

**Internationale Gewässerschutzkommission
für den
Bodensee**

Limnologischer Zustand des Bodensees

**Nr. 28
Jahresbericht Januar 2000 bis März 2001**

ISSN 1011-1271

ISSN 1011-1271 Jber.Int.Gewässerschutzkomm. Bodensee:Limnol.Zust.Bodensee
28 (2002)

**Internationale Gewässerschutzkommission
für den
Bodensee**

Limnologischer Zustand des Bodensees

**Nr. 28
Jahresbericht Januar 2000 bis März 2001**

**Bearbeiter: H. Müller
-2002-**

VORWORT

Der vorliegende Bericht der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) enthält die Ergebnisse der regelmäßigen limnologischen Freiwasseruntersuchungen des Bodensees im Jahr 2000 / 2001. Die allgemeinen Grundlagen und limnologischen Zusammenhänge, die zum Verständnis dieses Berichtes notwendig sind, wurden im Bericht Nr. 9: Limnologischer Zustand des Bodensees - Grundlagen (2. Auflage, Stand 1993) dargestellt.

Am Bericht haben mitgearbeitet:

Dr. Heinrich Bühler, Dübendorf
Dr. Hans-Rudolf Bürgi, Dübendorf
Mag. Dieter Buhmann, Bregenz
Dr. Heinz Ehmman, Frauenfeld
Dr. Hans Güde, Langenargen
Dr. Harald Hetzenauer, Langenargen
Dr. Reiner Kümmerlin, Langenargen
Dipl.-Inform. Günther Kuhn, Langenargen (EDV)
Dr. Helmut Müller, Langenargen (Vorsitz Fachbereich See)
Dipl.-Ing.(FH) Robert Obad, Langenargen (EDV)
Dr. Henno Roßknecht, Langenargen
Dr. Hans Bernd Stich, Langenargen

Die Grundlage für den Bericht bildet das Langzeit-Untersuchungsprogramm der Kommission, an dessen Durchführung die folgenden Institute mitgewirkt haben:

Umweltinstitut des Landes Vorarlberg in Bregenz:
Untersuchungen des Chemismus in der Bregenzer Bucht.

Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Dübendorf, Fachabteilung Hydrobiologie/ Limnologie: Datenverarbeitung.

Amt für Umwelt des Kantons Thurgau, Frauenfeld:
Terminfahrten, Messungen und Untersuchungen des Chemismus und des Phytoplanktons im Untersee-Rheinsee.

Institut für Seenforschung der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Langenargen:
Terminfahrten und Messungen, Untersuchungen des Chemismus, des Phyto- und Zooplanktons im Obersee und Untersee-Zellersee, bakteriologische Untersuchungen; Datenverarbeitung und Berichterstattung

Physikalisch-chemische Untersuchungen des Überlinger Sees an der Probenahmestelle zwischen Überlingen und Wallhausen wurden von der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR) und vom Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe durchgeführt. Die Ergebnisse werden jeweils in den AWBR-Jahresberichten veröffentlicht und sind daher hier nicht enthalten.

Der Deutsche Wetterdienst, Offenbach, stellte Daten der Wetterstation Konstanz für die Analyse der meteorologischen Situation des Obersees zur Verfügung.

Inhalt

	Abb.	Seite	Tab.	Seite
Einleitung		6		
Zustandsbeschreibung für das Seejahr		7		
	1	16	1	60
Langfristige Entwicklung von				
Phosphor (Obersee)	2A	17	1	60
Sauerstoff (Obersee)	2B	17		
Stickstoff (Obersee)	2C	17		
Chlorid (Obersee)	2C	17		
Phytoplankton (Obersee)	3	18		
Zooplankton (Obersee)	4	19		
Phytoplankton (Untersee, Zellersee)	5	20		
Obersee				
Abbildungen und Tabellen				
Witterung	6	21		
Wasserstände	7	21		
Thermik	8	22	2	64
	9	22	2	64
Sauerstoff	10	23	2	64
	11	23	2	64
Orthophosphat	12	24	2	64
	15	25	2	64
	23	29	2	64
Andere Phosphorverbindungen	13	24	2	64
	14	25	2	64
	15	25	2	64
	23	29	2	64
Nährstoffinhalte	15	25	2	64
	23	29	2	64
Nitrat	16	26	2	64
	23	29	2	64
Nitrit	17	26	2	64
	23	29	2	64
Ammonium	18	27	2	64
	23	29	2	64
Stickstoff partikulär	19	27	2	64
	24	30	2	64
Silikat	20	28	2	64
	23	29	2	64
Anorganische Kohlenstoffverbindungen und Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht	21	28	2	64
	22	29	2	64
	23	29	2	64
Eisen und Mangan	25	30	2	64

Weitere Stoffdaten	Abb.	Seite	Tab.	Seite
Phytoplankton	26	31	2	64
	27	32		
Zooplankton	28	33		
	29	34		
	30	35		
Bakterienplankton	31	36		

Untersee

Zellersee

Rheinsee

Abbildungen und Tabellen

	Abb.	Seite	Tab.	Seite	Abb.	Seite	Tab.	Seite
Thermik	32	38	4	68	52	50	5	70
	33	38			53	50		
Sauerstoff	34	39	4	68	54	51	5	70
	35	39			55	51		
Orthophosphat	36	40	4	68	56	52	5	70
	39	41			59	53		
	44	44			64	56		
	45	44			65	56		
Andere Phosphorverbindungen	37	40	4	68	57	52	5	70
	38	41			58	53		
	39	41			59	53		
	44	44			64	56		
Nährstoffinhalte	39	41	4	68	59	53	5	70
	44	44			64	56		
Nitrat	39	41	4	68	59	53	5	70
	40	42			60	54		
	44	44			64	56		
	45	44			65	56		
Nitrit	41	42	4	68	61	54	5	70
Ammonium	39	41	4	68	59	53	5	70
	42	43			62	55		
	44	44			64	56		
	45	44			65	56		
Silikat	43	43	4	68	63	55	5	70
	44	44						
	45	44						
Anorganische Kohlenstoff- Verbindungen und Kalk- Kohlensäure-Gleichgewicht	46	45	4	68	66	57	5	70
	47	45			67	57		
Eisen	45	44	4	68			5	70
	48	46						

EINLEITUNG

Der Bericht zum Seejahr 2000/2001 enthält eine kurze Beschreibung und Bewertung des aktuellen Seezustandes, ergänzt durch die Darstellung der langfristigen Entwicklung der wichtigsten Größen. Sie werden von Jahr zu Jahr fortgeschrieben.

Die dann folgenden Abbildungen und Tabellen geben eine Übersicht über Örtlichkeiten, Wassertiefe und Zeitpunkt der Probenahme und Messungen sowie über Klimabedingungen, Thermik, chemische und biologische Verhältnisse im Freiwasser. Für den Bodensee-Obersee beschränken sich diese Darstellungen hauptsächlich auf die zentrale Untersuchungsstation Fischbach-Uttwil. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungsstelle wurden auch die Stoffinhalte unter Verwendung der Seevolumenta berechnet, die sich aus der Tiefenvermessung von 1990 ergeben haben. Quervergleiche zwischen verschiedenen Obersee-Untersuchungsstationen werden nur für einige ausgewählte Parameter durchgeführt. Seit Januar 2000 werden die Untersuchungen nach dem überarbeiteten Programm für die Langzeituntersuchungen durchgeführt, wie es im Anhang des Grünen Berichtes Nr. 26 beschrieben wurde.

Für den Bodensee-Untersee werden die Zustände im Zellersee und Rheinsee behandelt. Für die Tabellen wurden charakteristische Summenwerte, z. B. der Stoffinhalt des ganzen Sees, eines Seeteils oder bestimmter Wasserschichten sowie Konzentrationsmaxima und -minima in der Oberflächenschicht oder über dem Seeboden ausgewählt.

Die Datentabellen mit den gesamten Meßwerten für den Freiwasserbereich (Physik, Chemie, Phytoplankton) wurden nach Archivierung auf Datenträgern bei der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) und beim Institut für Seenforschung der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, den damit direkt befaßten Stellen zugestellt. Nachdem die datentechnischen Umstrukturierungen dieses Jahr abgeschlossen werden konnten, werden die Daten der IGKB nun in einer zentralen Datenbank BOWIS am Institut für Seenforschung archiviert.

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 Entwicklungstendenz interpretiert werden. Dazu sind längere Zeitreihen in Form von Trendkurven notwendig. Dies ist beim Vergleich der Verhältnisse aufeinanderfolgender Jahre zu beachten. Zur langjährigen chemischen und biologischen Entwicklung im Freiwasser des Bodensees wird auf die Blauen Berichte Nr.37 (1987: Crustaceenplankton), 39 (1989: Phytoplankton) und 48 (1998: chemische Parameter im Bodensee-Obersee) verwiesen.

ZUSTANDSBESCHREIBUNG FÜR DAS SEEJAHR

2000/2001

Bodensee - Obersee:

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Phosphorkonzentration im Seejahr 2000/01 weiterhin leicht abnahm und im Frühjahr 2001 noch 13 mg/m^3 betrug (2000: 14 mg/m^3). Der Gehalt an anorganischem Stickstoff - im wesentlichen Nitrat - nahm von $0,95$ auf $0,97 \text{ g/m}^3$ geringfügig zu. Die Biomasse des Phytoplanktons lag 2000 mit $8,9 \text{ g/m}^2$ in Höhe des Vorjahreswertes (9 g/m^2). Die Sauerstoffgehalte im tiefen Hypolimnion lagen von Mitte Februar 2000 bis Anfang Januar 2001 meist leicht unter den Werten des selben Zeitraumes ein Jahr zuvor. Der Grund für diese Beobachtung ist in der unvollständigen Zirkulation im Frühjahr 2000 zu suchen. Trotz dieser insgesamt etwas schlechteren Sauerstoffversorgung in den großen Tiefen sank der herbstliche Minimalwert in einem Meter über Grund lediglich auf $7,2 \text{ g/m}^3$ ab. Dies ist der höchste seit 1961 gemessene Minimalwert.

Die **hydrologische Situation** wurde durch den ungewöhnlich warmen Winter 2000/2001 und den milden vorangehenden Winter 1999/2000 geprägt.

Im sehr warmen Winter 2000/2001 ist die Vermischung im unteren Teil des Hypolimnions stark herabgesetzt gewesen. Die Auffrischung der tiefsten Wasserschichten war deswegen erheblich reduziert. Die für die Auskühlung des Sees in der Wintersaison entscheidende Anzahl der Seefrosttage, d.h. die Tage mit einer mittleren Lufttemperatur unter 0°C , erreichte mit 15 Tagen den niedrigsten Wert seit mehr als 15 Jahren.

Die maximale Oberflächentemperatur des Sees betrug $21,3^\circ\text{C}$ und trat bereits am 20.6.2000 ein. Sie war etwa gleich wie der Vorjahreswert im August. Der frühe Termin ist durch das sehr warme Frühjahr verursacht worden. Der Monatswert der Lufttemperatur im Mai und Juni lag um $2,5^\circ\text{C}$ über dem langjährigen monatlichen Mittel. Der Juli hingegen war $2,2^\circ\text{C}$ zu kalt und die Oberflächentemperatur des Sees wies ein starkes relatives Minimum von $16,3^\circ\text{C}$ auf, ehe sie ein zweites Maximum von $20,0^\circ\text{C}$ Anfang August erreichte.

Die Jahresmitteltemperatur der Luft betrug $10,9^\circ\text{C}$ und lag mit $1,4^\circ\text{C}$ doppelt so hoch über dem langjährigen Mittel als im Vorjahr. Die Ursache hierfür lag in den außer für Juli über den langjährigen Mitteln liegenden Monatswerten. Infolgedessen fielen die Oberflächentemperaturen des Sees auch im Spätherbst noch deutlich höher aus als im Vorjahr. Zum Winterbeginn übertraf der Wert von $7,5^\circ\text{C}$ am 21.12.2000 den Vorjahreswert um $1,7^\circ\text{C}$. Dieses Verhalten setzte sich abgeschwächt bis zum Ende des

Seejahres fort. Das Minimum von 5,0 °C trat am 1.3.2001 ein und lag knapp 0,5°C über dem Vorjahreswert.

Bis Ende März 2001 entwickelte sich bereits die neue Deckschicht, die dann an der Oberfläche mit 6,1°C über 1°C mehr als im Jahr zuvor erreichte. Als Folge des warmen Winters und einer mächtigen Einschichtung von Flussmischwasser erstreckte sich die Deckschicht am Ende des Seejahres vorübergehend bis in 65 m Tiefe.

Das Hypolimnion hatte im April 2000 noch einen insgesamt unruhigen Aufbau, der im Mai in einen vertikal ausgeglicheneren Verlauf überging. Hierbei war das obere Drittel stets stärker geschichtet als der tiefere Teil. Die direkte konvektive Erneuerung drang bis Anfang März in die Tiefe von 136 m vor und übertraf die maximale direkte Durchmischungstiefe des letzten sehr milden Winters von 1997/1998 nur um wenige Meter.

Im unteren, nicht konvektiv erneuerten Teil des Hypolimnions blieben bis in den Herbst hinein ein bis zwei Schichten minimaler Temperatur deutlich abgehoben vom Seeboden bestehen. Die Temperatur der bodennahen Wasserschicht war im Vergleich zu diesen überlagernden Schichten stets geringfügig wärmer. Ihre Temperatur nahm während des ganzen Seejahres fast gleichförmig von anfangs 4,49°C auf 4,57°C am Ende zu. Diese ab Ende Juni bestehende, bodenaufliegende Schicht wies eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit mit überwiegend geringem vertikalen Gradienten auf. Ihre Mächtigkeit schwankte zwischen 5 und 20 m. Dieses leicht wärmere, aber durch den angehobenen Salzgehalt stabil am Grund liegende Wasser ließ wegen seiner Beständigkeit und vertikalen Struktur auf eine fortdauernde seitliche Zuführung schließen. Dieser Wasserkörper bildete unter den im vergangenen Winter zur Stagnation tendierenden Verhältnissen des unteren Hypolimnions eine besondere hydrologische Erscheinung, deren Effekt auf die Wassererneuerung noch genauer zu verfolgen ist.

Die Konzentration des **Gesamtphosphors** im Rohwasser betrug im Frühjahr 2001 während der Monate Februar bis April im Mittel 13 mg/m³ (Abb. 2A, Konzentration während der Vollzirkulation). Damit hat sich die Phosphorabnahme der letzten Jahre fortgesetzt (Frühjahr 2000: 14; 1999: 15 mg/m³; 1998: 17 mg/m³).

Der **Orthophosphat - Phosphor** lag von Anfang April bis Ende November 2000 in den Messtiefen zwischen 0 und 50 m häufig unter 2 mg/m³. Damit bewegten sich die minimalen Phosphatwerte in ihrer zeitlichen und räumlichen Ausdehnung etwa im Bereich des Vorjahres.

Der **anorganische Stickstoff** (N aus $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+$) mit Nitrat als Hauptkomponente stieg in 2000 im Jahresmittel mit $0,97 \text{ g/m}^3$ geringfügig über das Niveau des Vorjahres (1999: $0,95 \text{ g/m}^3$; Abb. 2C).

Chlorid als Indikator vielfältiger Salzbelastungen erreichte 2000 im Jahresmittel mit $4,8 \text{ g/m}^3$ einen etwas geringeren Wert als 1999 mit $5,1 \text{ g/m}^3$ (Abb. 2C).

Die **Sauerstoffgehalte** lagen von Mitte Februar 2000 bis Anfang 2001 im tiefen Hypolimnion des Obersees von 200 - 253 m Tiefe meist geringfügig unter jenen des Vorjahres. Die Sauerstoffversorgung im tiefen Hypolimnion von 200 bis 250 m war im März und April 2000 aufgrund der fehlenden konvektiven Wassererneuerung in diesen Tiefen geringer als 1999. Die Messwerte ab Januar 2001 unterschritten teilweise nochmals deutlich die entsprechenden Gehalte in 2000, da wiederum eine nur unvollständige Wasserzirkulation vorausging. Damit war die Ausgangsbasis der Sauerstoffversorgung für 2001 im Hypolimnion bereits das zweite Jahr jeweils schlechter als im Vorjahr.

Der gesamte Sauerstoffinhalt des Obersees erreichte in den Monaten März und April 2001 mit 509000 Tonnen den Vorjahreswert von 535000 Tonnen deshalb nicht mehr.

Die niedrigste einen Meter über Grund gemessene Sauerstoffkonzentration betrug 2000 $7,2 \text{ g/m}^3$. Sie wurde Anfang Oktober erreicht (Abb. 2B). Dass dieser Extremwert im Vergleich zum Vorjahr, trotz der insgesamt etwas geringeren Sauerstoffgehalte im Hypolimnion, weniger stark abfiel, kann als Indiz für eine fortschreitende Stabilisierung des Ökosystems Bodensee gewertet werden.

Das **Phytoplankton** im Bodensee-Obersee erreichte 2000 im Jahresmittel eine Biomasse von $8,9 \text{ g/m}^2$ (0-20 m Tiefe). Sie lag damit in Höhe des Vorjahreswertes (9 g/m^2) und deutlich unter den Werten der Jahre 1998 mit $12,6 \text{ g/m}^2$, 1997 mit $13,3 \text{ g/m}^2$ und 1996 mit $13,4 \text{ g/m}^2$. Die nach einem seit 1988 nahezu kontinuierlichen Rückgang erreichten niederen Werte von 1994 und 1995 ($10,2$ bzw. $10,0 \text{ g/m}^2$) wurden damit nach einem vorübergehenden Anstieg wieder unterschritten. Auffällig an der Jahresentwicklung des Jahres 2000 war die infolge des kalten Frühjahrs niedrige Höhe der Frühjahrsblüte Anfang Mai von $14,3 \text{ g/m}^2$. Die warmen Temperaturen im Laufe des Mai begünstigten die Ausbildung einer Fröhsommerblüte mit einem Maximum Anfang Juni von $45,7 \text{ g/m}^2$. Das Klarwasserstadium fiel dadurch in diesem Jahr bis auf eine leichte Depression Mitte Mai fast vollständig aus. Das Spätsommermaximum lag mit einem Höchstwert von $15,8 \text{ g/m}^2$ Ende August unter dem Wert des Vorjahres mit $22,8 \text{ g/m}^2$. Anfang November war noch eine Herbstentwicklung mit $7,4 \text{ g/m}^2$ zu beobachten, die ebenfalls deutlich unter dem Wert des Vorjahres mit $12,6 \text{ g/m}^2$ blieb.

Die Artenzusammensetzung hat sich insofern verschoben, als die Fröhsommerblüte inzwischen einen erheblichen Anteil von *Cyclotella bodanica* enthält, die allgemein als starker Oligotrophierungs-Anzeiger angesehen wird. Diese Art war Anfang des letzten Jahrhunderts im Plankton bestandsbildend, wurde in den fünfziger Jahren bereits seltener und verschwand in den sechziger Jahren fast vollständig. *Cyclotella cyclopuncta* und *C. pseudostelligera*, die ebenfalls geringere Nährstoffkonzentrationen anzeigen, traten in den Hintergrund. Die pennaten Kieselalgen traten im Hochsommer und Fröhherbst mehr in den Vordergrund, wobei vor allem *Fragilaria* und *Asterionella* dominierten, erreichten jedoch nicht den hohen Anteil an der Biomasse wie im Vorjahr. Cryptomonaden erreichten das ganze Jahr über beträchtliche Anteile an der Biomasse und dominierten das Planktonbild im Winter, Fröhjahr und Spätherbst; sie können als Ubiquisten ohne Indikationsfunktion angesehen werden. Die Dinoflagellaten zogen den Sommer und Fröhherbst vor, wobei zuerst *Gymnodinium helveticum*, später *Ceratium hirundinella* dominierte. Die Chrysophyceen erschienen hauptsächlich während der Fröhjahrsblüte und der Fröhsommerblüte mit *Erkenia* und im Hochsommer mit verschiedenen oligotraphenten Dinobryon-Arten (*D. stipitatum*, *D. bavaricum*); die eutrphente Art *D. divergens* ist inzwischen stark in den Hintergrund getreten. Coccale Grünalgen, die höhere Nährstoffkonzentrationen bevorzugen, erreichten das ganze Jahr über nur noch einen unbedeutenden, gegenüber dem Vorjahr nochmals reduzierten Anteil an der Biomasse, ebenso die Blaualgen (Abb. 26, 27).

Die Individuendichte des **Crustaceenplanktons** war im Vergleich zu den Jahresmittelwerten 1999 im Jahr 2000 wieder niedriger. Die Abnahme betrug bei den Daphnien 10 % , bei den cyclopoiden Copepoden ca 22 % und bei den Copepodiden von *Eudiaptomus gracilis* 39 %. Insbesondere bei den überwiegend als herbivor betrachteten Entwicklungsstadien der Copepoden zeigte sich im Vergleich zum Vorjahr eine weitere deutliche Abnahme, die zwischen 22 % und 39 % lag. Die seit 1996 beobachtete Abnahme des Crustaceenplanktons, die 1999 vorübergehend zum Stillstand kam, setzte sich damit im Jahr 2000 weiter fort.

Die Individuendichten der Daphnien stiegen auch im Jahr 2000 wie bereits im Vorjahr erst im Mai an. Die saisonale Abundanzänderung wies einen ausgeprägten eingipfligen Verlauf auf. Das Maximum im Monat September lag mit 297000 Ind m⁻² (0-100m) deutlich höher als im Vorjahr (173000 Ind m⁻²). Außer in den Monaten August und September lagen die monatlichen Abundanzwerte niedriger als im Jahr 1999.

Bei den Beständen der übrigen Cladoceren (*Bosmina*, *Bythotrephes longimanus* und *Leptodora kindtii*) zeigten die Werte ebenfalls einen eingipfligen Verlauf. Das Maximum lag im August und betrug 31000 Ind m⁻². Im Jahr 1999 konnten zwei Maxima festgestellt werden, im Mai mit 19000 Ind m⁻² und im November mit 24.000 Ind m⁻².

Bei *Eudiaptomus gracilis* lagen die Werte der erwachsenen Tiere im allgemeinen höher als im Vorjahr. Besonders deutlich war dies im Februar. In diesem Monat betrug die Individuendichte erwachsener Tiere von *Eudiaptomus gracilis* 4000 Ind m^{-2} (0-100m) und war damit dreimal höher als im selben Monat des Vorjahres. Die Abundanz der erwachsenen Tiere war lediglich in den Monaten Mai und November niedriger als im Jahr 1999. Bei den Copepodiden von *Eudiaptomus gracilis* zeigte sich ebenfalls ein eingipfliger Verlauf mit einem Maximum im Oktober mit $141000 \text{ Ind m}^{-2}$ (0-100m). Von Januar bis September waren die Abundanzwerte niedrig ($< 40000 \text{ Ind m}^{-2}$), während im Jahr 1999 auch im Mai und August hohe Abundanzen festgestellt wurden (144000 bzw. $114000 \text{ Ind m}^{-2}$).

Bei den cyclopoiden Copepoden unterschied sich die bei den erwachsenen Tieren im Jahr 2000 festgestellte saisonale Abundanzänderung von der des Jahres 1999. Die Individuendichte stieg von Januar (10000 Ind m^{-2}) bis August (72000 Ind m^{-2}) an und sank danach bis Dezember (13000 Ind m^{-2}) wieder ab. Im Jahr 1999 konnten im Mai (45000 Ind m^{-2}), August (98000 Ind m^{-2}) und im Oktober ($109000 \text{ Ind m}^{-2}$) und November (86000 Ind m^{-2}) hohe Individuenzahlen festgestellt werden. Bei den Copepodiden der cyclopoiden Copepoden deuteten die Monatswerte weiterhin auf einen zweigipfligen Verlauf hin. Im Mai (56000 Ind m^{-2}) und September ($206000 \text{ Ind m}^{-2}$) wiesen die Individuendichten höhere Werte auf. Die 1999 in den beiden Monaten Mai und November festgestellten Abundanzmaxima ($482000 \text{ Ind m}^{-2}$ und $480000 \text{ Ind m}^{-2}$) fehlten im Jahr 2000 (Abb. 28-30).

Bei der durch fluoreszenzmikroskopische Direktzählung bestimmten **Gesamt-bakterienzahl** setzte sich im Berichtsjahr der Trend zu verringerten sommerlichen Maxima innerhalb der Produktionszone (0-20 m) und weiter abgesenkter Minima im Tiefenwasser fort. In der Produktionszone wurde ein stetiger Anstieg von März bis zum August ($4,1 \times 10^6$ Bakterien/ml) beobachtet. Danach folgte ein stetiger Abfall bis zum winterlichen Minimum. Dieses war wiederum durch sehr geringe Bakteriendichten im Bereich von $0,5 - 0,7 \times 10^6$ Bakterien/ml gekennzeichnet (Abb. 31).

Die seit 1999 zusätzlich aufgenommene Erhebung der Vertikalverteilung von *Escherichia coli* an der Station Fischbach-Uttwil erbrachte erneut die Bestätigung sehr geringer Belastungswerte innerhalb der Freiwasserzone. Diese lagen für die weitaus größte Zahl unterhalb des Trinkwassergrenzwertes (1 Keim/ 100 ml). Nur in den Sommermonaten Juni bis August waren vereinzelt in den Tiefenstufen 15 – 30 m leicht erhöhte Keimdichten (bis 30 Keime/100 ml) feststellbar. Sie weisen u.a. auf eine zu dieser Jahreszeit bevorzugte Einmischung von durch Siedlungsabwässer belasteten Flußwasserkörpern in diese Tiefen hin.

Bodensee-Untersee

Die **Phosphorkonzentration** - bestimmt als Gesamtphosphor im Rohwasser - hat 2000 im Rheinsee im Jahresmittel wieder auf 13 mg/m³ abgenommen (1999: 17 mg/m³; 1998: 13 mg/m³). Im Zellersee wurde eine leichte Abnahme auf 22 mg/m³ beobachtet (1999: 23 mg/m³; 1998: 24 mg/m³).

