoff gelöst

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mg C/l		
"O" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	3,9	Februar
Minimum	1,1	Mai, Dezember
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	2,9	Februar
Minimum	1,2	Mai, Juni

Tabelle 70

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

UV-Licht-Extinktion bei 240 nm

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in Extinktionswerten		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	0,610	Juli
Minimum	0,430	Dezember
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	0,670	September
Minimum	0,430	Dezember

Tabelle 71

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Magnesium

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in mval Mg/l		
"0" m und Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	0,70	Mai
Minimum	0,52	November
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	0,70	April, Juli
Minimum	0,52	November

Tabelle 72

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Chlorid

		Zeitpunkt
<u>Stoffinhalt</u> in t Cl		
Rheinsee total		
Beginn Seejahr	2890	9.1.80
Ende Seejahr	2900	14.1.81
Maximum	3260	Februar
Minimum	2580	September

Stoffbilanz total in t Cl

Veränderungen

Anfang-Ende Seejahr +10

Messwerte in mg Cl/l

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

Maximum	6,7	Mai
Minimum	5,0	September, Oktober

in Seebodennähe (46 m)

Maximum	10,1	März
Minimum	5,7	Januar 80

Tabelle 73

SEEKENNDATEN

Bodensee-Untersee (Berlingen) Seejahr 1980

Elektrolytische Leitfähigkeit

		Zeitpunkt
<u>Messwerte</u> in Mikrosiemens $\text{cm}^{-1}$ bei 20° C		
"0" m		
Maximum	276	Mai
Minimum	222	Oktober
Epilimnion (0-10 m)		
Maximum	278	Mai
Minimum	222	Oktober
in Seebodennähe (46 m)		
Maximum	314	März
Minimum	248	November

Tabelle 74

Vergleich von Messwerten der verschiedenen Teile  
des Bodensee-Untersees Seejahr 1980  
Gnadensee (G), Zeller See (Z), Rheinsee Station  
Berlingen (R)

Messwerte "O" m	G	Z	R
Temperatur in °C			
Maximum	19,5	19,4	19,8
Minimum	0,8	1,5	2,5
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> /l			
Maximum	15,0	13,6	12,4
Minimum	8,3	9,3	8,8
pH in pH-Einheiten			
Maximum	8,91	8,90	9,08
Minimum	8,19	8,09	8,21
Orthophosphat in mg PO <sub>4</sub> -P/m <sup>3</sup>			
Maximum	74	90	69
Minimum	< 1	2	< 1
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	910	1290	920
Minimum	130	250	230
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	270	260	150
Minimum	10	10	10
Eisen gelöst in mg Fe/m <sup>3</sup>			
Maximum	59	74	48
Minimum	17	25	25
Phosphor partikulär in mg P/m <sup>3</sup>			
Maximum	36	32	22
Minimum	8	8	5

Tabelle 74 Fortsetzung

<u>Messwerte in Seebodernähe</u>	G	Z	R
Temperatur in °C			
Maximum	8,4	12,4	8,6
Minimum	2,2	2,6	2,9
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> /l			
Maximum	12,4	12,6	11,8
Minimum	0,0	0,0	0,0
pH in pH-Einheiten			
Maximum	8,48	8,42	8,29
Minimum	7,60	7,45	7,47
Orthophosphat in mg PO <sub>4</sub> -P/m <sup>3</sup>			
Maximum	300	588	390
Minimum	35	57	55
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	690	2120	1470
Minimum	0	0	390
Eisen gelöst in mg Fe/m <sup>3</sup>			
Maximum	1300	1400	813
Minimum	59	193	48
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N/m <sup>3</sup>			
Maximum	1450	1920	930
Minimum	21	46	30

## KORREKTUREN

Für den Abbildungs- und Tabellenteil des Jahresberichtes über den limnologischen Zustand des Bodensees Nr. 6 sind die folgenden Korrekturen erforderlich:

- Abb. 29 Die Ordinatenbezifferung der Graphik Phosphorverbindungen ist 0 - 2 - 4 usw. - 24 anstatt 0 - 20 - 40 usw. - 240;  
die Ordinatenbezifferung der Graphik Stickstoffverbindungen ist 0 - 20 - 40 usw. - 160 anstatt 0 - 200 - 400 usw. - 1600;
- Abb. 33 Die Ordinatenbezifferung der Graphik Phosphorverbindungen ist 0 - 2 - 4 usw. - 12 anstatt 0 - 20 - 40 usw. - 120;  
die Ordinatenbezifferung der Graphik Stickstoffverbindungen ist 0 - 20 - 40 - 60 - 80 anstatt 0 - 200 - 400 - 600 - 800;  
die Ordinatenbezifferung der Graphik  $\text{SiO}_2$  ist 0 - 50 - 100 usw. - 250 anstatt 0 - 500 - 1000 usw. - 2500;
- Abb. 43 Die Isoplete rechts aussen hat die Bezifferung 7;
- Abb. 59 Textüberschrift zur oberen Graphik:  
P part. Inhalt Epilimnion 0-10 m in t;  
Textüberschrift der mittleren Graphik:  
Chlorophyll (a+b+c) mittlere Konzentration in Wasserschicht 0-20 m in  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;  
Ordinatenskala der mittleren Graphik:  
0 - 20 - 30 - 40;  
Textüberschrift der unteren Graphik:  
Phytoplanktonbiomasse, mittlere Konzentration im Epilimnion 0-20 m in  $\text{mg}/\text{l}$ ;
- Tab. 6 Phosphor hydrolysisierbar, Stoffinhalt in t See total Maximum 997, Minimum 206 anstatt 9970 und 2060;