Der Inhalt an **anorganischem Stickstoff** (N aus NO₃⁻ + NO₂⁻ + NH₄⁺) mit Nitrat als Hauptkomponente betrug 2000 im Rheinsee 0,67 g/m³ (1999: 0,78 g/m³; 1998: 0,85 g/m³). Im Zellersee wurde eine leichte Zunahme auf 1,00 g/m³ beobachtet (1999: 0,90 g/m³; 1998: 0,89 g/m³).

Die **Sauerstoffsituation** hat sich 2000 im Rheinsee und im Zellersee gegenüber dem Vorjahr wenig verändert. Im Rheinsee wurde die geringste Sauerstoffkonzentration in Seebodennähe im November mit 1,2 g/m³ gemessen. Im Vorjahr wurde die Minimalkonzentration im Oktober erreicht und betrug 0,6 g/m³. Im Zellersee, der bis 1992 über Jahrzehnte hinweg einen zeitweiligen totalen Sauerstoffschwund aufwies, wurde auch 2000 bei allen Messungen ein geringer Sauerstoff-Restgehalt gemessen. Die niedrigsten Werte wurden von August bis Oktober zwischen 0,5 und 1,5 g/m³ gemessen und lagen damit, mit einer leichten zeitlichen Verzögerung, auf dem Niveau des Vorjahres (Juli bis September: 0,4 – 1,7 g/m³).

Das **Phytoplankton** im Zellersee ist im Jahr 2000 mit 15,1 g/m² (0-20m Tiefe) gegenüber 1999 (25,8 g/m²) stark abgesunken und schloss damit nach einem vorübergehenden Anstieg 1998 (18,7 g/m²) und 1999 wieder an die Phase relativ gleichbleibender Werte in den Jahren 1995 bis 1997 an (1997: 15,7 g/m², 1996: 15,9 g/m²; 1995: 15,2 g/m²). Im Gegensatz zum Vorjahr war keine Spätwinterblüte zu beobachten; dafür entwickelte sich ab März stetig eine mehrere Monate andauernde Frühjahrsblüte mit einem Maximum von 43,7 g/m² Anfang Mai. Nach einem wenig ausgeprägten Klarwasserstadium Mitte Mai, vergleichbar dem Obersee, folgte ein Frühsommermaximum Anfang Juni mit 25,2 g/m², ein Sommermaximum Mitte Juli mit 17 g/m² und ein länger andauerndes Herbstmaximum, dessen Höhepunkt mit 12,8 g/m² Mitte Oktober stattfand.

Im Zeller See zeigte die Zusammensetzung des Planktons prinzipiell die gleiche Tendenz wie im Obersee; auch hier hat sich die Artenzusammensetzung des Planktons gegenüber den Vorjahren hin zu oligotraphenten Formen geändert. Kleine, nährstoffliebende Stephanodiscus-Arten, die früher die Frühjahrsblüten dominiert hatten, sind auch im Untersee inzwischen größtenteils von Cyclotella-Arten verdrängt worden, z.B. von *C. cyclopuncta*. Die große oligotraphente Art *C. bodanica* ist im Zeller See allerdings kaum zu finden. Die pennaten Kieselalgen traten im Früh- und Hochsommer mehr in den

Vordergrund, wobei vor allem *Fragilaria* und *Asterionella* dominierten. Cryptomonaden erreichten wie im Obersee das ganze Jahr über beträchtliche Anteile an der Biomasse und dominierten das Planktonbild im Winter, Hochsommer, Früh- und Spätherbst. Die Dinoflagellaten traten weniger als im Obersee in Erscheinung; sie waren nur im Frühsommer in nennenswerten Anteilen zu finden. Die Chrysophyceen erschienen vor allem während der Frühjahrsblüte mit *Erkenia* und *Pseudokephyrion* und im Hochsommer mit verschiedenen oligotraphenten Dinobryon-Arten. Wie im Obersee fielen coccale Grünalgen und Blaualgen nicht mehr ins Gewicht (Abb. 51, 52).

Gesamtbewertung des Seezustandes

Die weitere stetige Abnahme des Phosphorgehaltes und die trotz ungünstiger Witterungsbedingungen gute Sauerstoffversorgung unterstreichen die langfristig günstige Entwicklung des Zustands im Freiwasserbereich des Bodensee-Obersees.

Der **Phosphorgehalt** - bestimmt als Gesamtposphor während der Zirkulationsperiode - ist seit dem Vorjahr auf 13 mg/m^3 gesunken. Diese Entwicklung zeigt, daß der durch die Sanierungsmaßnahmen eingeleitete Erholungsprozess weiter voranschreitet und noch nicht abgeschlossen ist.

Der anorganische **Stickstoffgehalt** (Nitrat-, Nitrit- und Ammoniumstickstoff) hat sich auch im vergangenen Untersuchungszeitraum kaum geändert und verbleibt seit nunmehr 13 Jahren im beobachteten Konzentrationsniveau von ca. 1 mg/l .

Stickstoff ist für Algen im Bodensee kaum wachstumsbegrenzend, kann jedoch das Artenspektrum beeinflussen. Daher muss die Entwicklung des anorganischen Stickstoffgehaltes weiterhin verfolgt werden.

Klimatische Faktoren und die Menge der pflanzlichen Produktion bestimmen die Höhe des für die Ökologie des Sees wichtigen **Sauerstoffgehalts** im tiefen Seebereich. Während die milden Witterungsverhältnisse im Winter 1999/2000 eher schlechtere Vorbedingungen für eine gute Sauerstoffversorgung darstellten, stabilisierte sich die gute Sauerstoffpräsenz am Seegrund weiterhin. Inwieweit die leicht rückläufige Algenproduktion oder seenphysikalische Prozesse hierfür ausschlaggebend waren, lässt sich derzeit nicht abschätzen.

In der **Phytoplankton**-Zusammensetzung spiegelt sich die Entwicklung zu einem nährstoffärmeren See wider. Die Biomasse lag mit einem Jahresmittel von $8,9 \text{ g/m}^2$ etwas niedriger als im Vorjahr (9 g/m^2). Die bis Ende der 80er Jahre gehäuft über 20 g/m^2 liegende Algenbiomasse wurde damit in etwa halbiert.

Die Veränderung des Sees zeigt sich in einem qualitativen Umbau der Biocoenose. Die Arten ohne eine Indikationsfunktion, also sogenannte Ubiquisten, haben nach wie vor einen hohen Anteil an der Biomasse. Dagegen sind ausgesprochene Eutrophierungsanzeiger vollständig aus dem Planktonbild verschwunden oder nehmen nur noch eine untergeordnete Bedeutung ein. Arten, die als Anzeiger einer Nährstoffverarmung gelten, nehmen inzwischen beträchtliche Anteile an der Biomasse ein.

Parallel zu den Änderungen des Phytoplanktons deutet sich ein Wandel im **Crustaceenplankton** des Bodensees an. Neben der abnehmenden Individuendichte änderte sich die saisonale Häufigkeitsverteilung bei mehreren Arten im Jahr 2000, obwohl in diesem Jahr keine außerordentlichen Störungen (z.B. Hochwasser) vorlagen. In der Morphologie der Daphnien konnten insbesondere im "Kopfbereich" auffällige Änderungen beobachtet werden (großer Kopf in Relation zu dem restlichen Körper bei erwachsenen eitragenden Tieren). Die Ursachen dieser bisher am Bodensee erstmals beobachteten Veränderung sind noch unbekannt und werden derzeit näher untersucht.

Bakterien

Durch Siedlungsabwässer eingetragene **Fäkalkeime** (*Escherichia coli*) tangieren die Freiwasserzone des Bodensees nur sehr geringfügig. Lediglich vereinzelt kam es durch eingeschichtetes Flußwasser lokal zu leicht erhöhten Keimzahlen.

Fazit und Handlungsbedarf

Die Ergebnisse der Freiwasseruntersuchungen bestätigen eindrucksvoll den großen Erfolg der Sanierungsmaßnahmen der Staaten im gesamten Einzugsgebiet des Bodensees.

Die Wasserqualität des Sees befindet sich weiterhin in einem guten Zustand und die aktuell verzeichneten Änderungen im See zeigen die Dynamik einer positiv verlaufenden Entwicklung. Insoweit stützen die bisherigen Erfahrungen eine konsequente Sanierungsstrategie, die weniger an kurzfristigen Teilerfolgen denn an nachhaltiger Systemstabilität orientiert ist.

Ein wichtiger Aspekt der gemachten Erfahrungen ist, daß Reaktionsverhalten und Reaktionszeit eines komplexen ökologischen Systems wie dem Bodensee nicht exakt vorhersehbar sind. Daher bedarf es zur langfristigen Sicherung des Erreichten der stetigen Optimierung des integrierten Gewässerschutzes. Hierbei erweisen sich starre Zielwerte als wenig hilfreich, da sie weder die Veränderung äußerer Einflussfaktoren noch den Wandel des Sees selbst miteinbeziehen.

Dies gilt vor allem vor dem Hintergrund sich abzeichnender klimatischer Veränderungen mit noch nicht absehbaren Folgen für den See und dem ungebrochenen Trend der Bevölkerungsverdichtung und Wirtschaftsentwicklung im Bodenseeraum. Hinzu kommen gestiegene Nutzungsanforderungen an den See als Freizeit- und Lebensraum wie auch Belastungen durch landwirtschaftliche Produktion im Umland.

Ein wichtiges Nahziel der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee bleibt daher die Gewährleistung einer geringstmöglichen Abwasser- und Schadstoffbelastung des Sees. Dies bedeutet neben der Aufrechterhaltung hoher Anforderungen an die Abwasserbehandlung auch die Reduktion diffuser Nähr- und Schadstoffeinträge in den See und eine weitere Minimierung lokaler Belastungen durch anthropogene Nutzungen.

Abbildungen

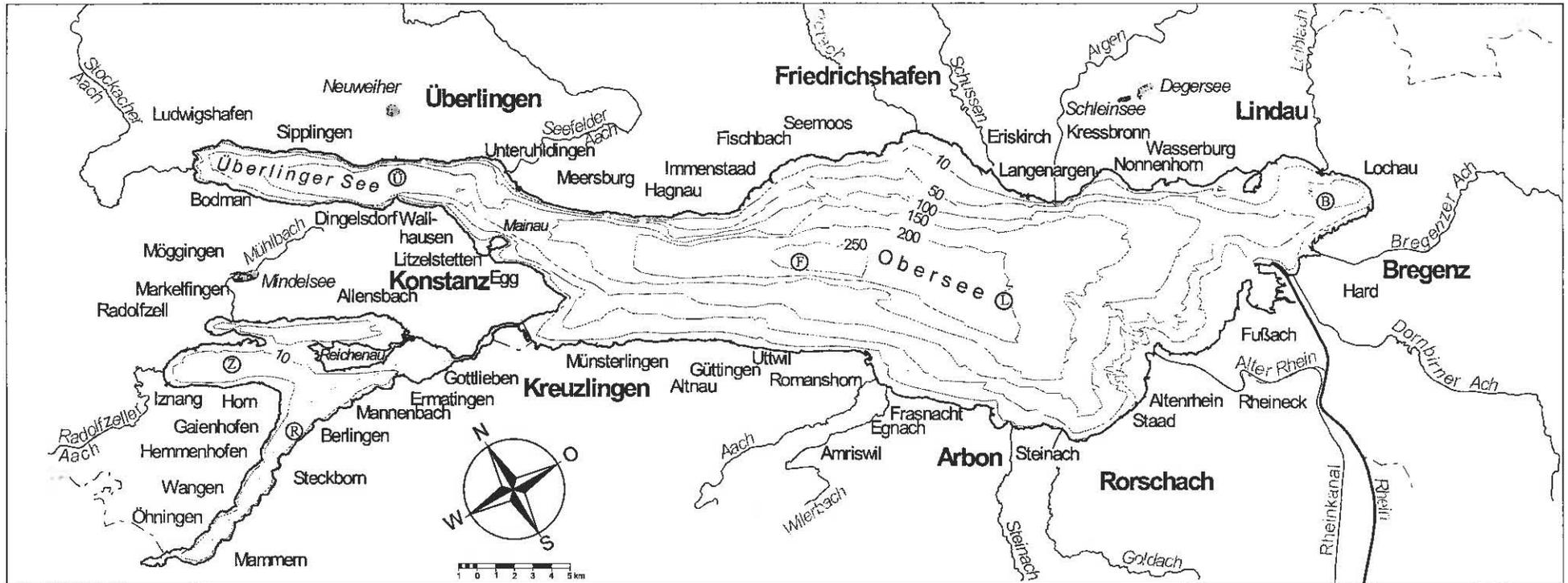


Abb. 1: Der Bodensee mit Lage der Untersuchungsstellen

a) Freiwasser:

- Obersee: Bregenzer Bucht ③
- Fischbach-Uttwil ⑤
- Langenargen-Arbon ④
- Überlinger See ①

- Untersee: Rheinsee ③
- Zeller See ②

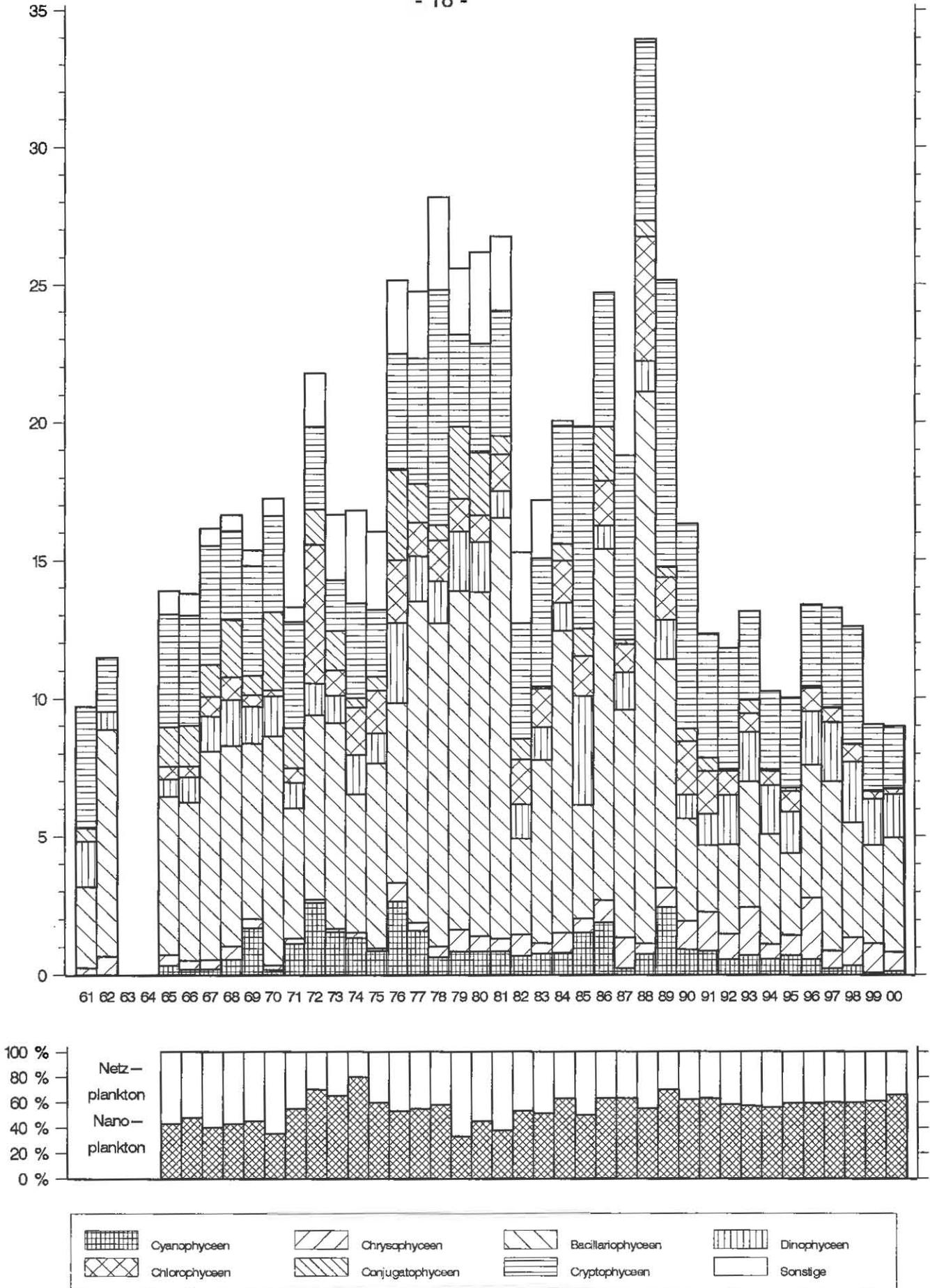


Abb. 3: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Langfristige Entwicklung des Phytoplanktons
Biomassen in g/m² (0–20 m Tiefe), Jahresmittelwerte

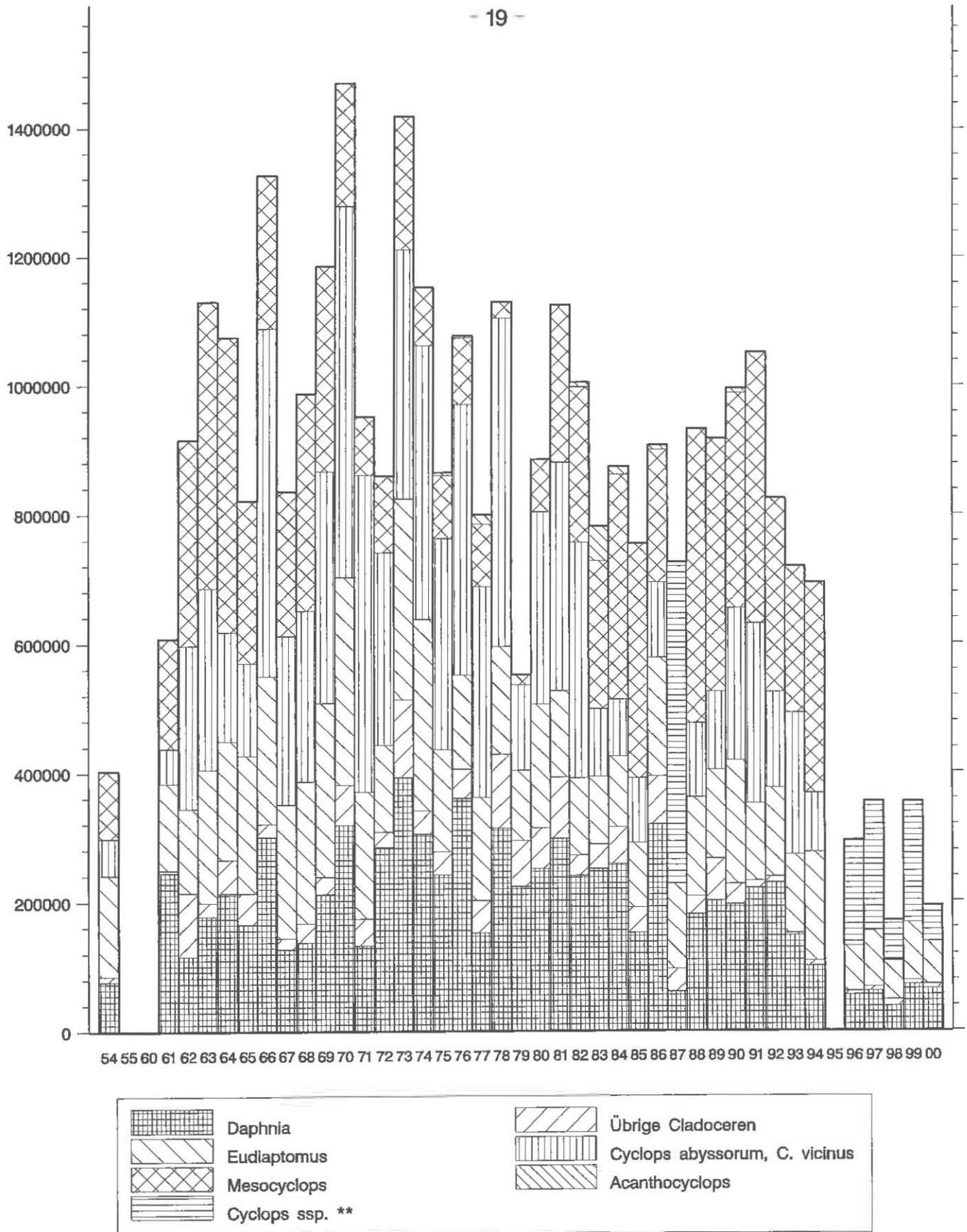


Abb. 4: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Langfristige Entwicklung des Crustaceenplanktons
Tiere/m³ gesamte Wassersäule, Jahresmittelwerte *

* Berechnung des Jahresmittelwertes für 1995 nicht möglich wegen fehlender Frühjahrswerte
** 1987 und ab 1996 einschließlich Mesocyclops

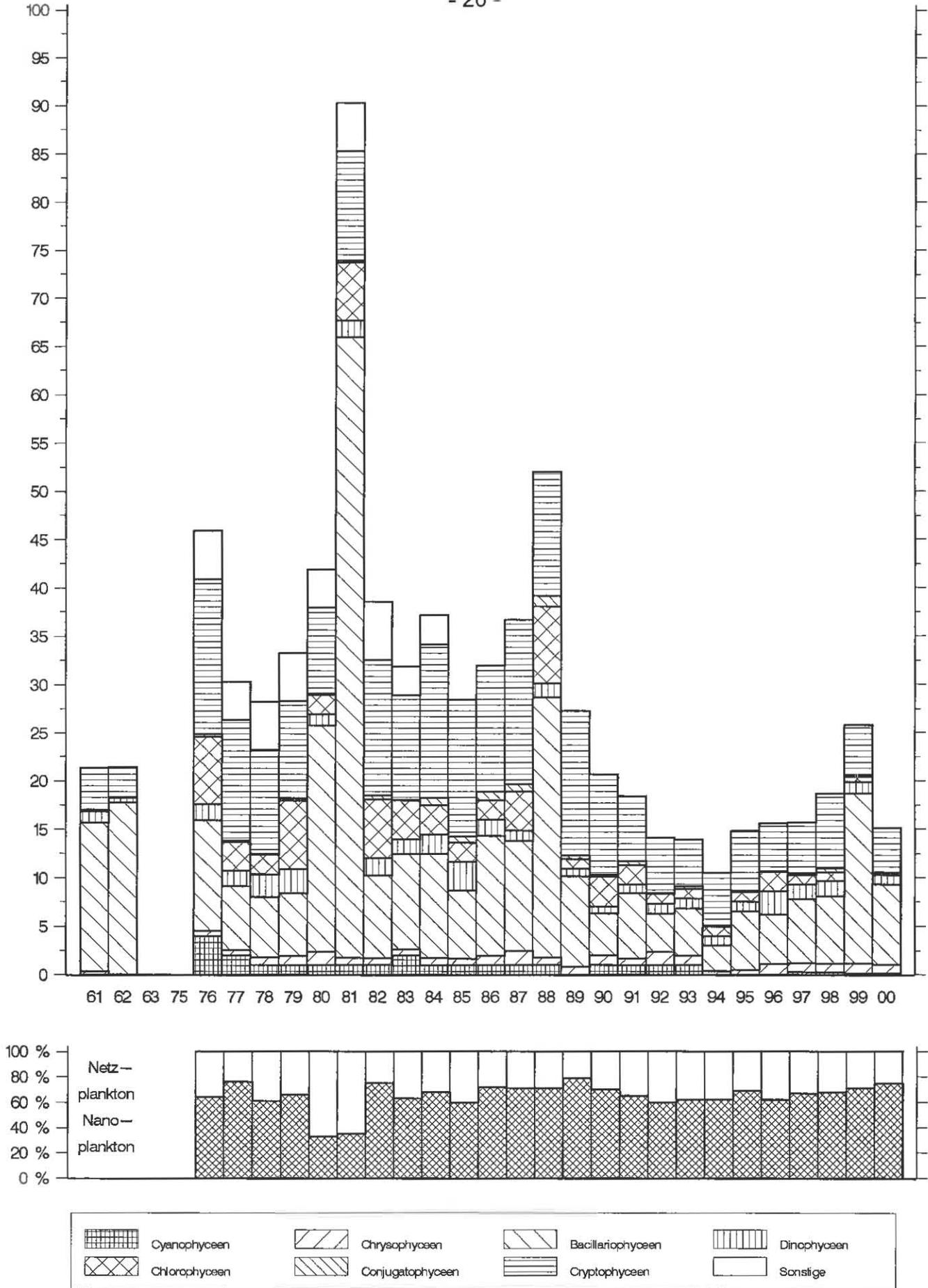


Abb. 5: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Langfristige Entwicklung des Phytoplanktons
Biomassen in g/m² (0–20 m Tiefe), Jahresmittelwerte

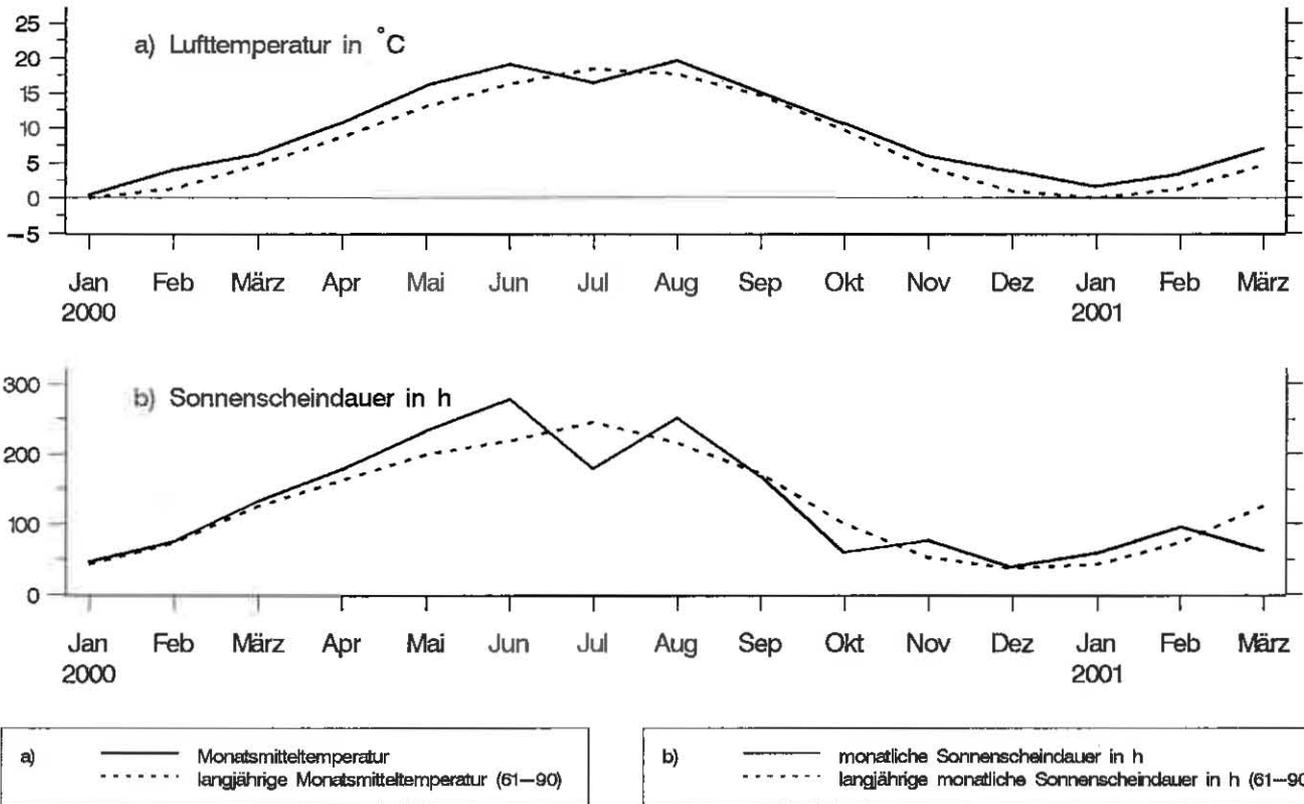


Abb. 6: Bodensee – Obersee:
Klimadaten der Wetterwarte Konstanz

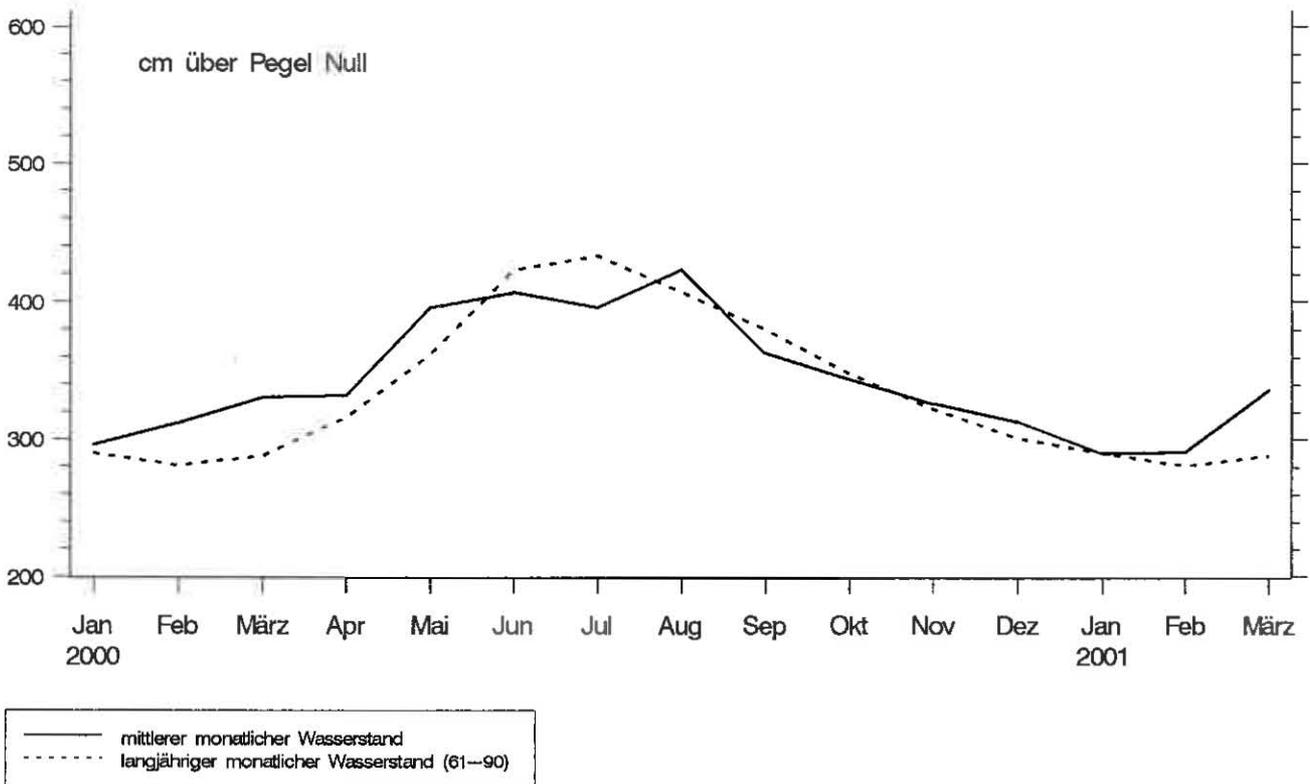


Abb. 7: Bodensee – Obersee:
Wasserstand am Pegel Konstanz

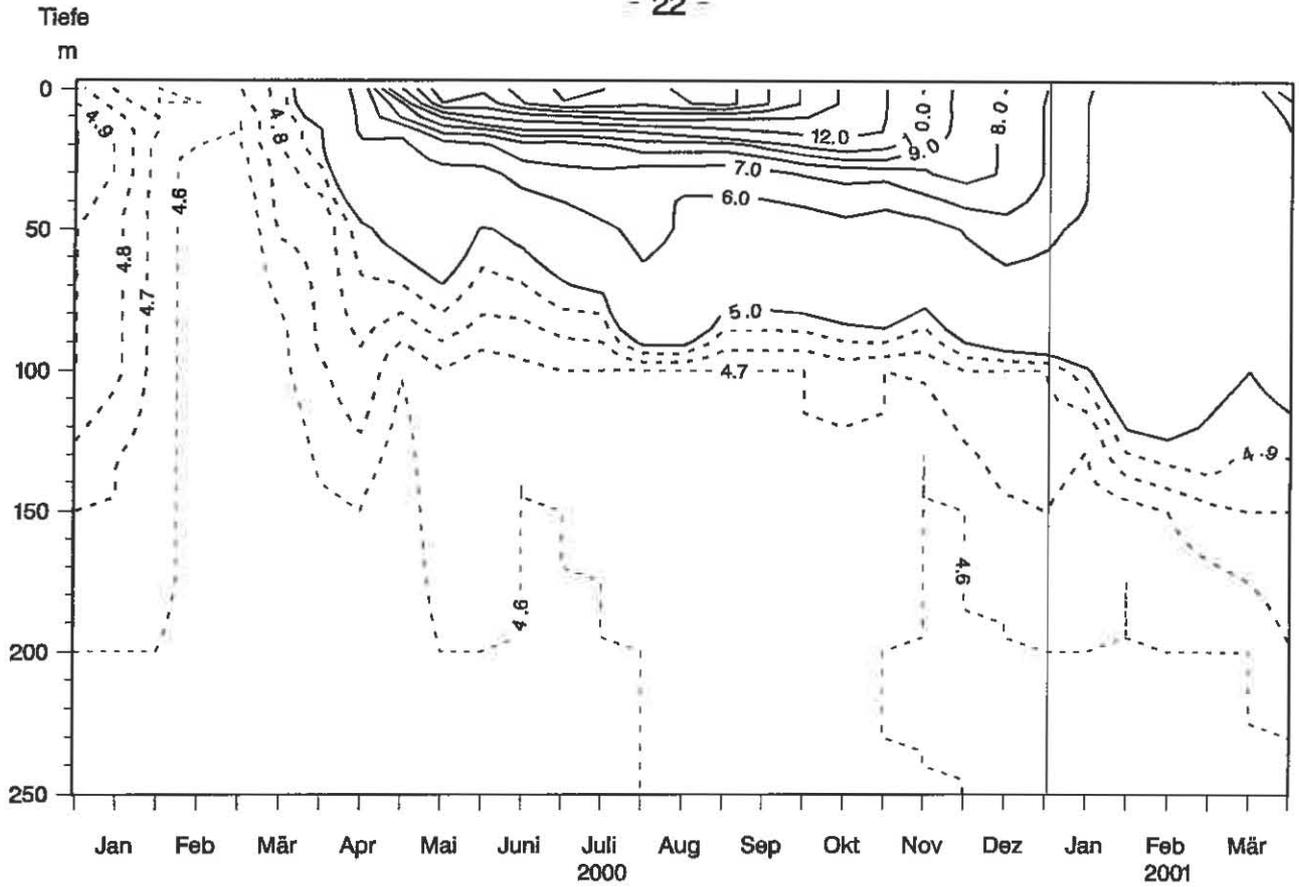


Abb. 8: Bodensee – Obersee, Fischbach – Uttwil:
Temperatur °C

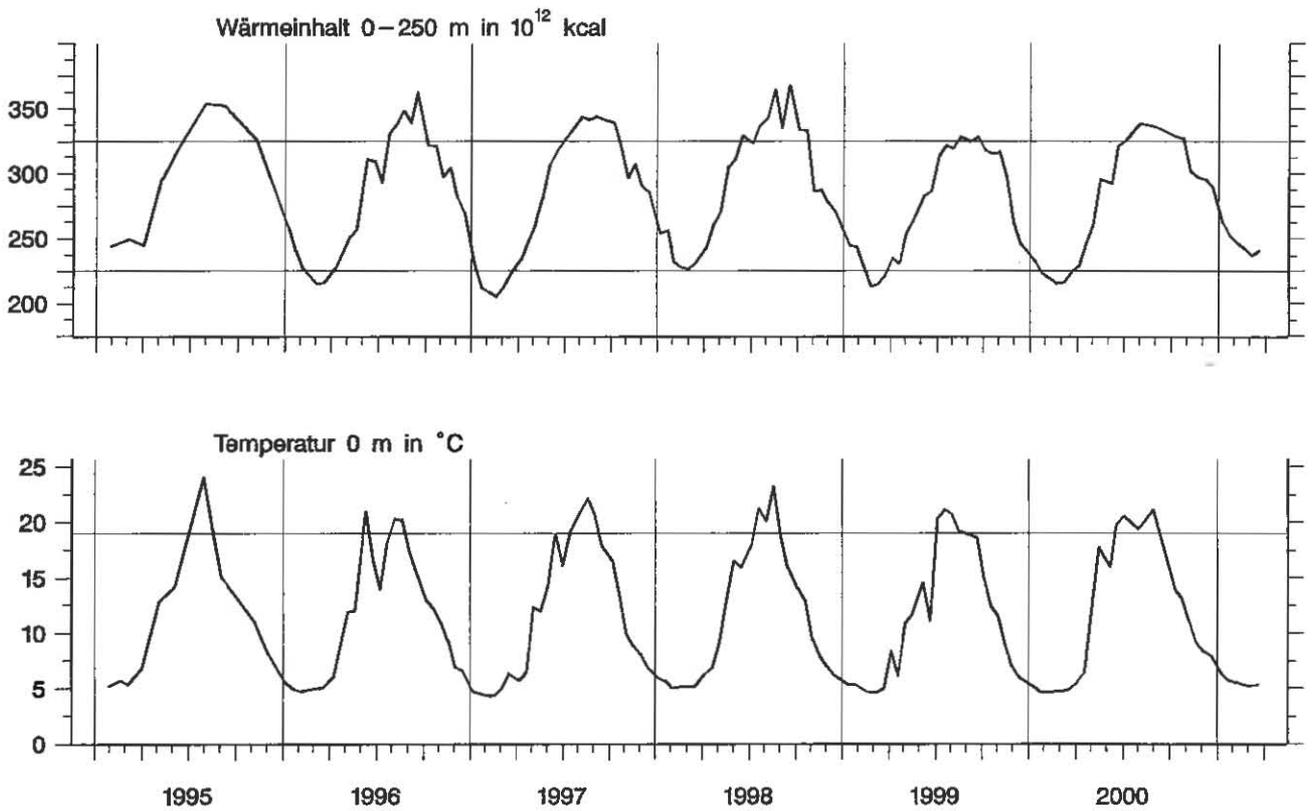


Abb. 9: Bodensee – Obersee, Fischbach – Uttwil:
Thermik

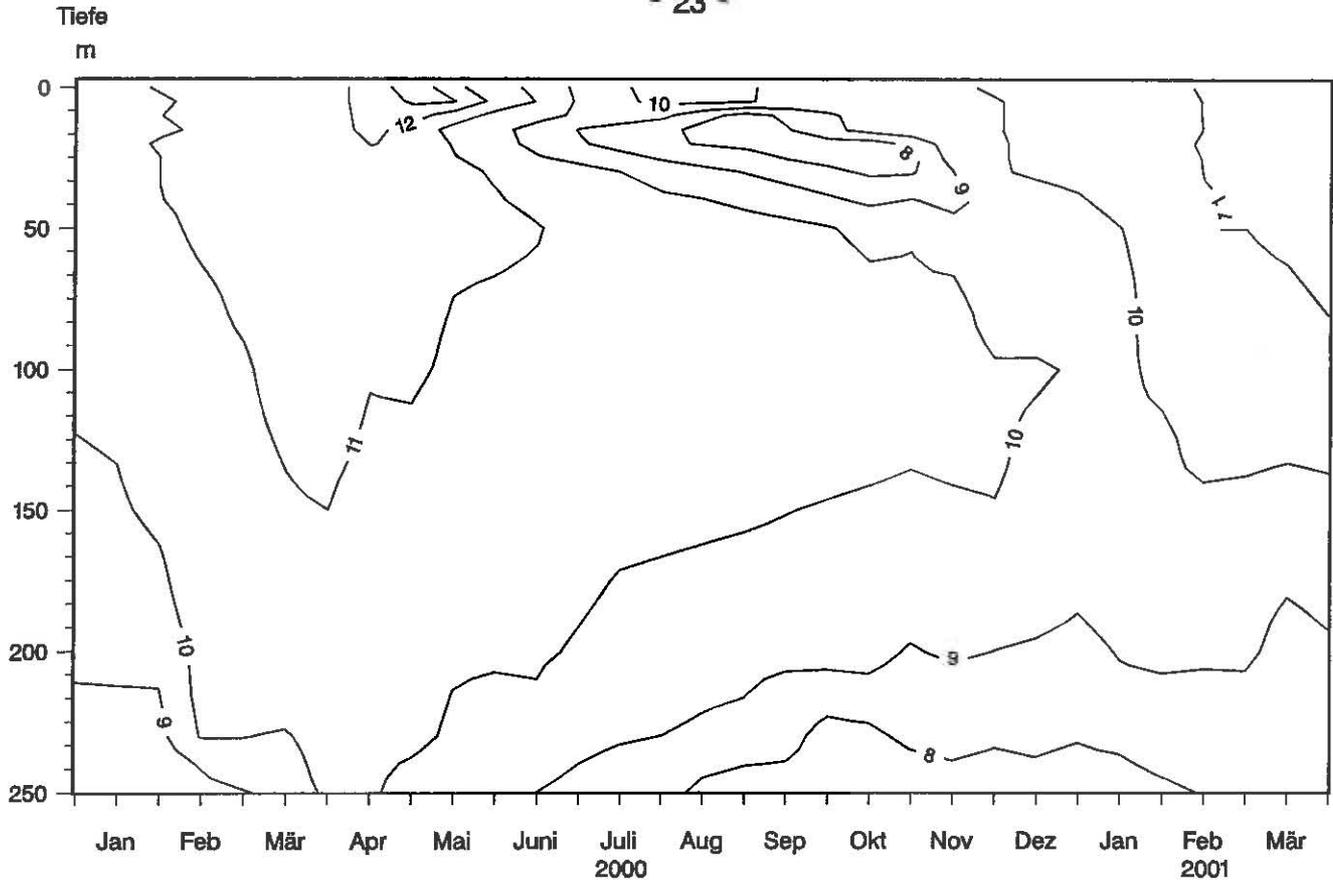


Abb. 10: Bodensee – Obersee, Fischbach – Uttwil:
Sauerstoff (mg/l)

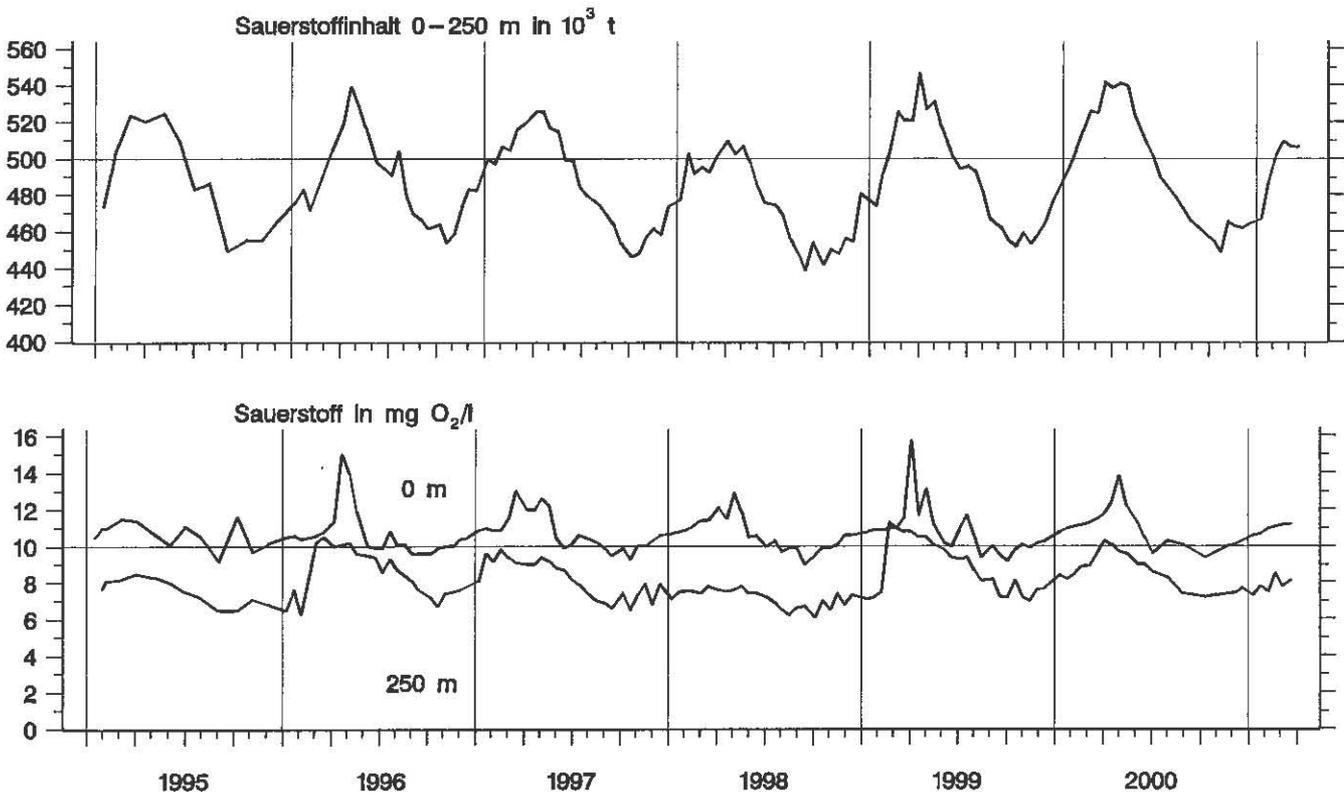


Abb. 11: Bodensee – Obersee, Fischbach – Uttwil:
Sauerstoffinhalt 0-252 m und Sauerstoffkonzentration in 0 und 250 m Tiefe

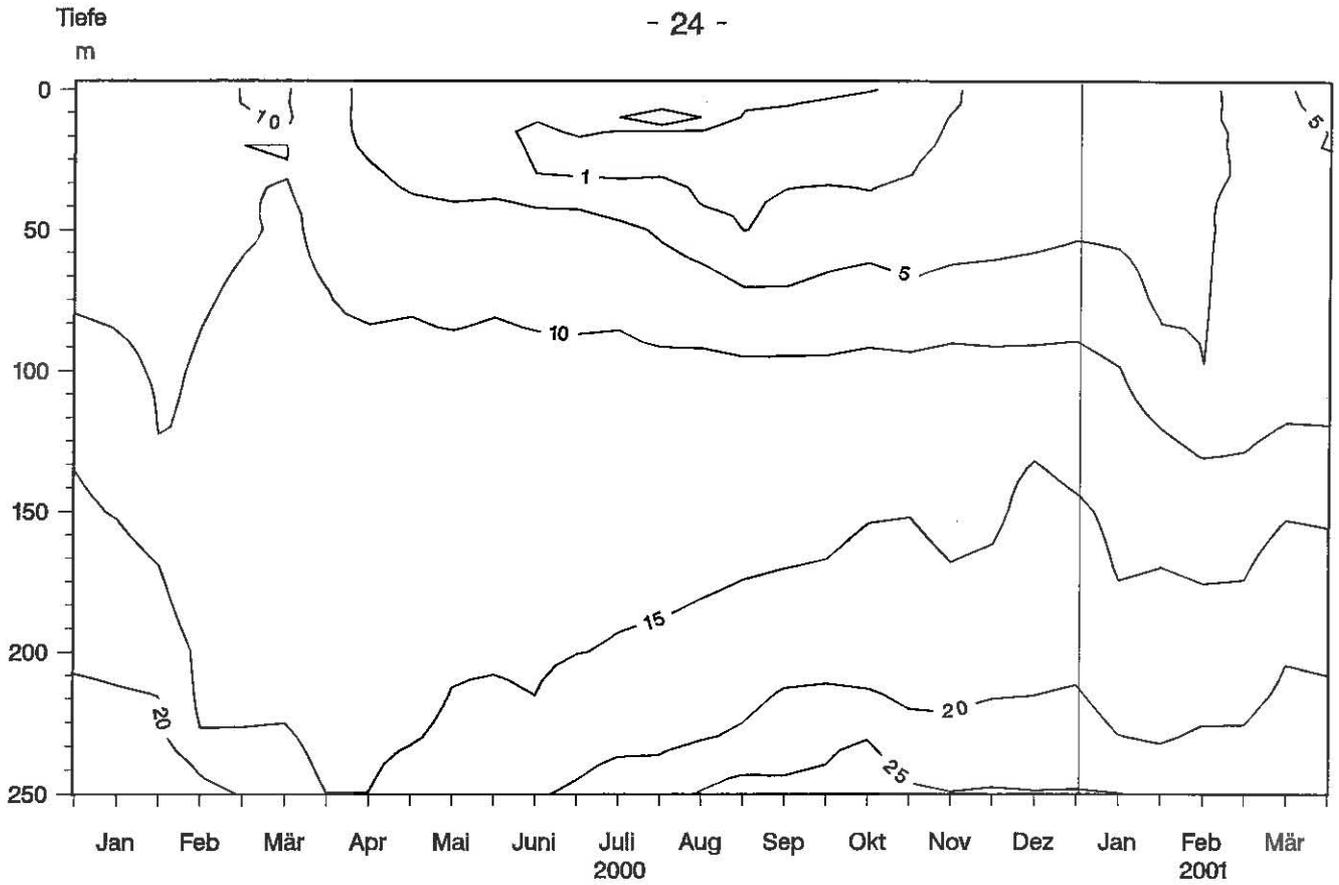


Abb. 12: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Orthophosphat – Phosphor (mg/m³)