- Tab. 30 Thermik Stoffbilanz total in  $10^9$  kcal an-  
statt  $10^6$  kcal;
- Tab. 32 Orthophosphat Stoffbilanz total in t;
- Tab. 36 Nitrat Stoffinhalt in t N, Stoffbilanz total  
in t N;
- Tab. 40 Anorganischer Kohlenstoff Stoffbilanz total  
in  $10^3$  kmol anstatt t;
- Tab. 50 Chlorid Stoffinhalt in t Minimum 880 anstatt  
88;
- Tab. 53 Sauerstoff Rheinsee total ergänze: Stoffin-  
halt in t  $O_2$ ;
- Tab. 64 Kalzium Stoffinhalt Rheinsee total Ende See-  
jahr 9.1.80 anstatt 10.1.79;
- Tab. 70 UV-Licht-Extinktion bei 240 nm anstatt mm.

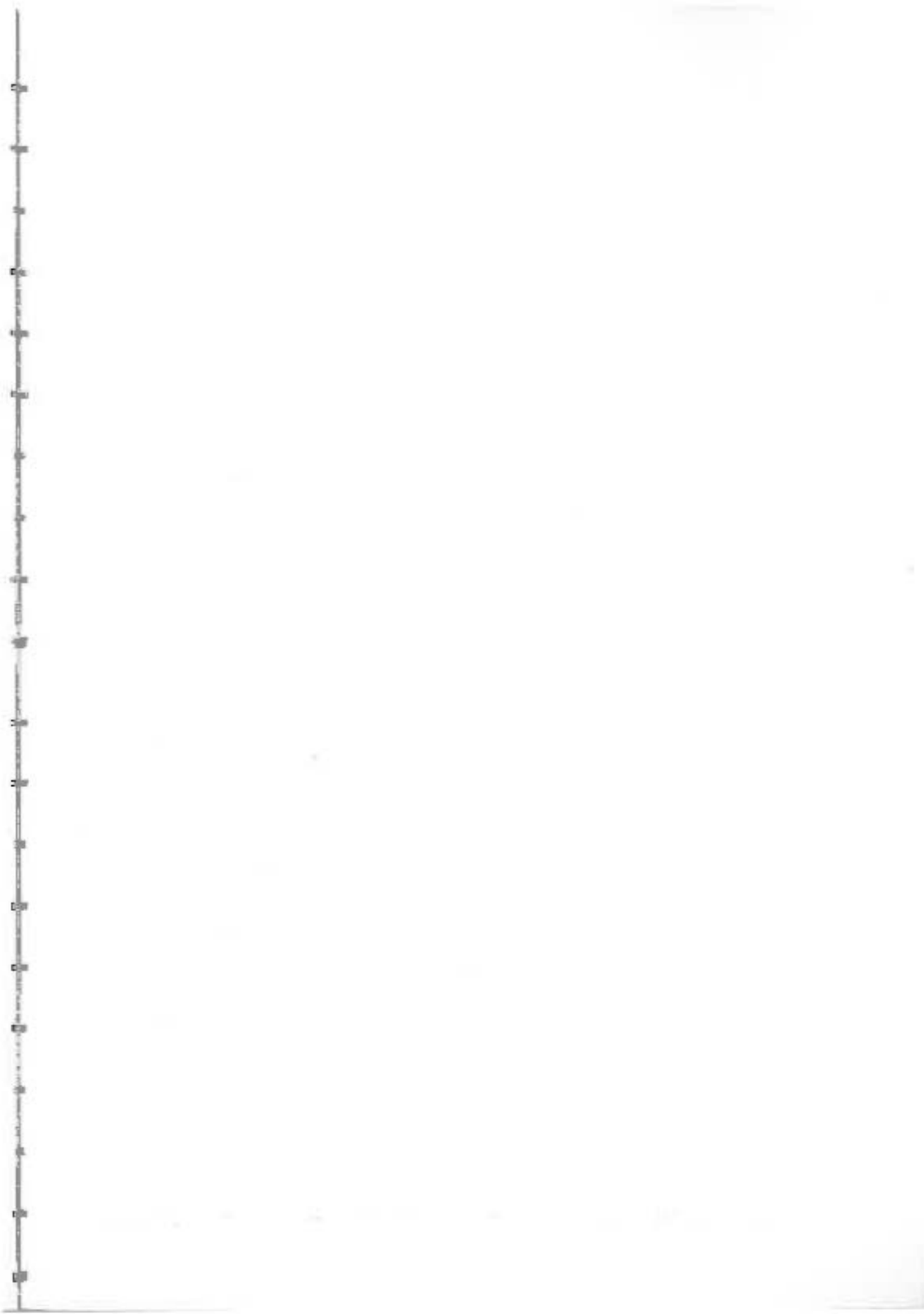
## AUSKÜNFTE

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

Bayern: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft  
Abhofach  
D-8000 München 1

Österreich: Amt der Vorarlberger Landesregierung  
Landhaus  
A-6901 Bregenz

Schweiz: Bundesamt für Umweltschutz  
Monbijoustr. 8  
CH-3003 Bern



Ausk

Bade

Baye

Öste

Sch