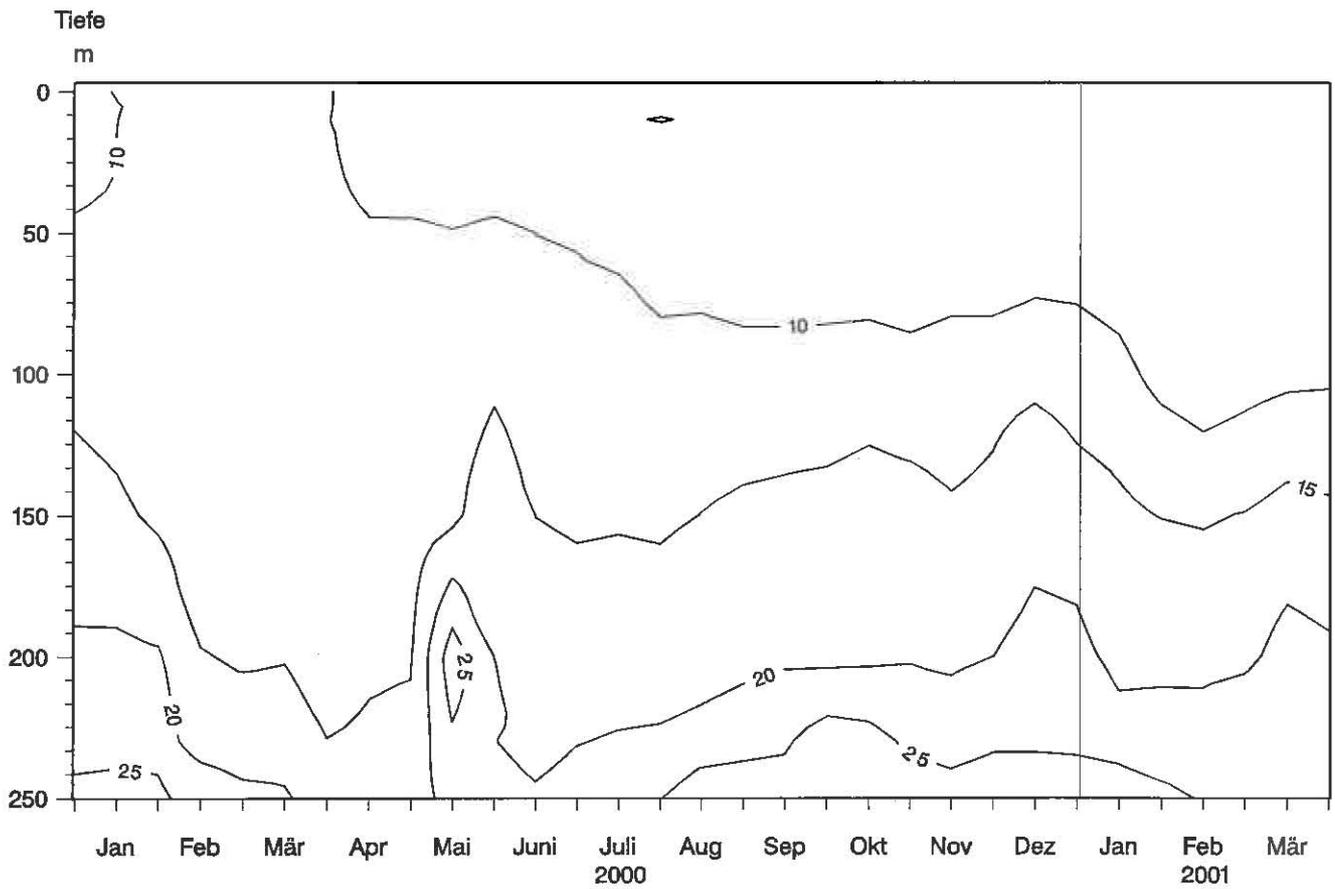


Abb. 13: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Gesamt gelöster Phosphor (mg/m³)

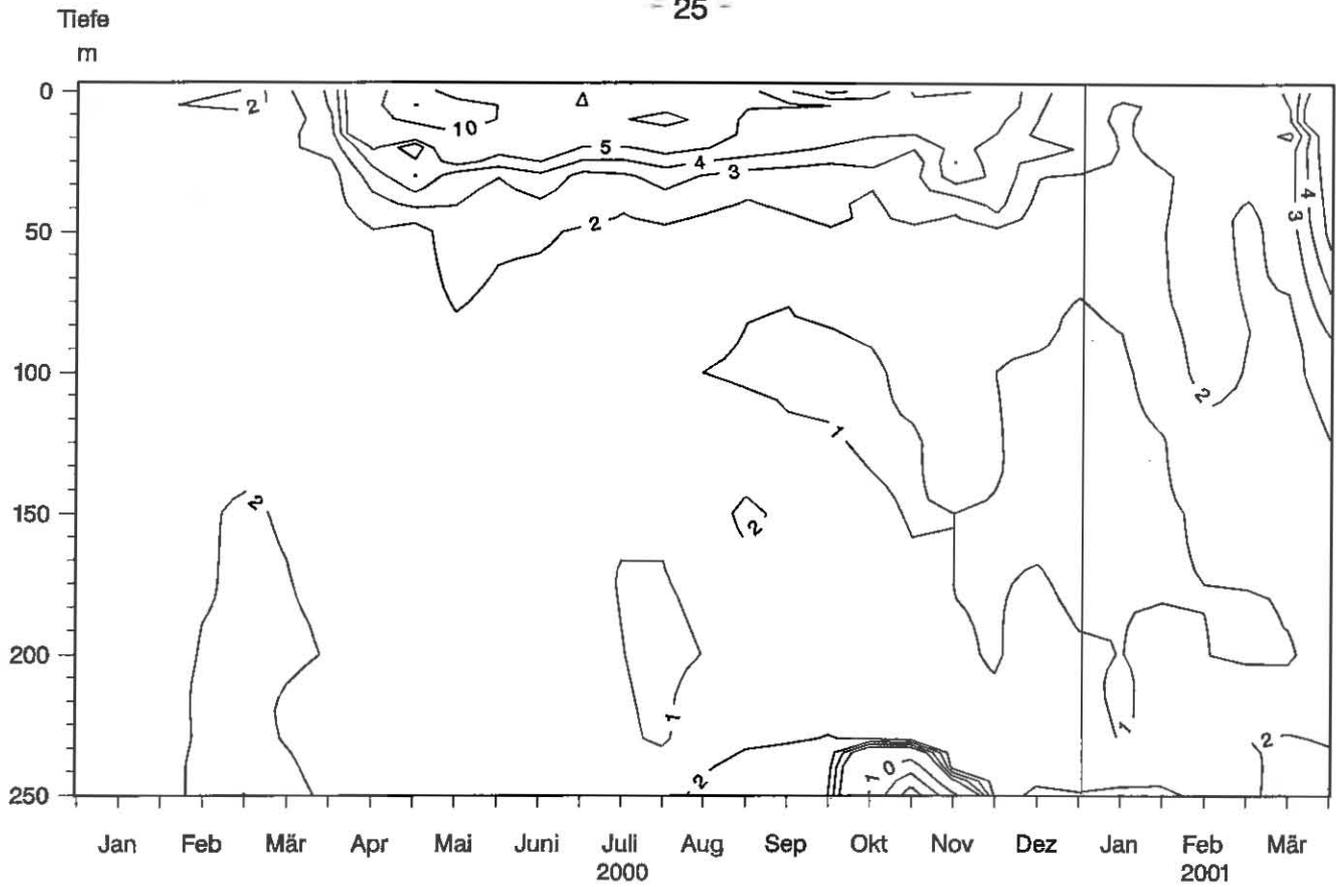


Abb. 14: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
partikulärer Phosphor (mg/m³)

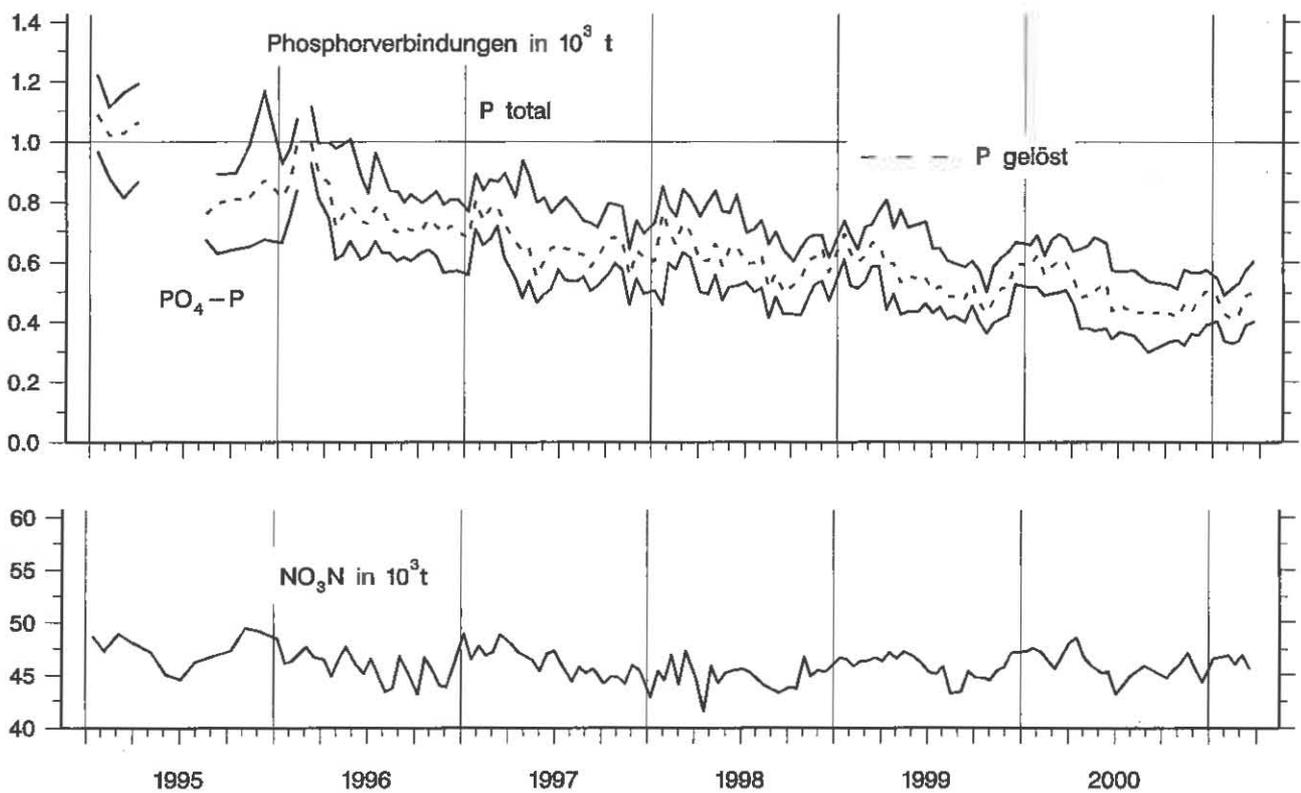


Abb. 15: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Nährstoffinhalt (P, NO₃-N) 0–250 m Tiefe *

* wegen analytischer Probleme teilweise keine Meßdaten vorhanden

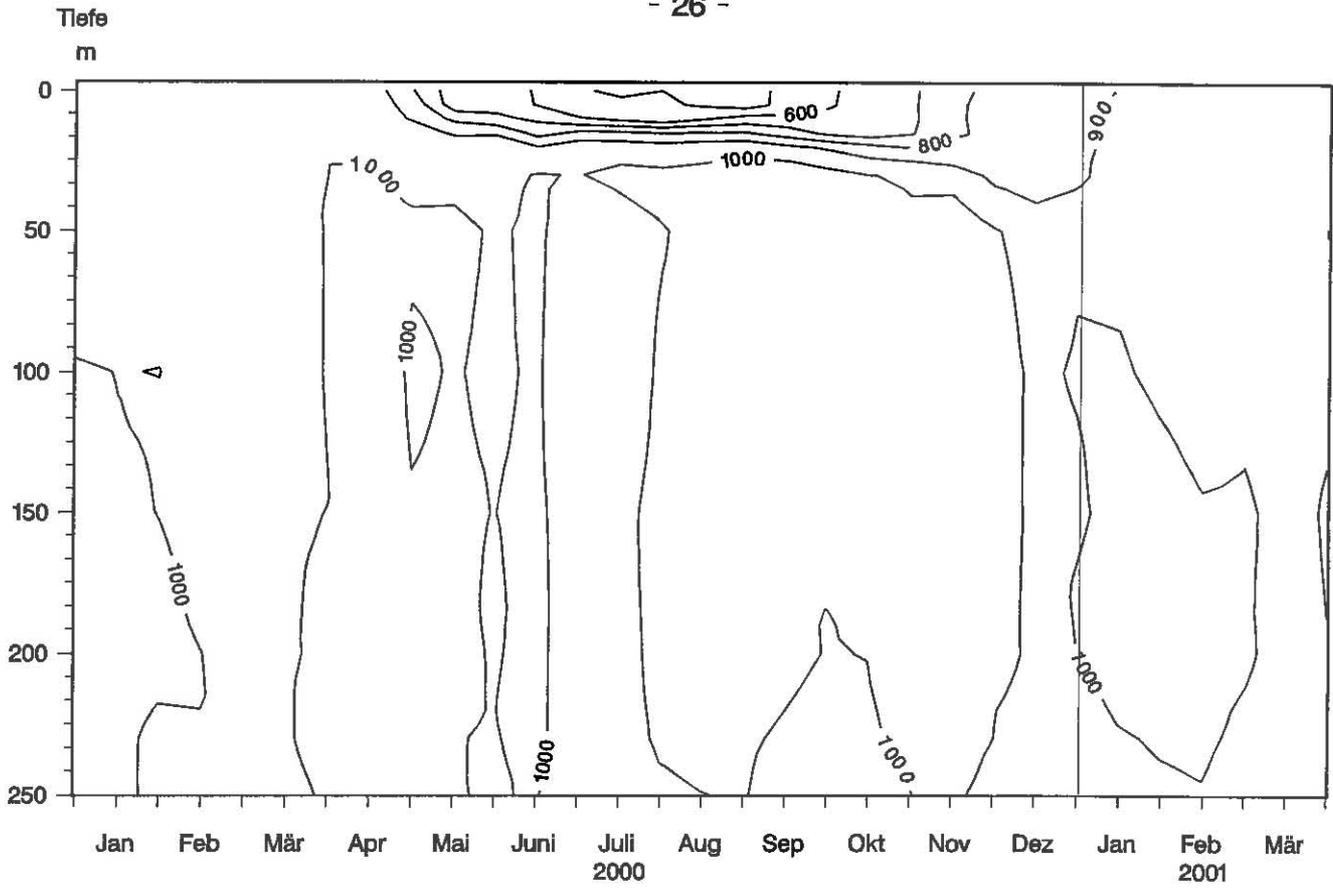


Abb. 16: Bodensee – Obersee, Fischbach – Uttwil:
Nitrat – Stickstoff (mg/m³)

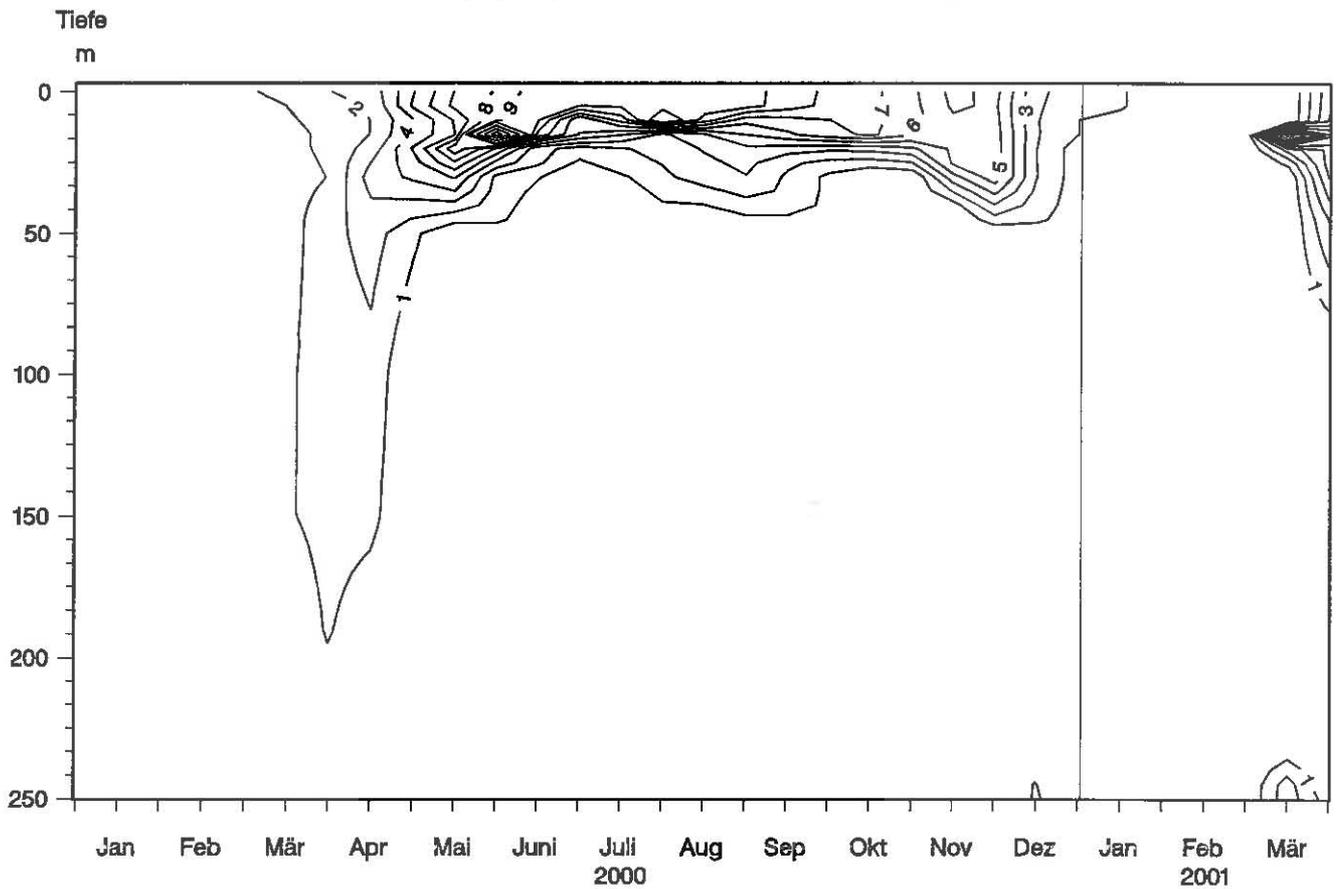


Abb. 17: Bodensee – Obersee, Fischbach – Uttwil:
Nitrit – Stickstoff (mg/m³)

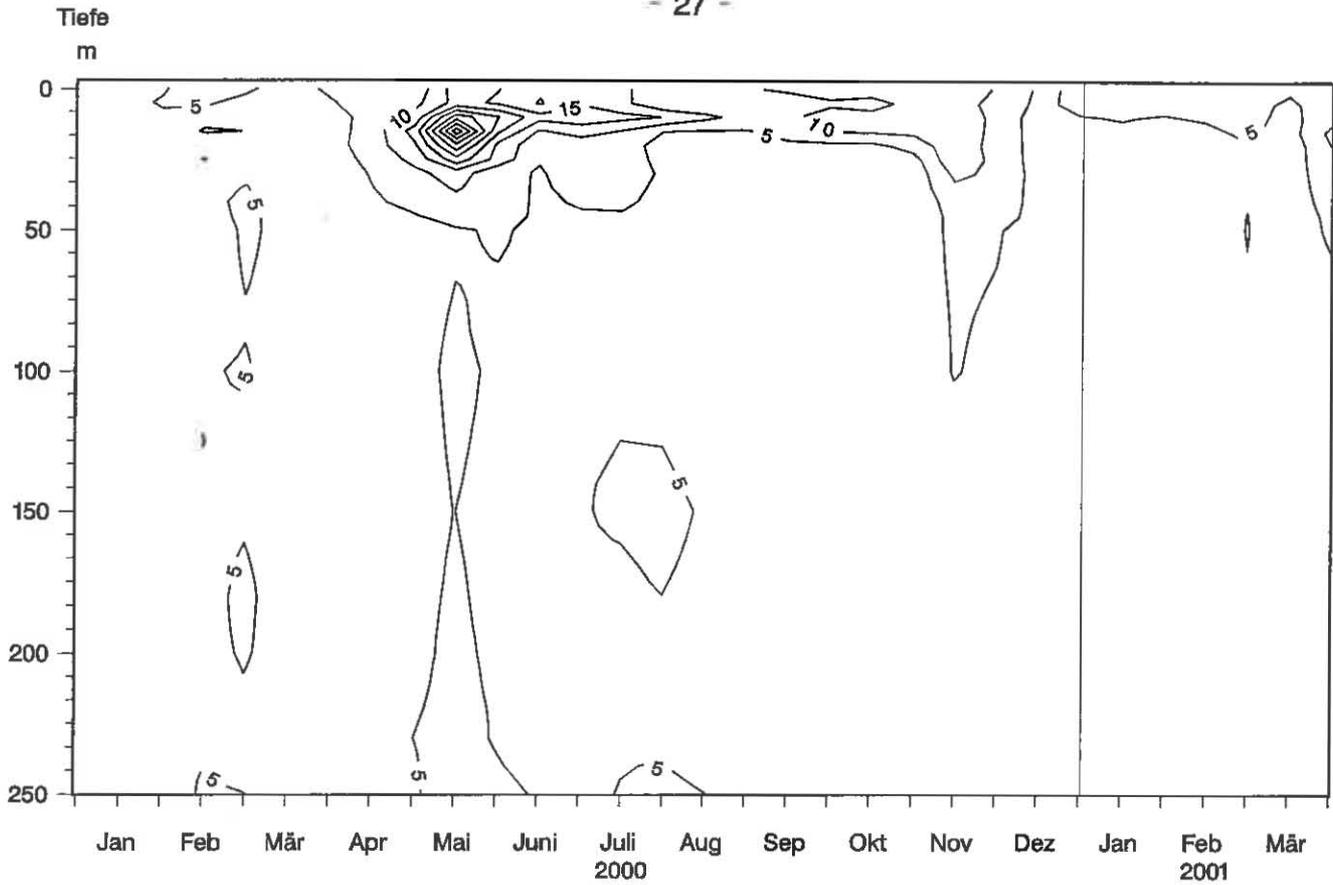


Abb. 18: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Ammonium – Stickstoff (mg/m³)

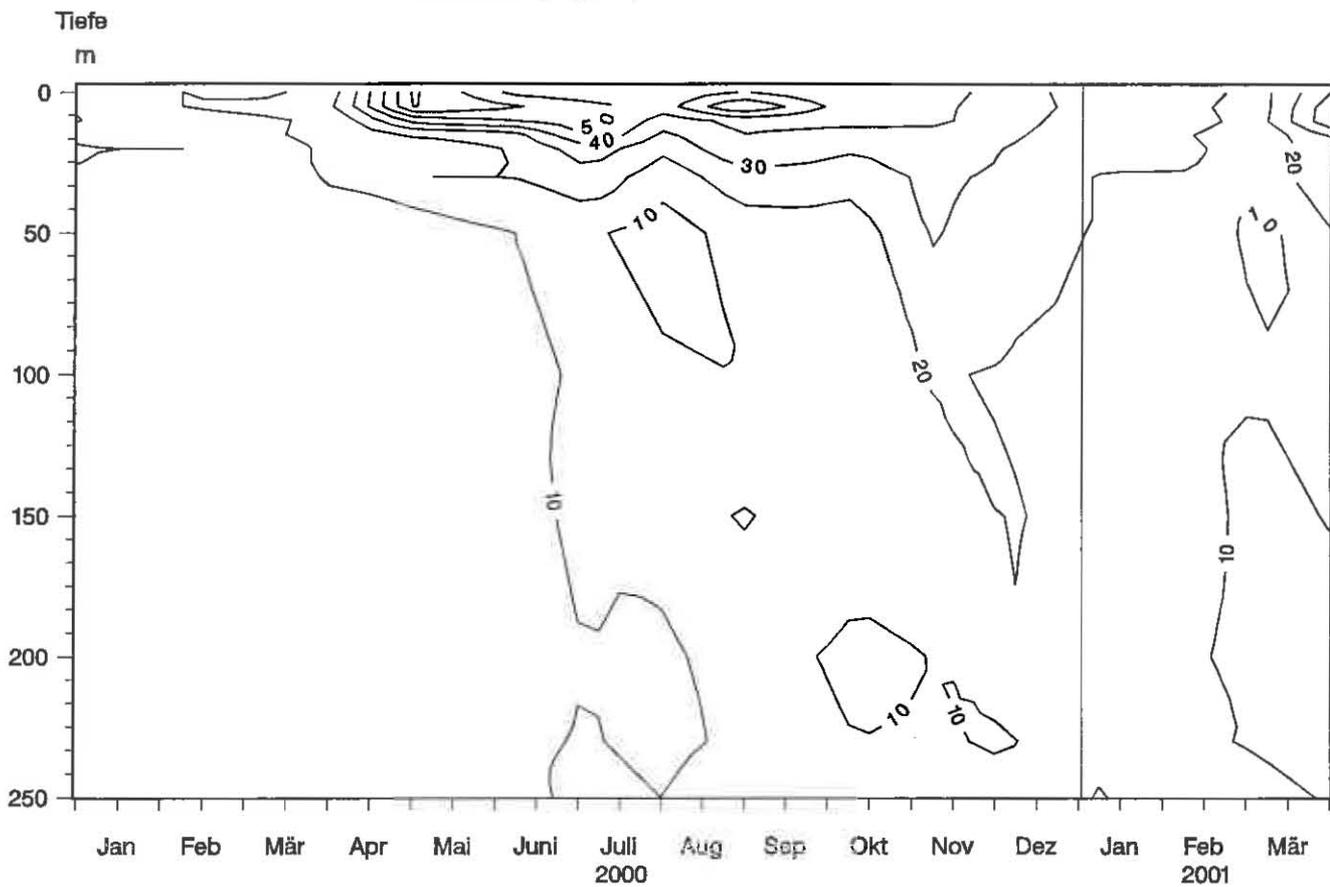


Abb. 19: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Partikulärer Stickstoff (mg/m³)

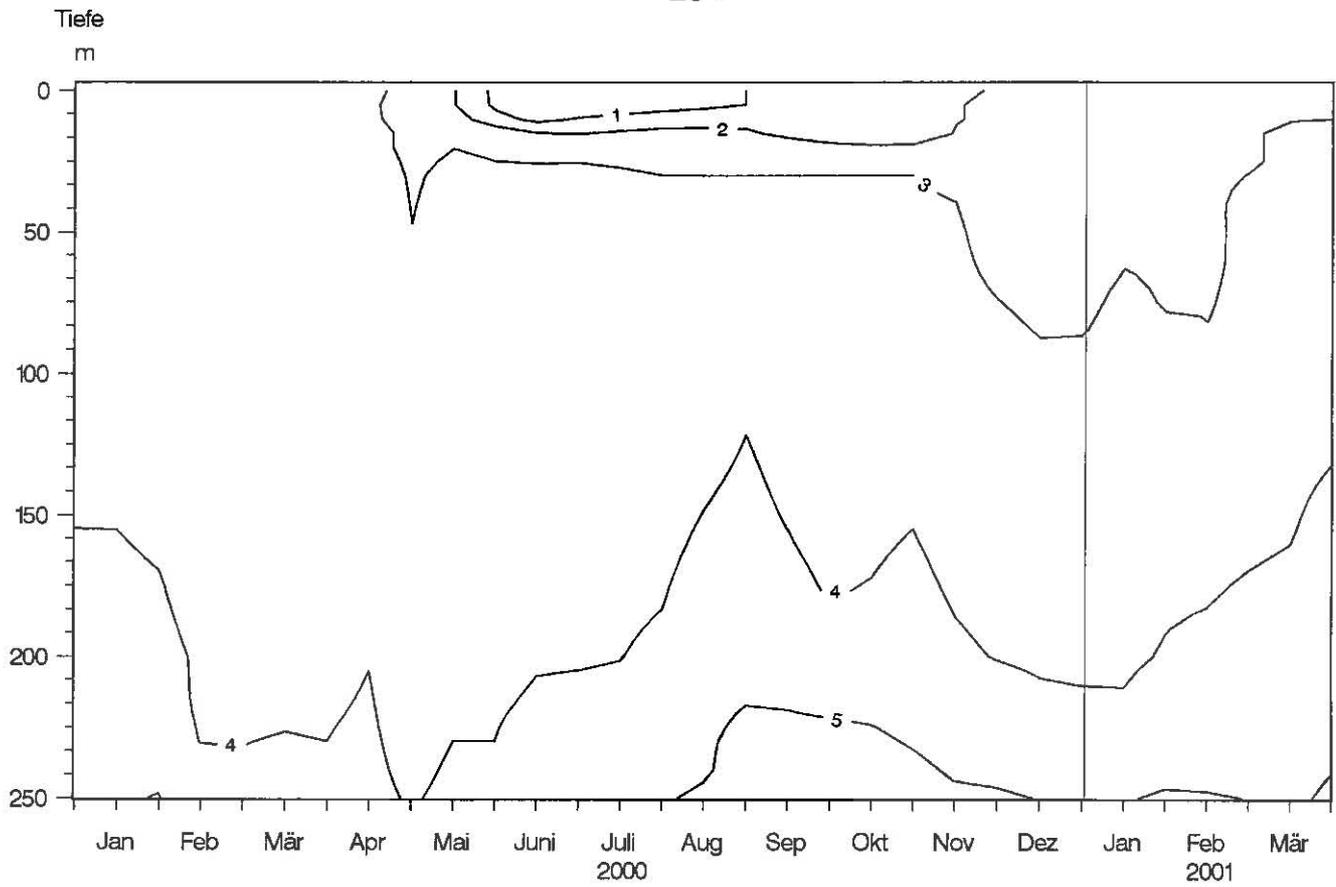


Abb. 20: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Silikat (mg/l)

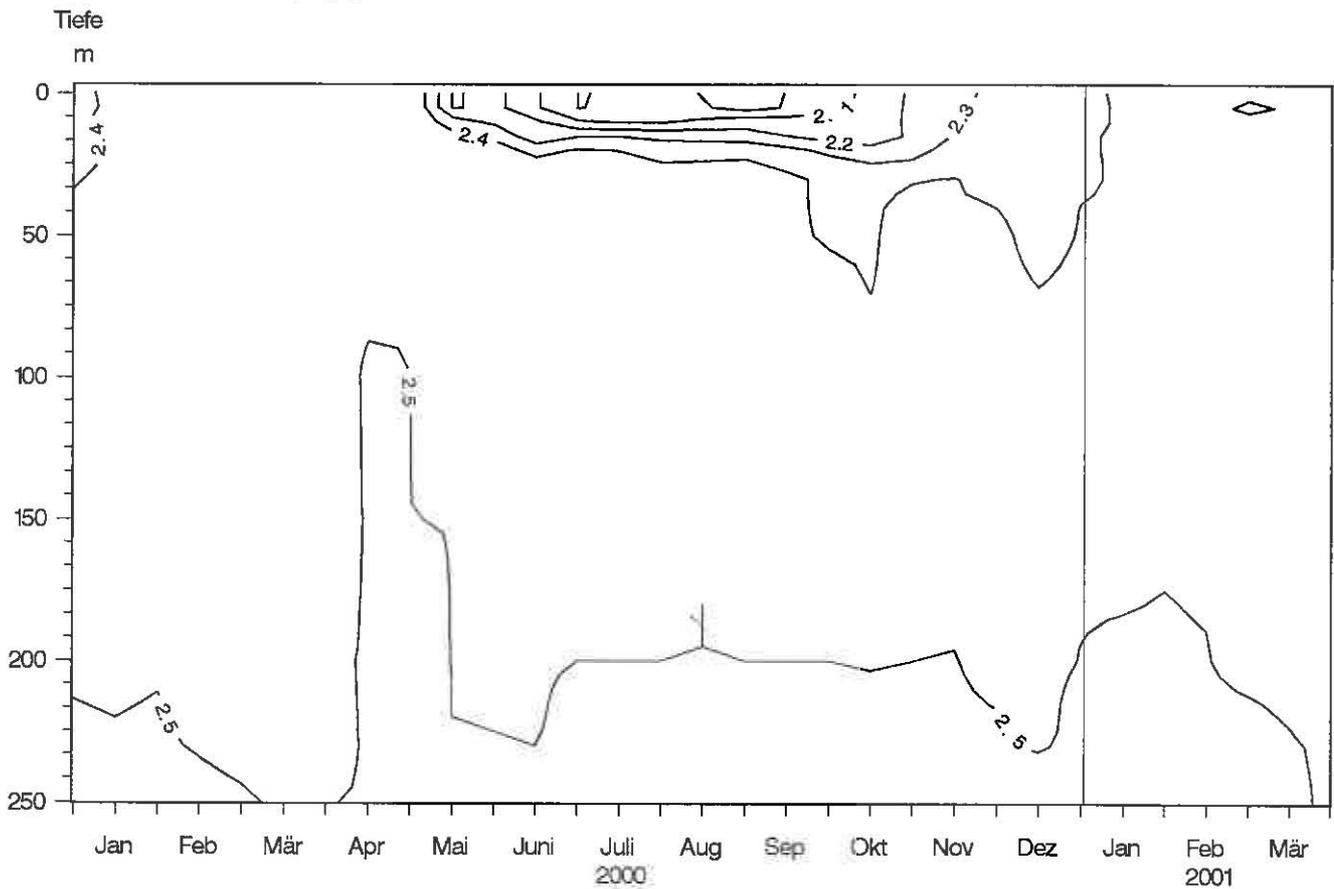


Abb. 21: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Anorganischer Kohlenstoff (mmol/l)

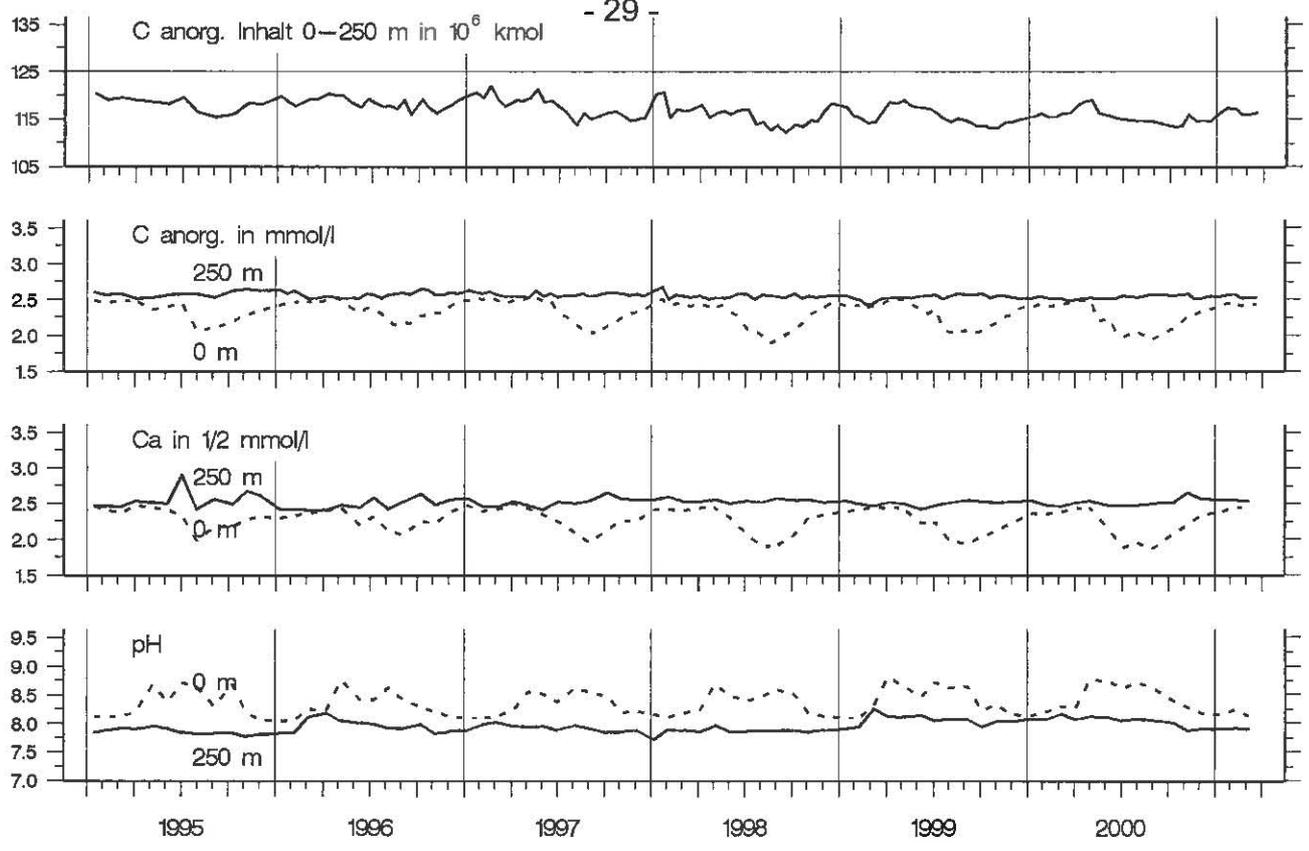


Abb. 22: Bodensee – Obersee:
Anorganischer Kohlenstoff, Inhalt 0–252 m Tiefe
Konzentration von anorg. Kohlenstoff, Calcium; pH-Wert

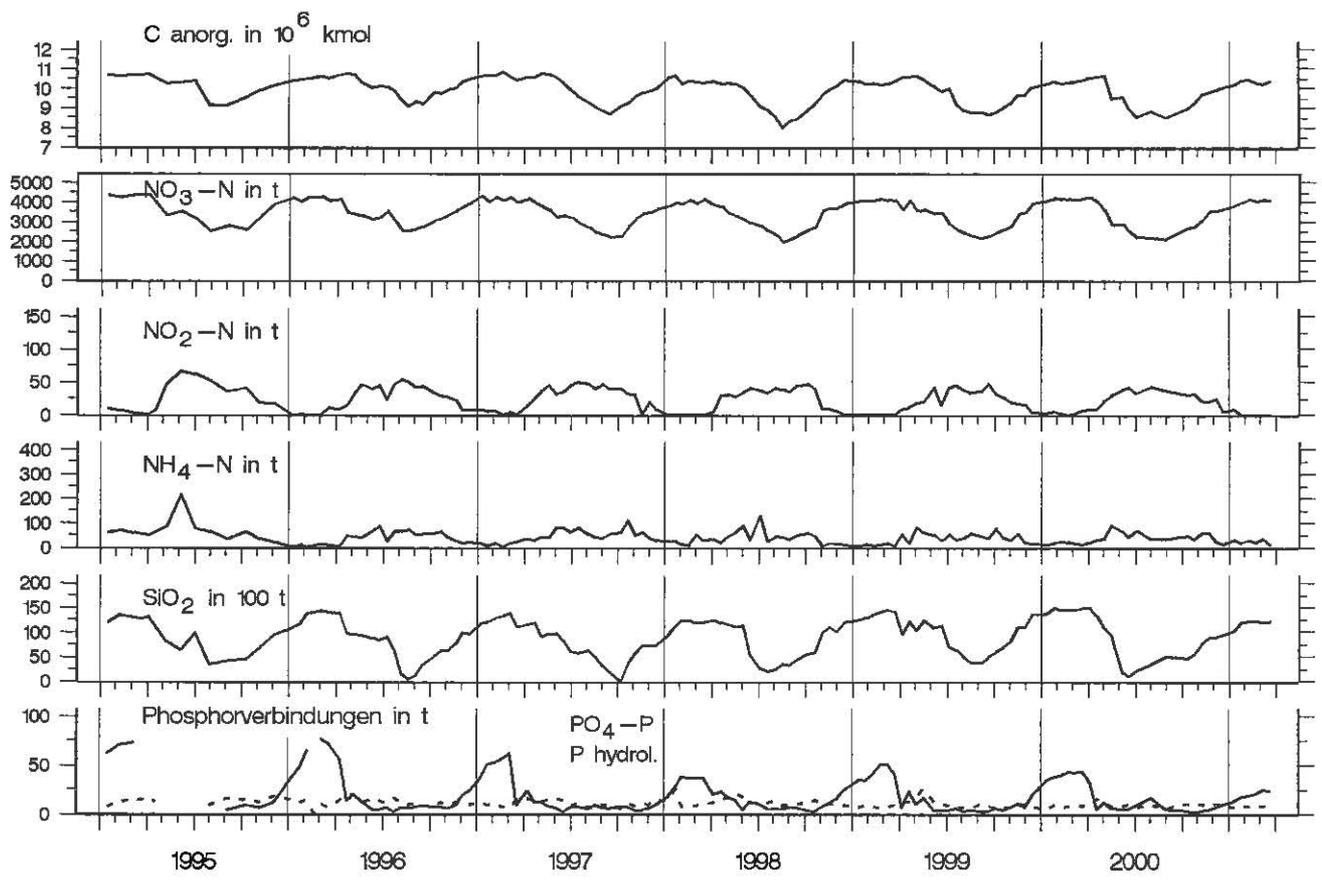


Abb. 23: Bodensee – Obersee:
Nährstoffinhalt (Phosphor, Stickstoff, Silikat,
anorg. Kohlenstoff) im Epilimnion 0–10 m Tiefe

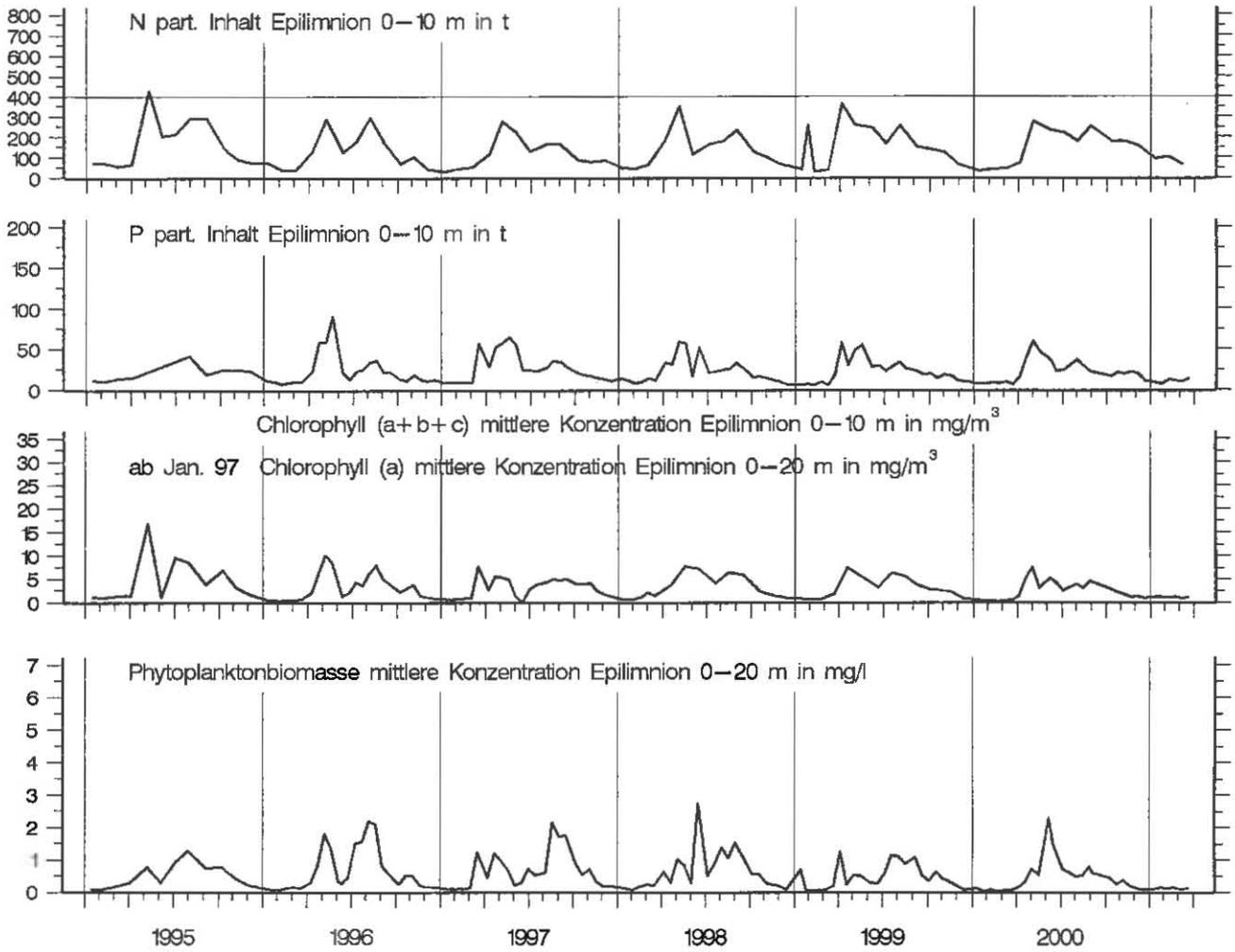


Abb. 24: Bodensee – Obersee:
Chemische Biomasseindikatoren und Phytoplanktonbiomasse

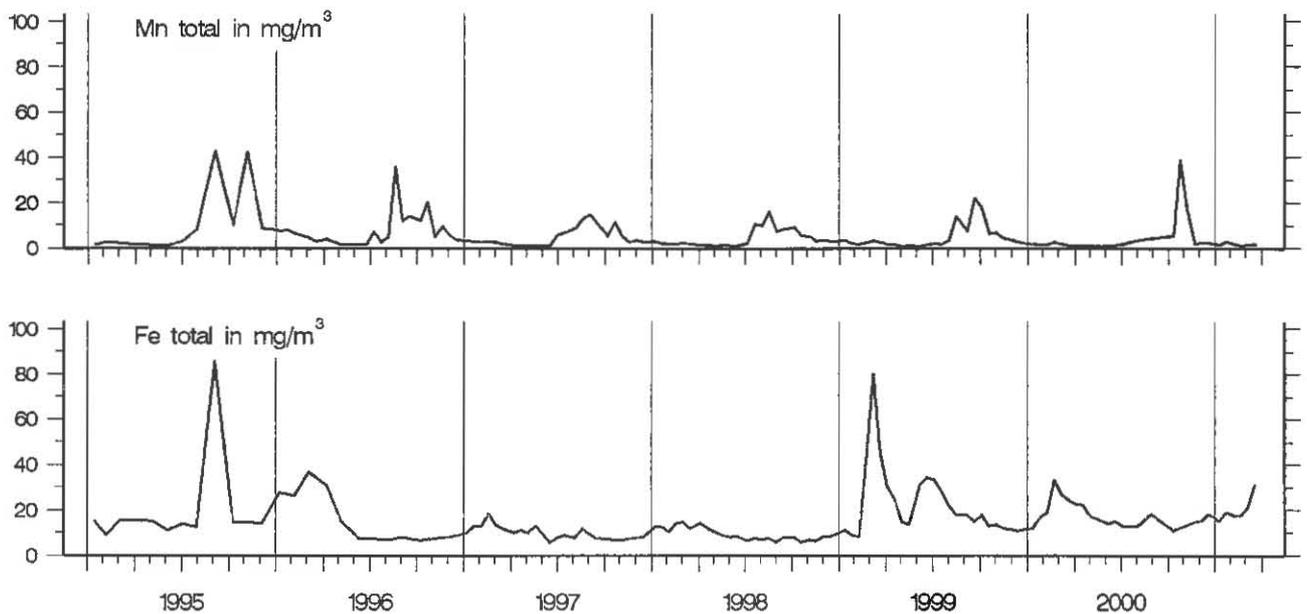


Abb. 25: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Konzentration von Eisen total und Mangan total in 250 m Tiefe

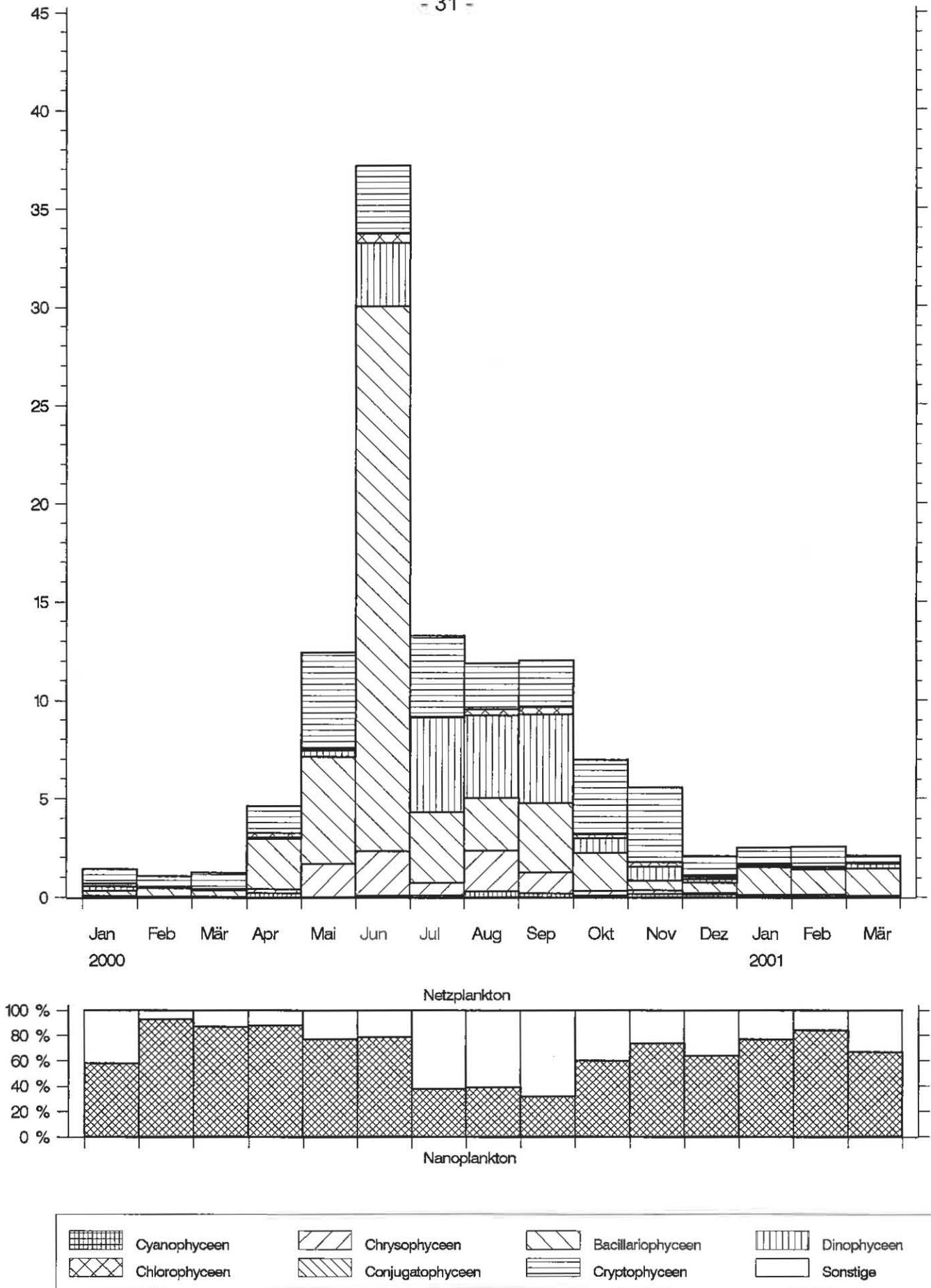


Abb. 26: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
 Entwicklung des Phytoplanktons
 Biomasse in g/m² (0–20 m Tiefe), Monatsmittelwerte

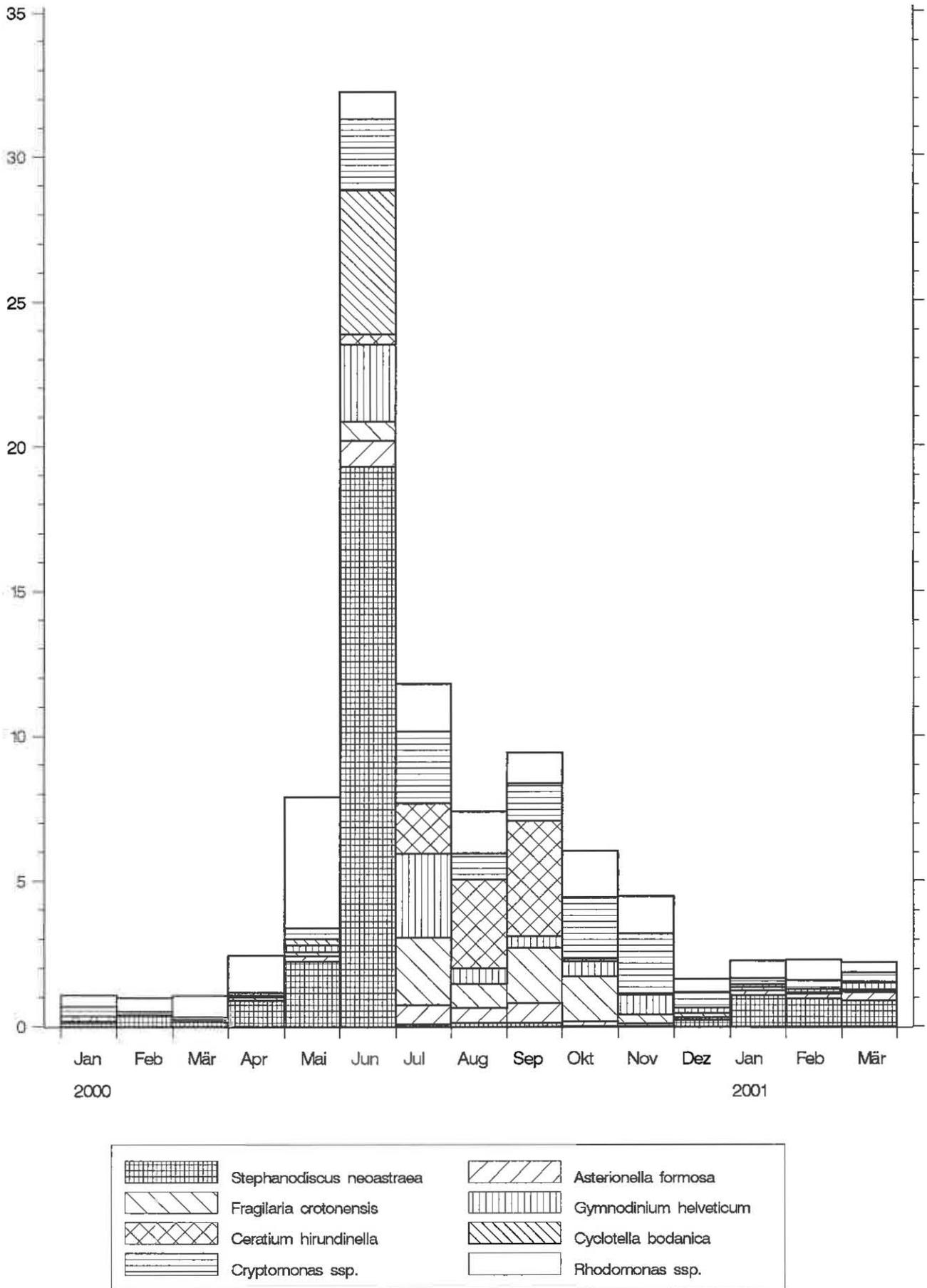


Abb. 27: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Entwicklung des Phytoplanktons
Biomasse der Hauptarten in g/m² (0–20 m Tiefe), Monatsmittelwerte

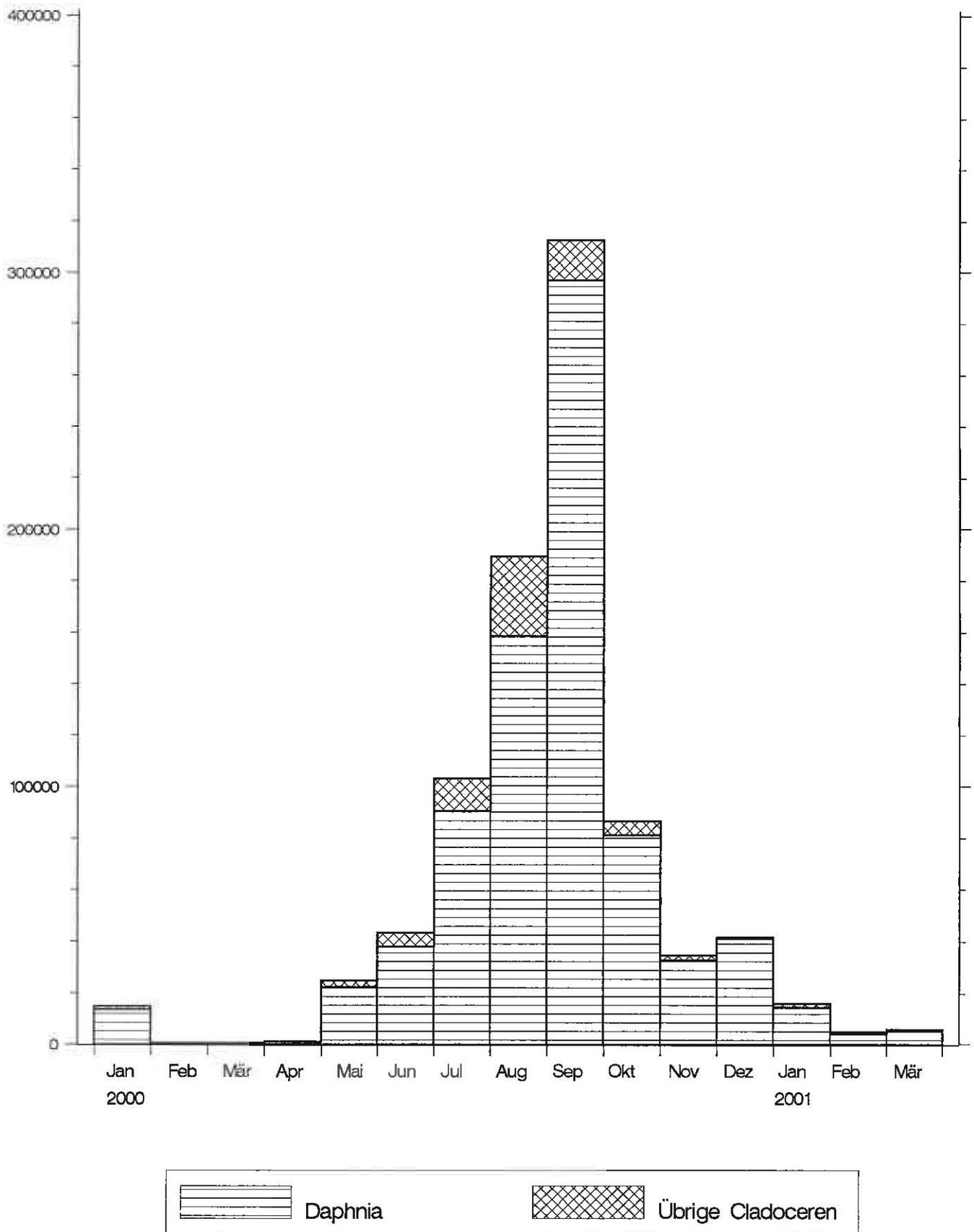
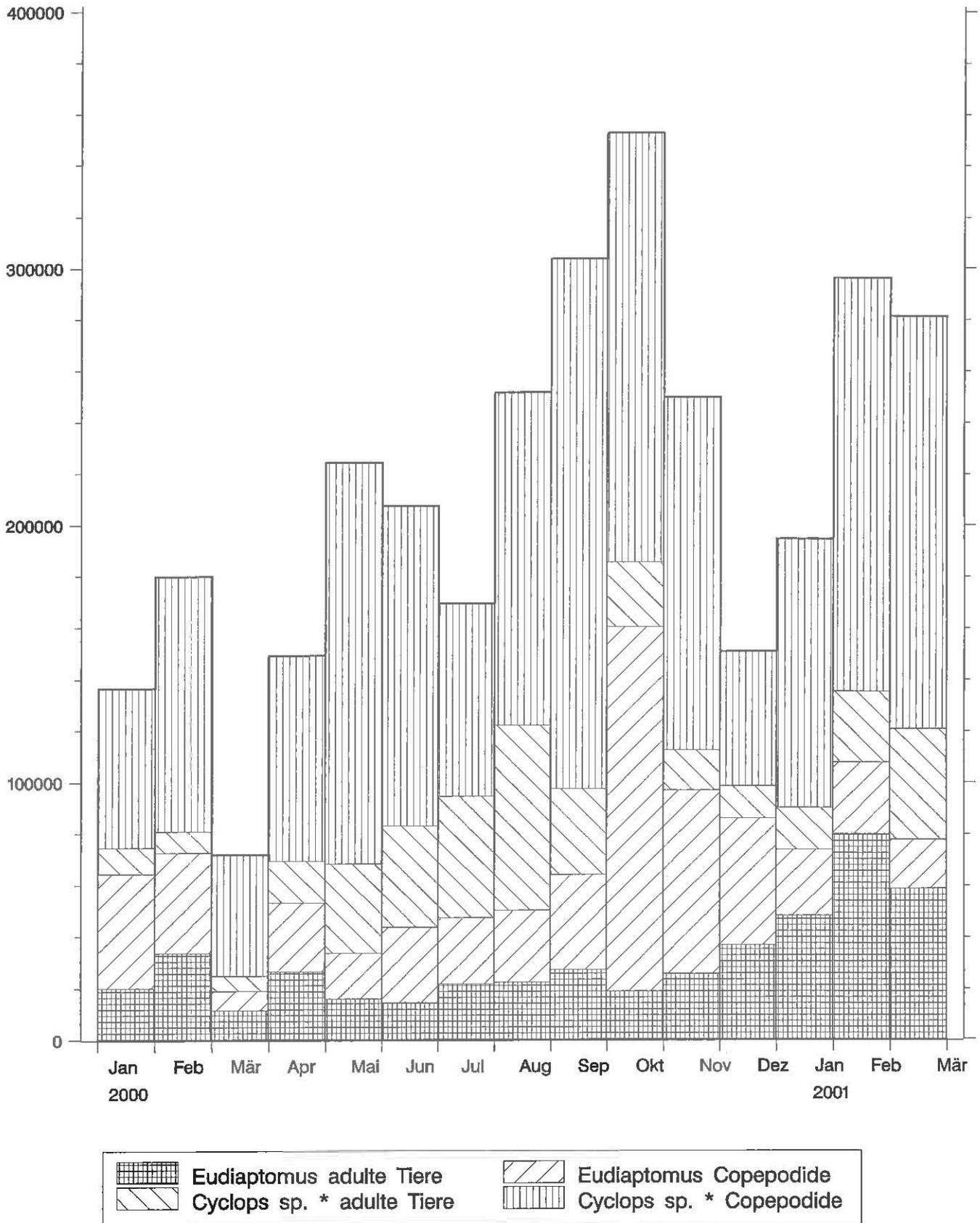
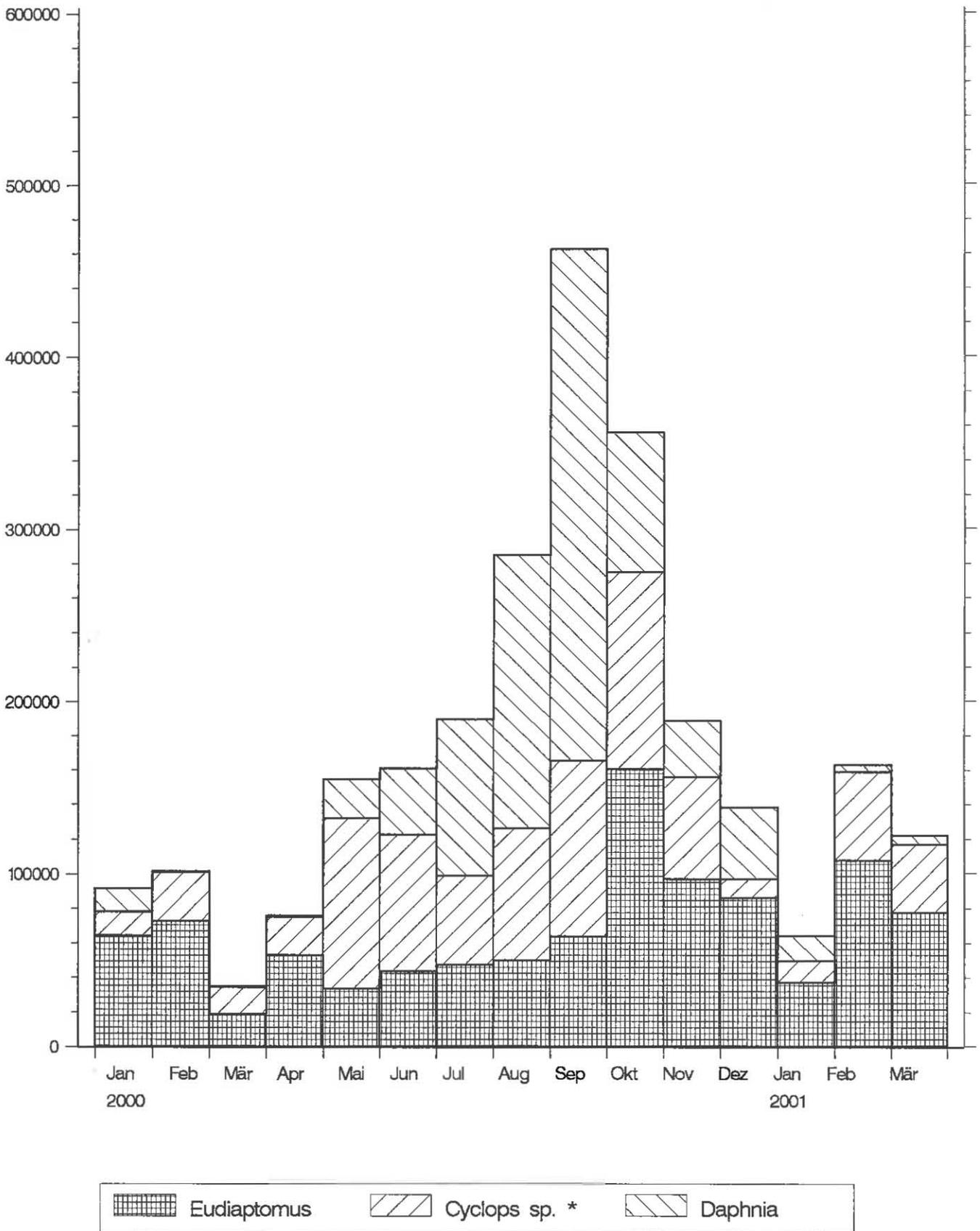


Abb. 28: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Entwicklung der Cladoceren
Tiere/m², Monatsmittelwerte



* Cyclops sp. (Summe der Copepoden *C. abyssorum*, *C. vicinus*, *Mesocyclops*, *Acanthocyclops*)

Abb. 29: Bodensee – Obersee, Fischbach–Uttwil:
Entwicklung der Copepoden, adulte Tiere und Copepodide,
Tiere/m², Monatsmittelwerte



* Cyclops sp. (Summe der Copepoden *C. abyssorum*, *C. vicinus*, *Mesocyclops*, *Acanthocyclops*)

Abb. 30: Bodensee — Obersee, Fischbach—Uttwil:
Entwicklung der herbivor lebenden Crustaceen,
Tiere/m², Monatsmittelwerte

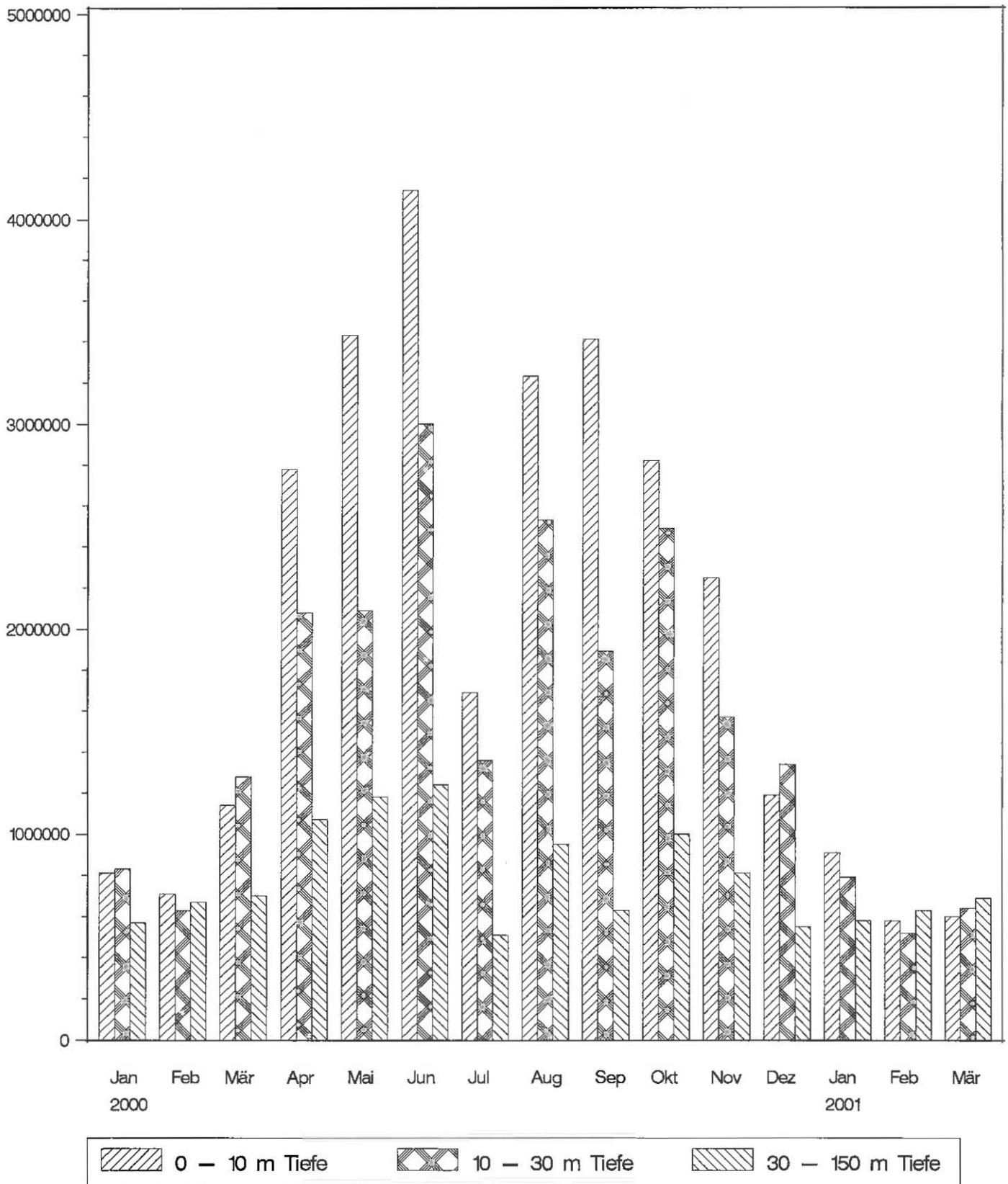


Abb. 31: Bodensee – Obersee, Fischbach – Uttwil:
Entwicklung des Bakterienplanktons,
Gesamtkeimzahlen (Bakterien/ml), Monatsmittelwerte

Untersee - Zellersee

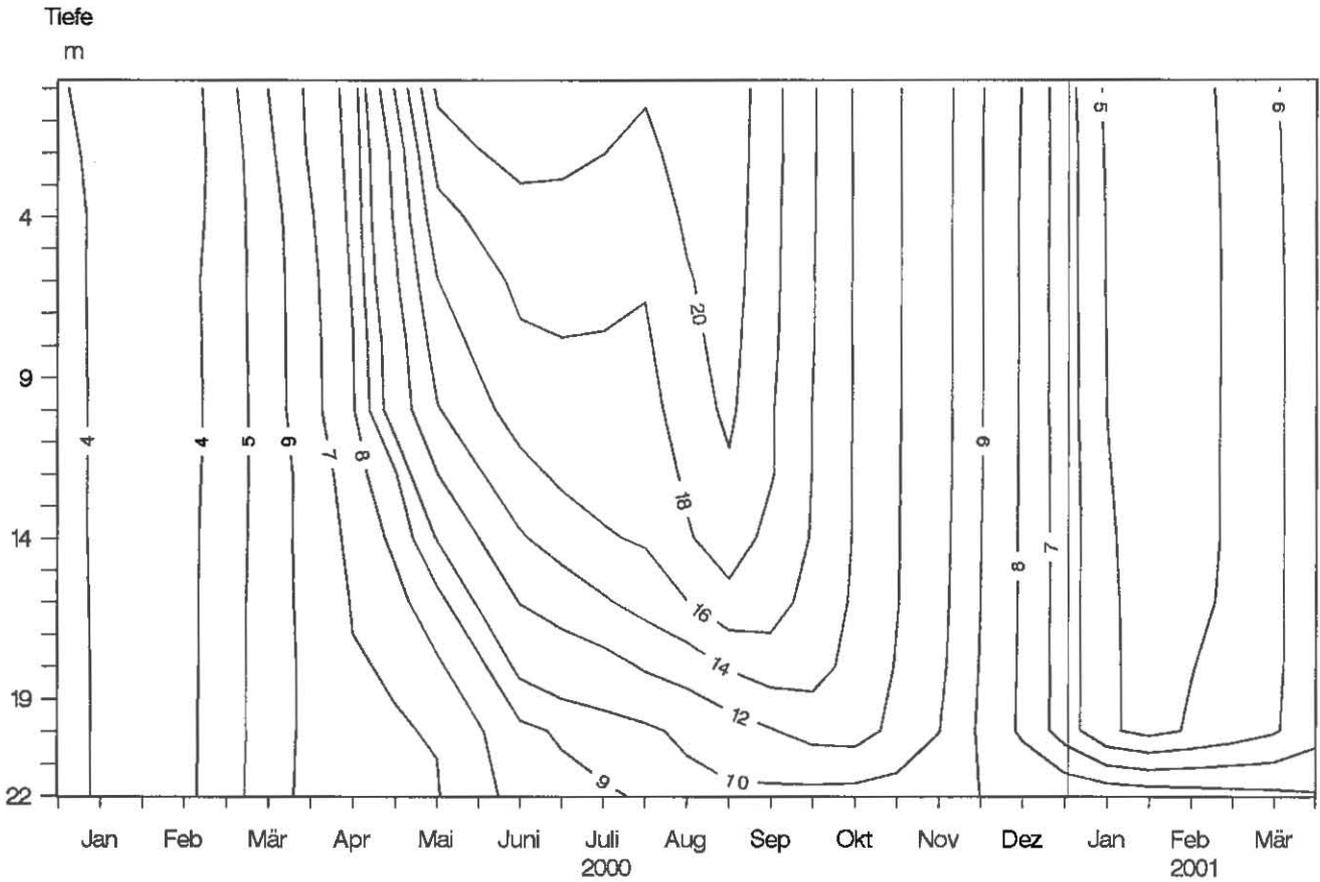


Abb. 32: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Temperatur °C

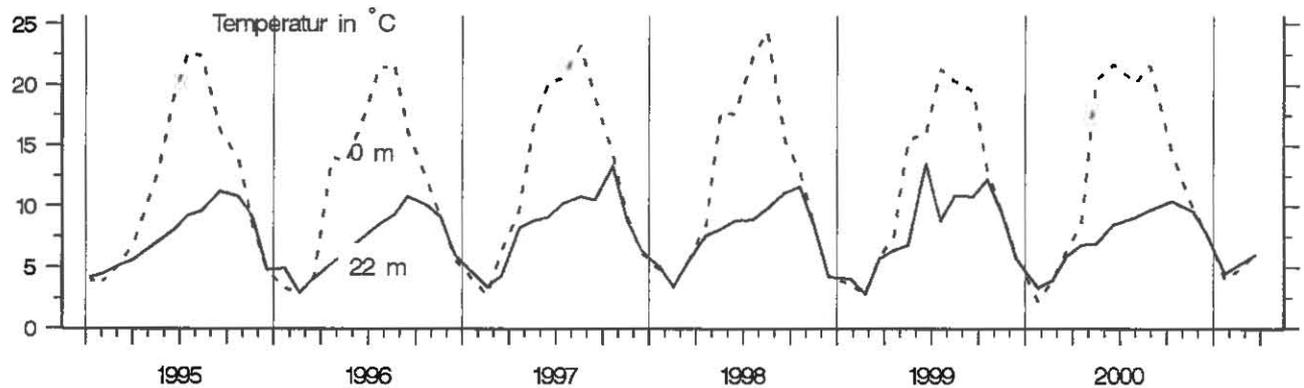
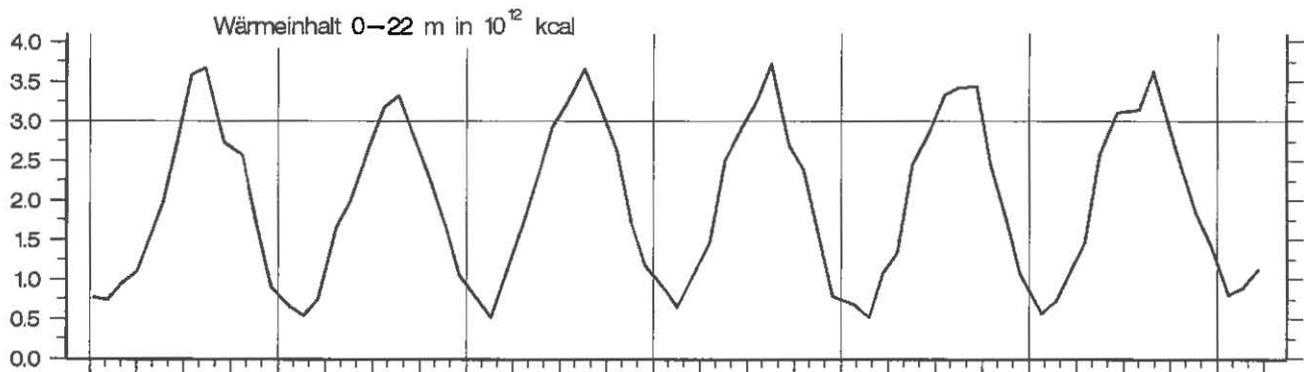


Abb. 33: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Thermik

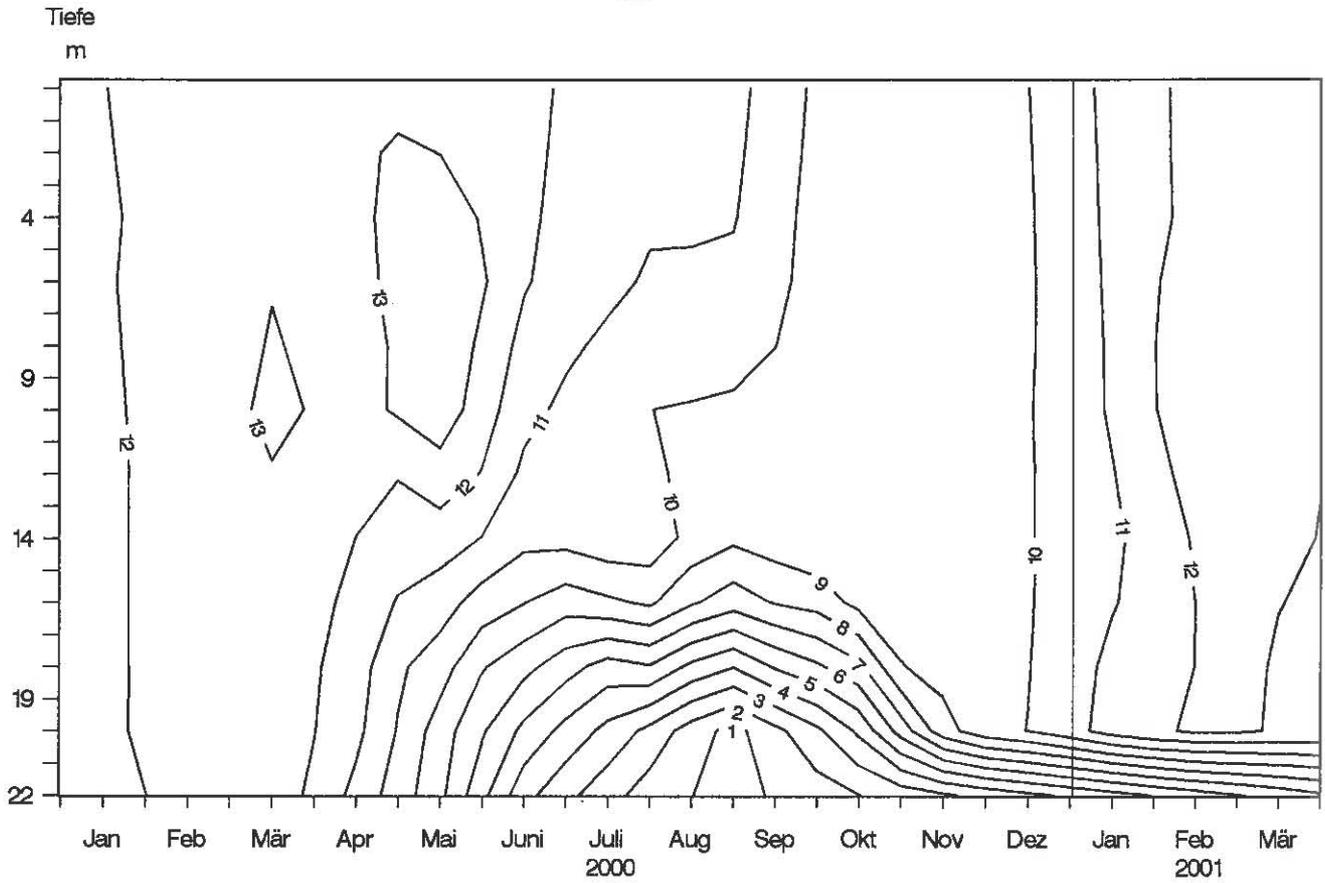


Abb. 34: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Sauerstoff (mg/l)

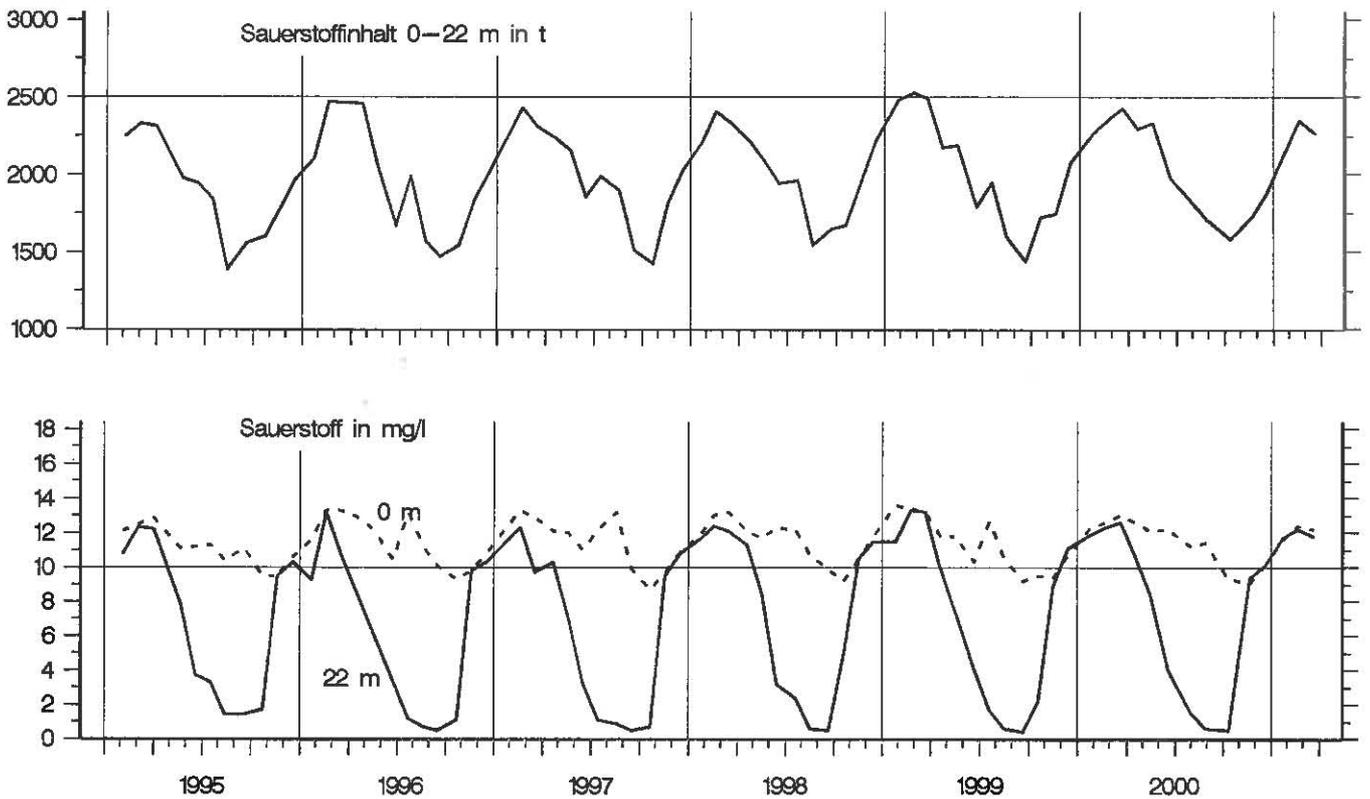


Abb. 35: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Sauerstoffinhalt 0–22 m und Sauerstoffkonzentration in 0 und 22 m Tiefe

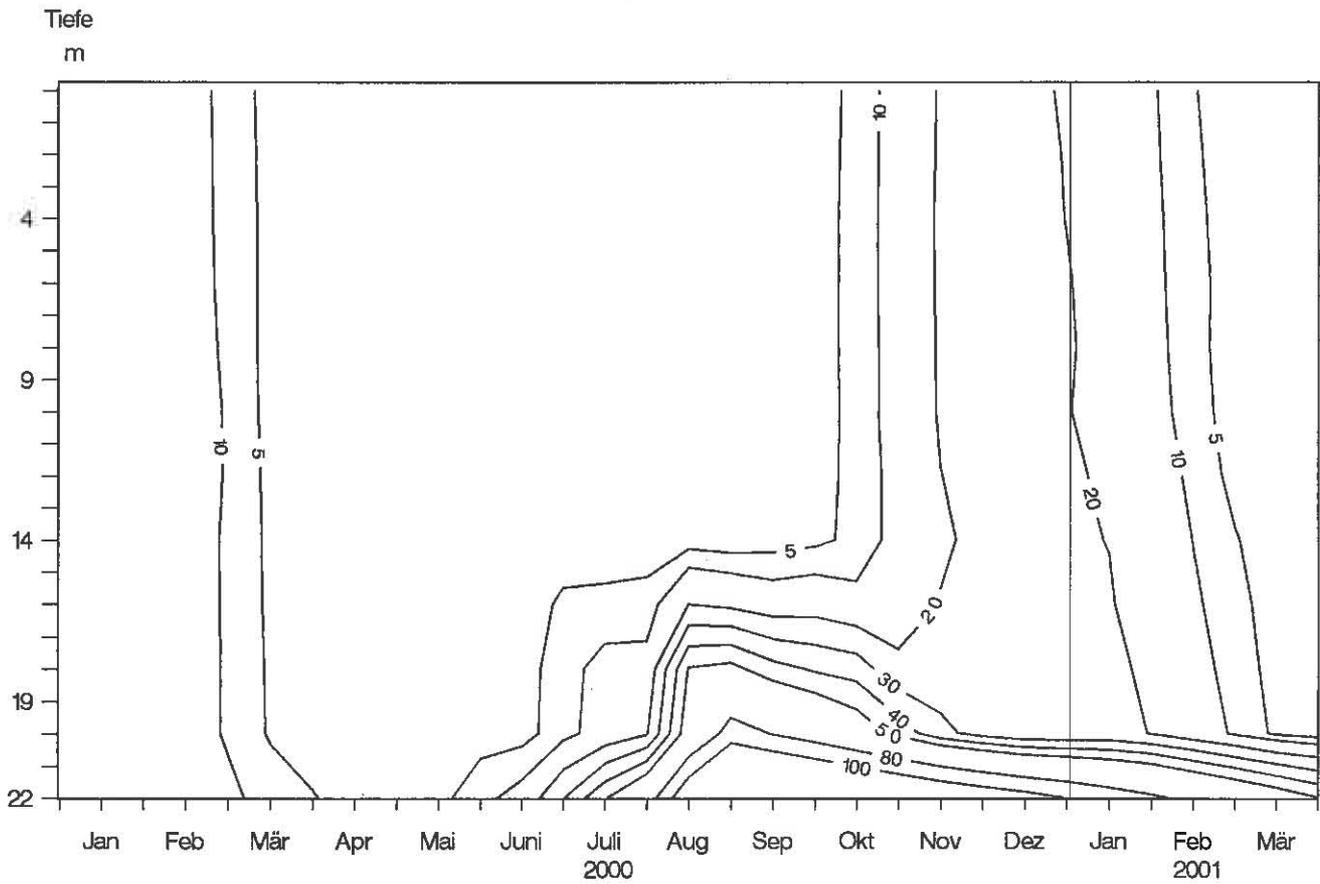


Abb. 36: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Orthophosphat – Phosphor (mg/m³)

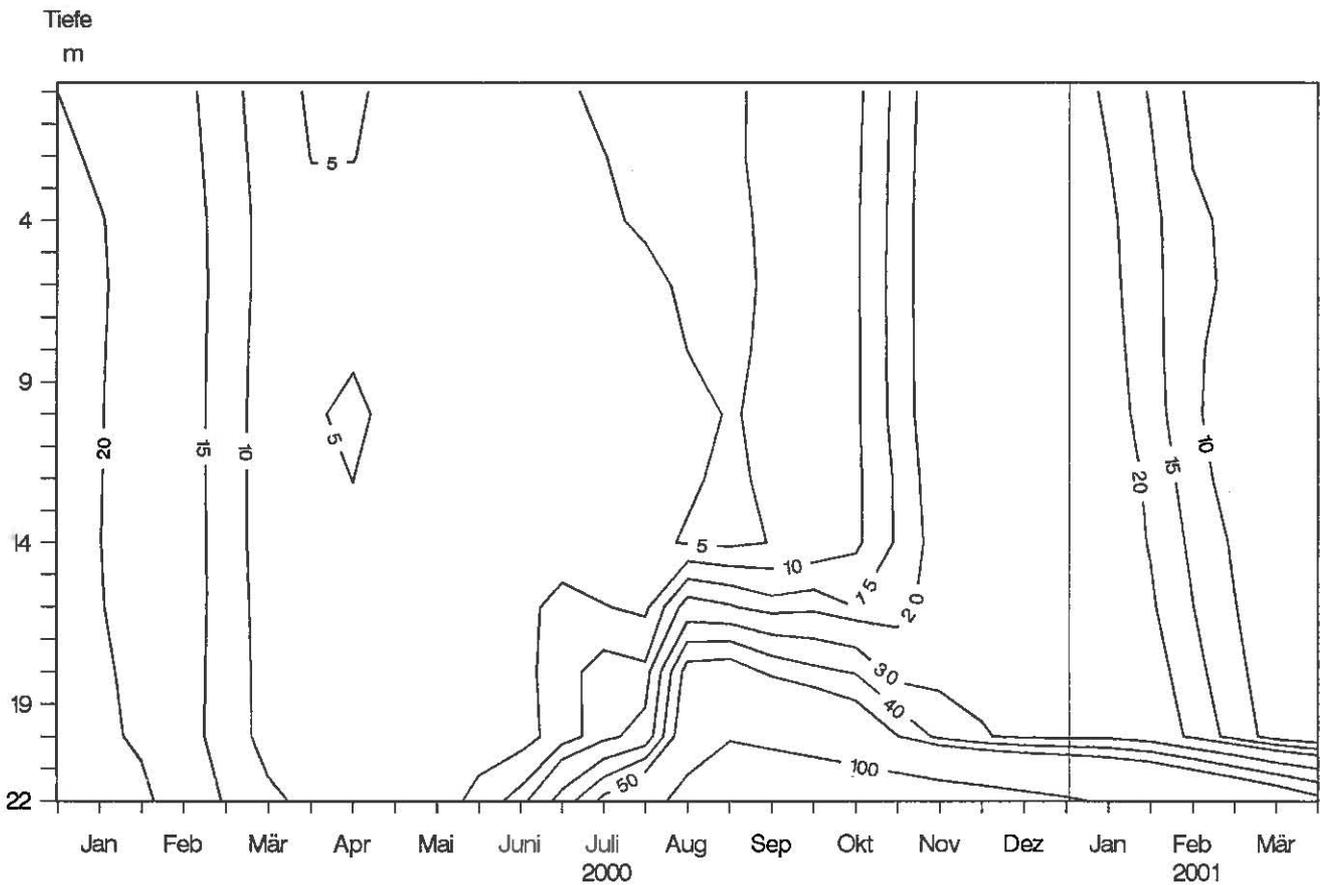


Abb. 37: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Gesamt gelöster Phosphor (mg/m³)

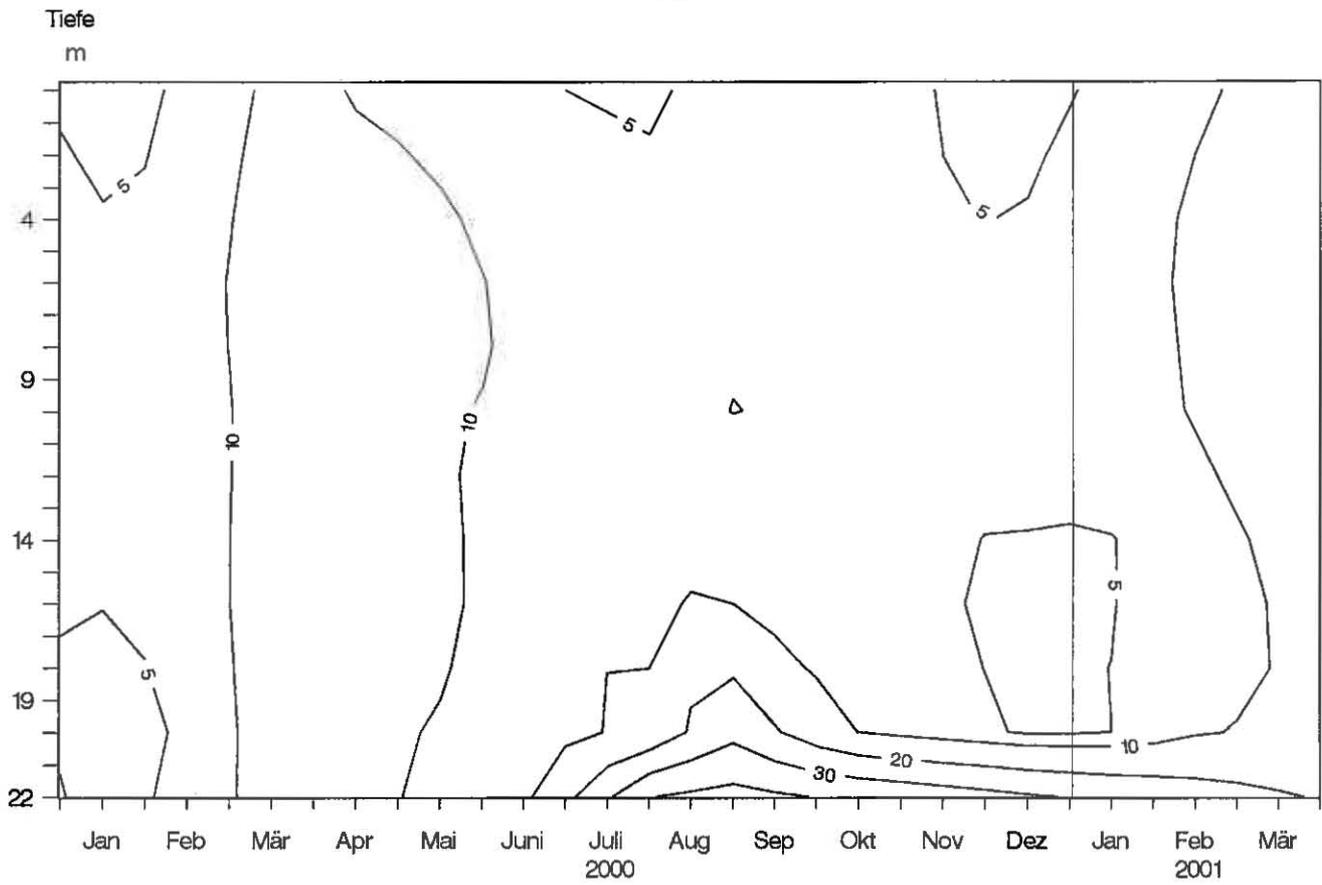


Abb. 38: Bodensee – Untersee, Zellersee:
partikulärer Phosphor (mg/m³)

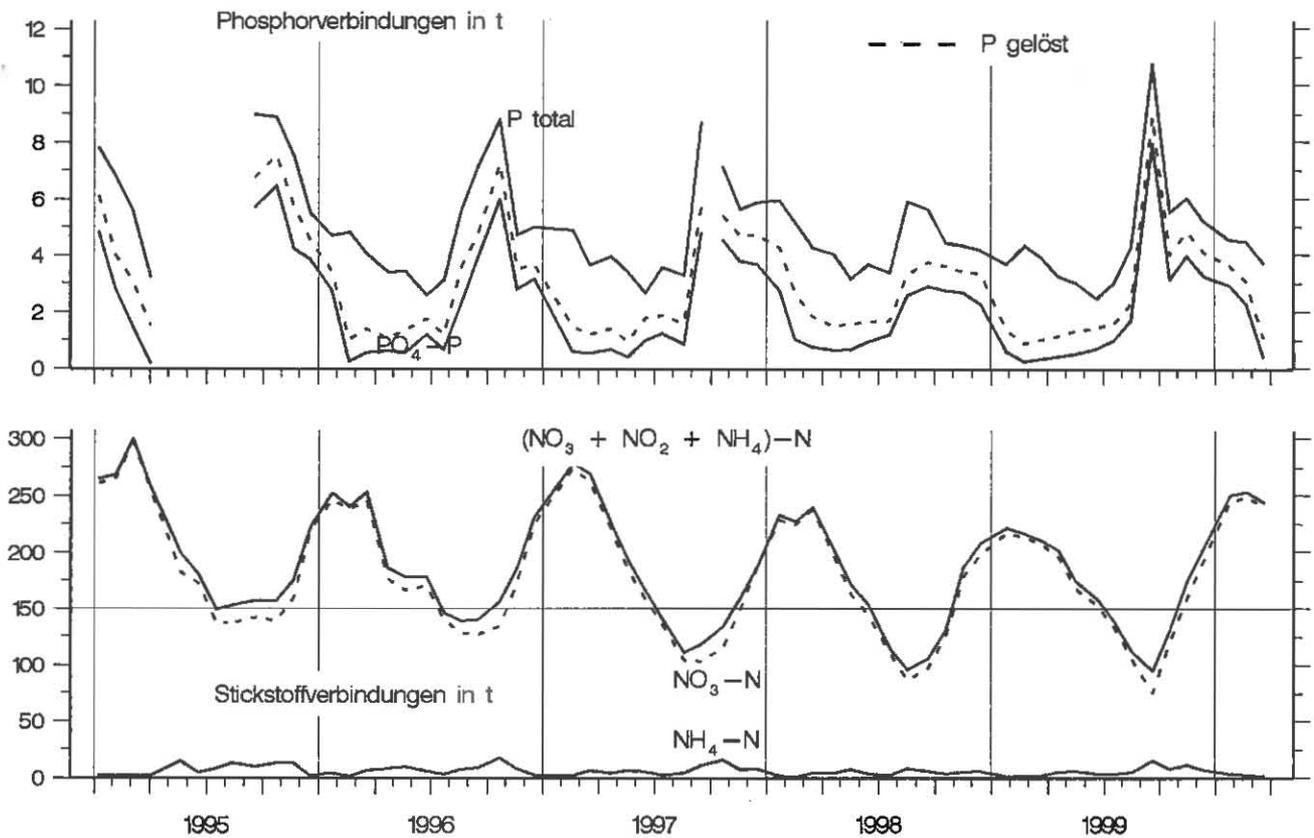


Abb. 39: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Nährstoffinhalt 0–22 m Tiefe

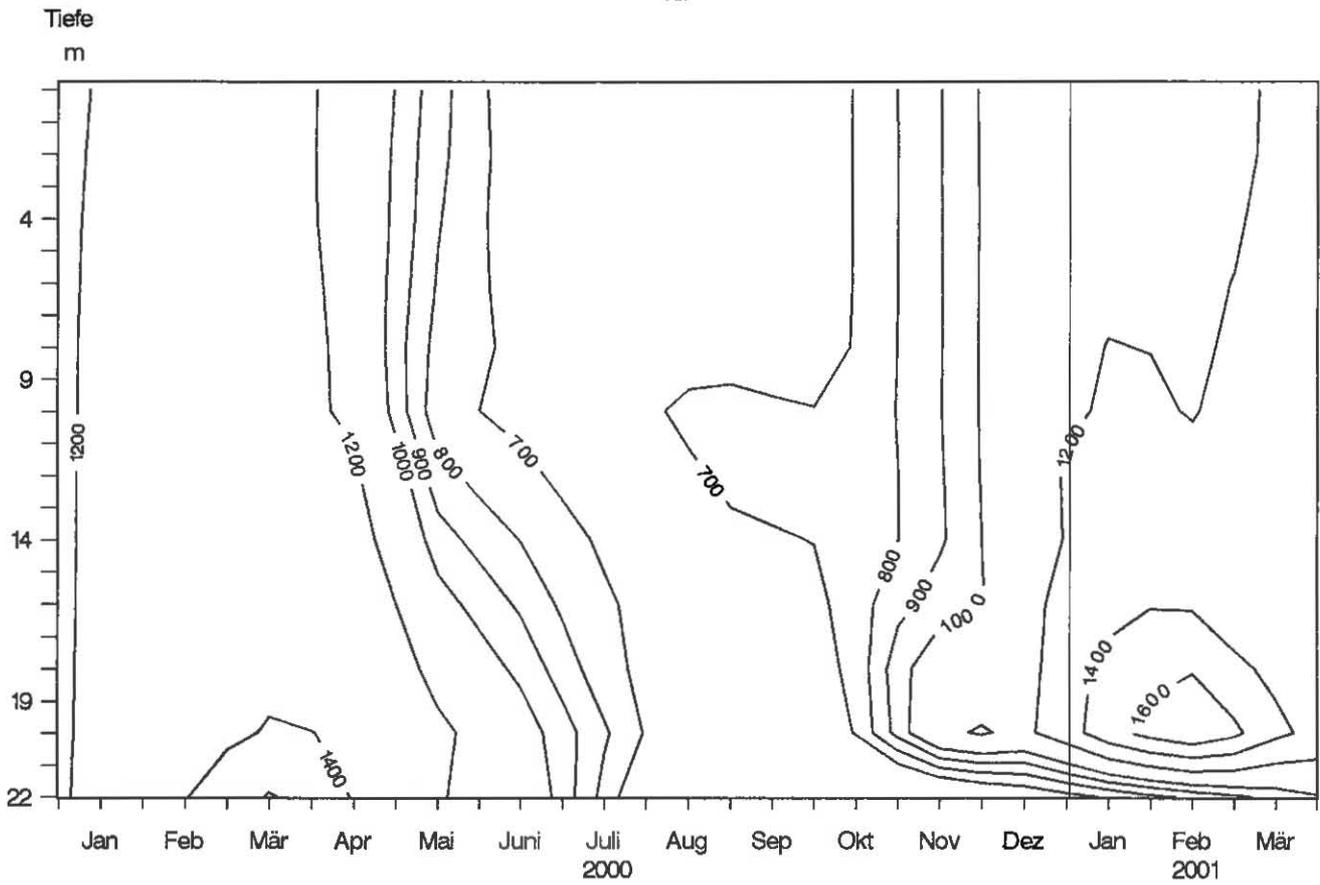


Abb. 40: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Nitrat – Stickstoff (mg/m³)

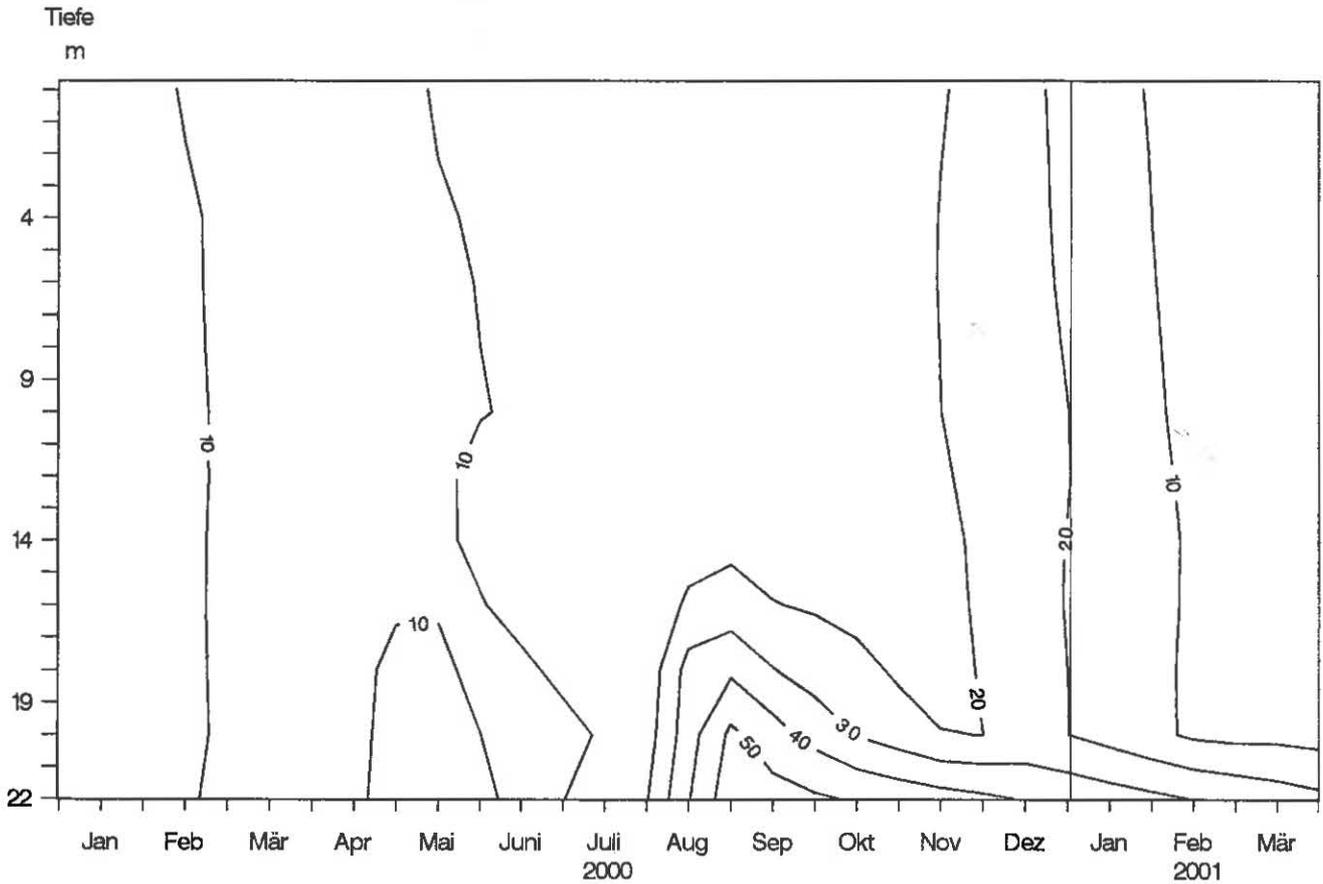


Abb. 41: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Nitrit – Stickstoff (mg/m³)

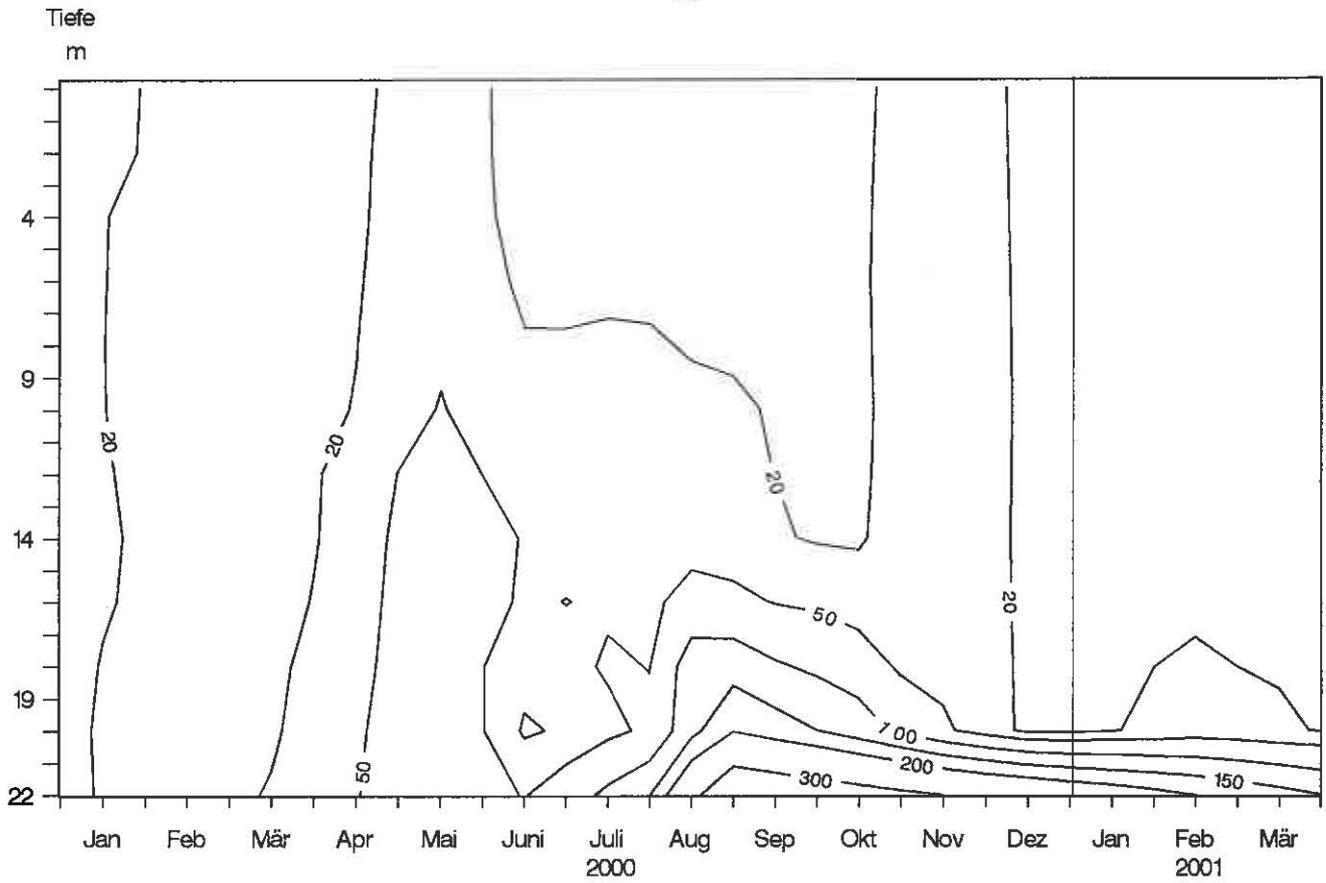


Abb. 42: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Ammonium – Stickstoff (mg/m³)

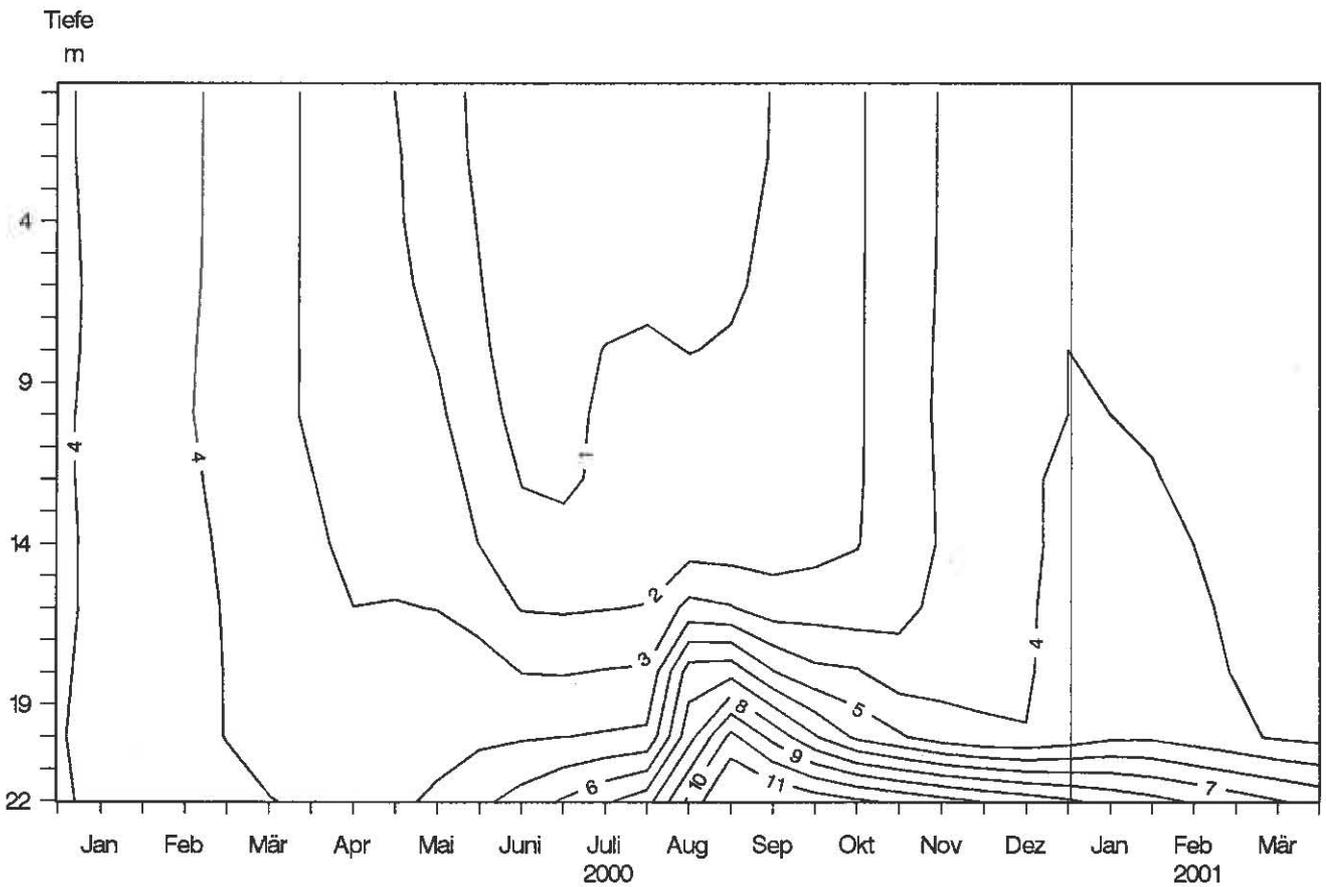


Abb. 43: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Silikat (mg/l)

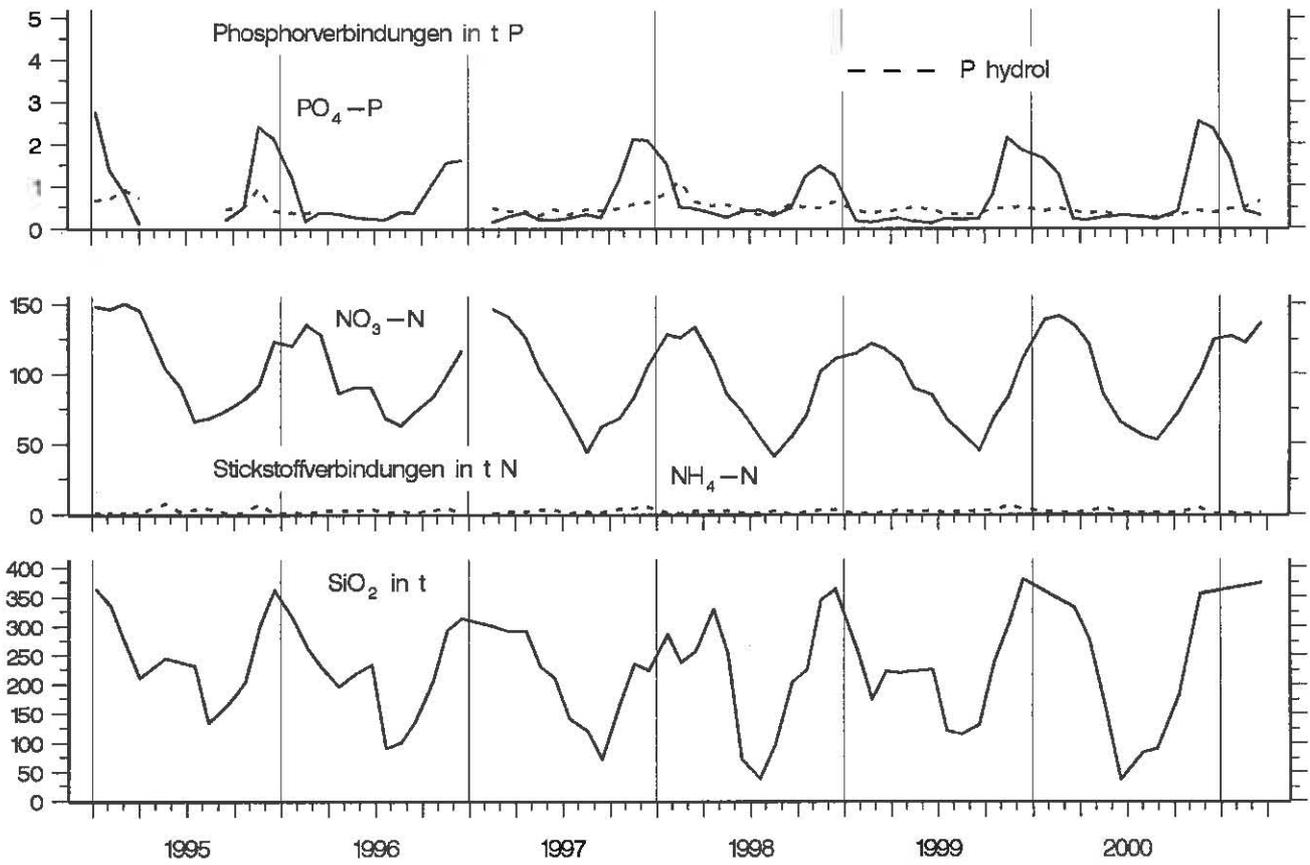


Abb. 44: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Nährstoffinhalt im Epilimnion 0–10 m Tiefe

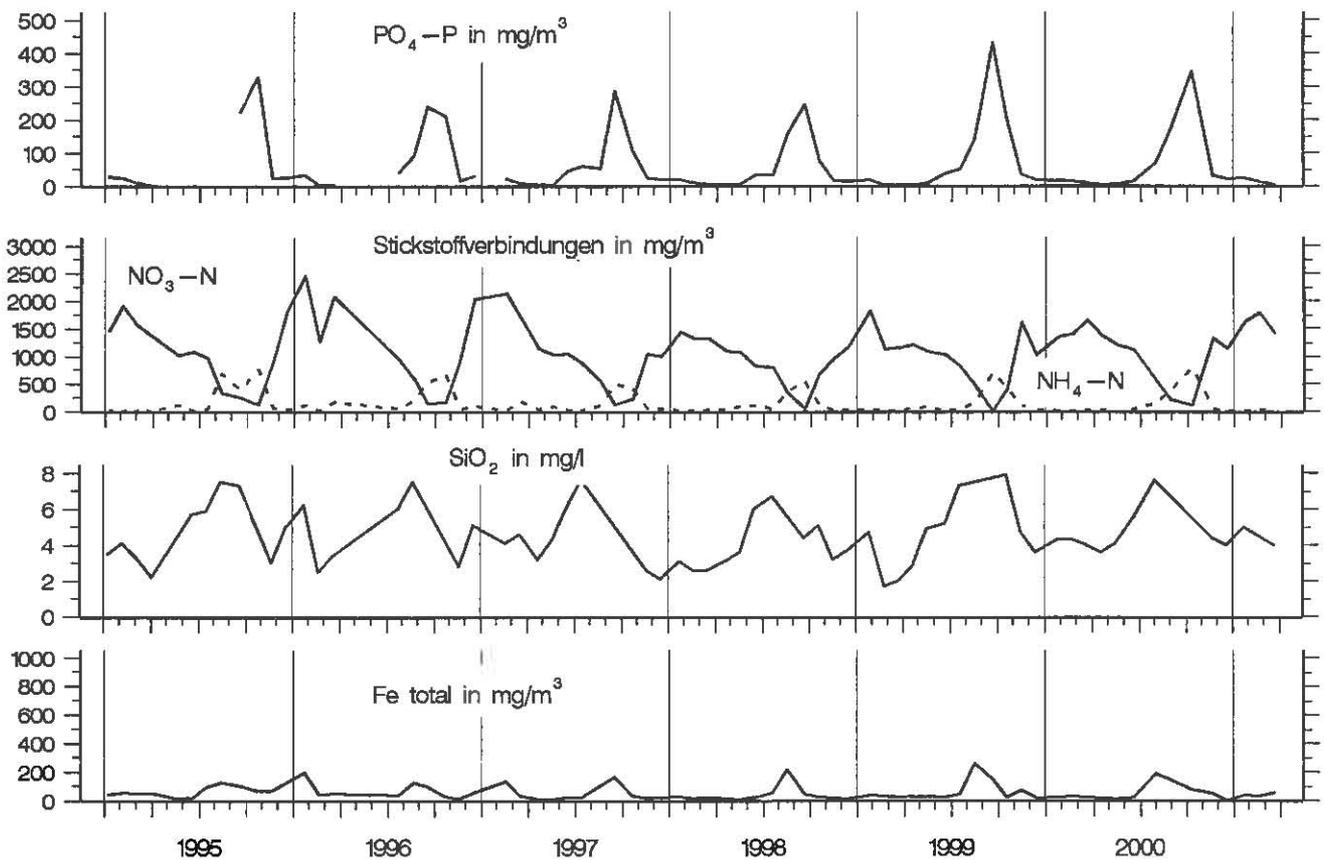


Abb. 45: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Nährstoffkonzentration in 22 m Tiefe

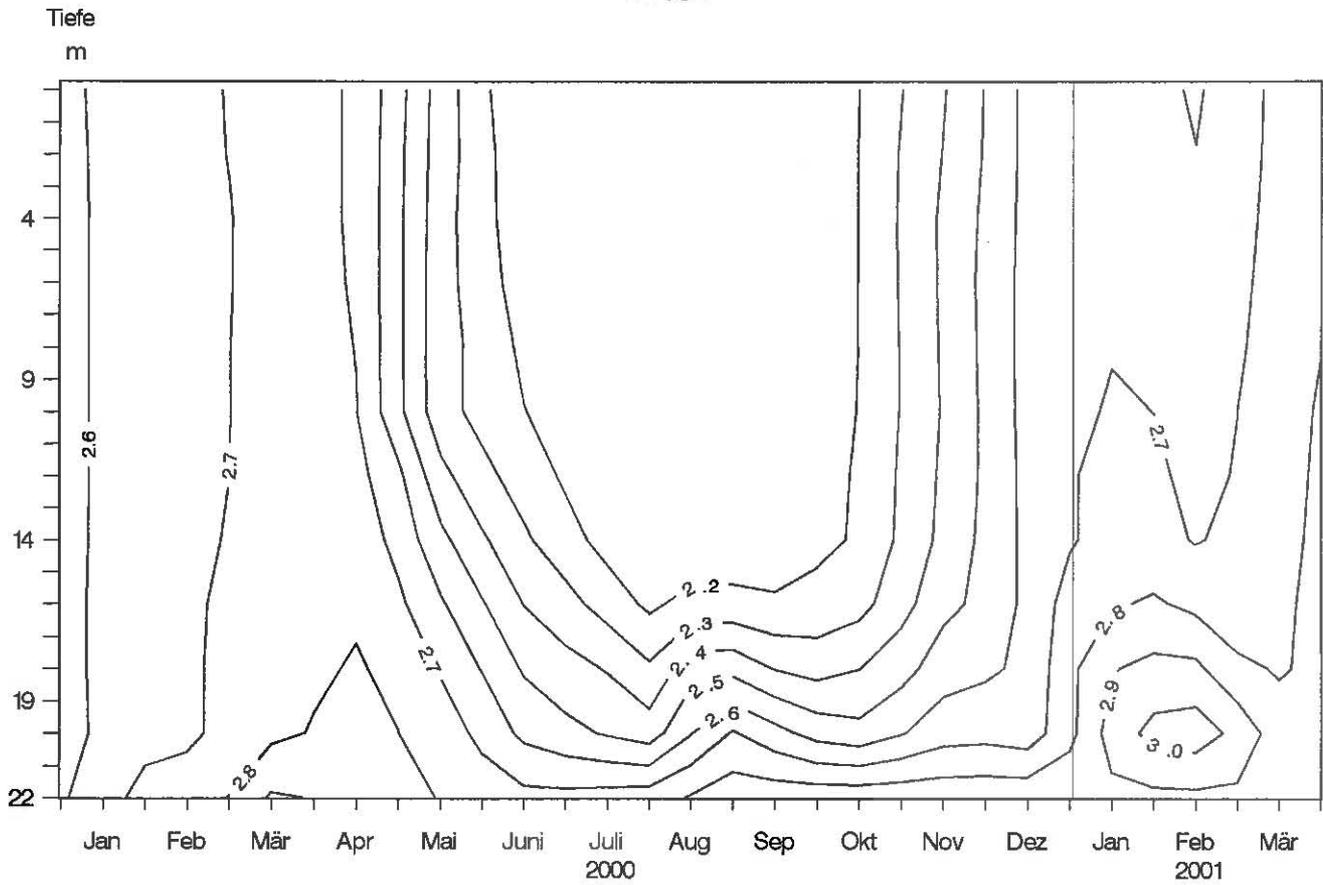


Abb. 46: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Anorganischer Kohlenstoff (mmol/l)

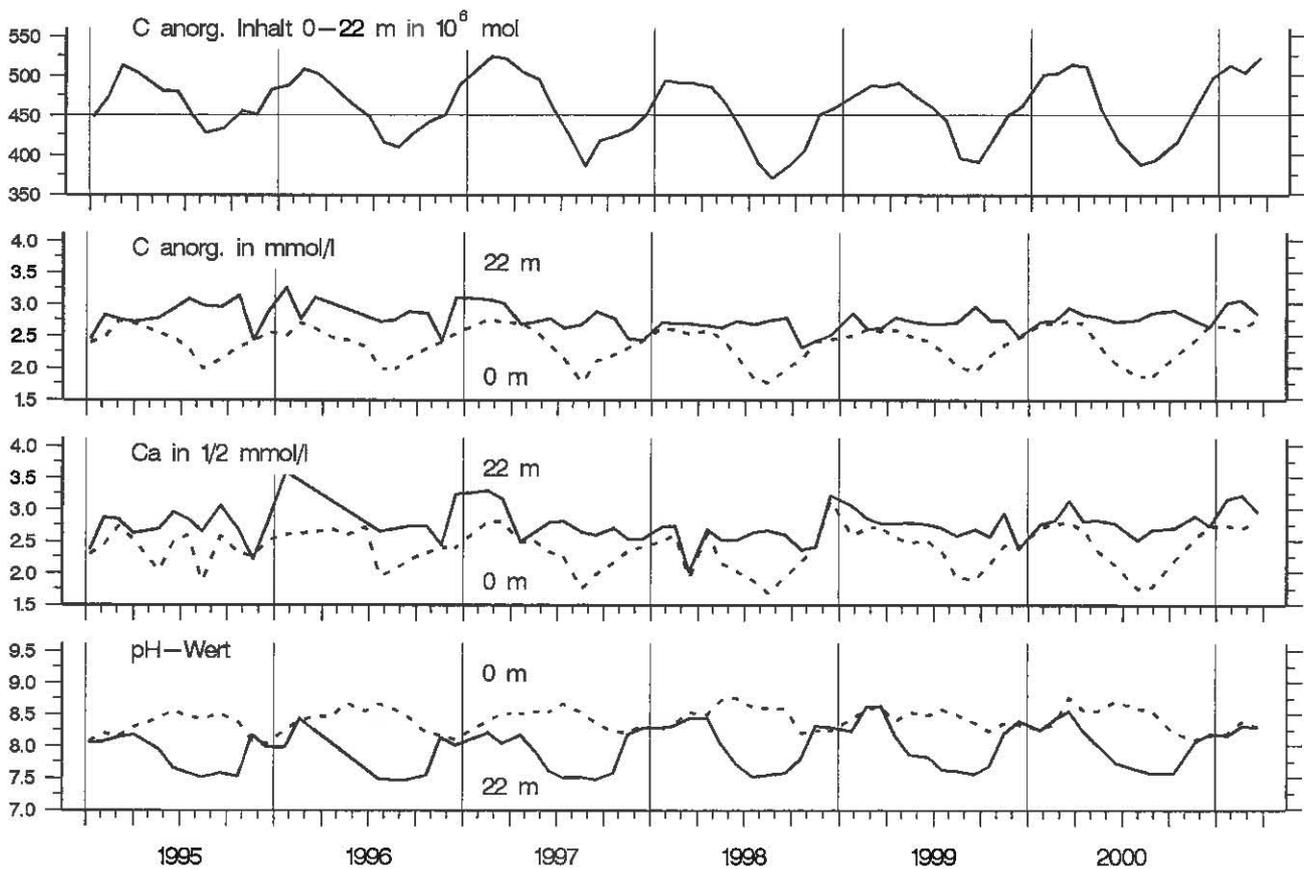


Abb. 47: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Anorganischer Kohlenstoff, Inhalt 0–22 m Tiefe
Konzentration von anorg. Kohlenstoff, Calcium; pH-Wert

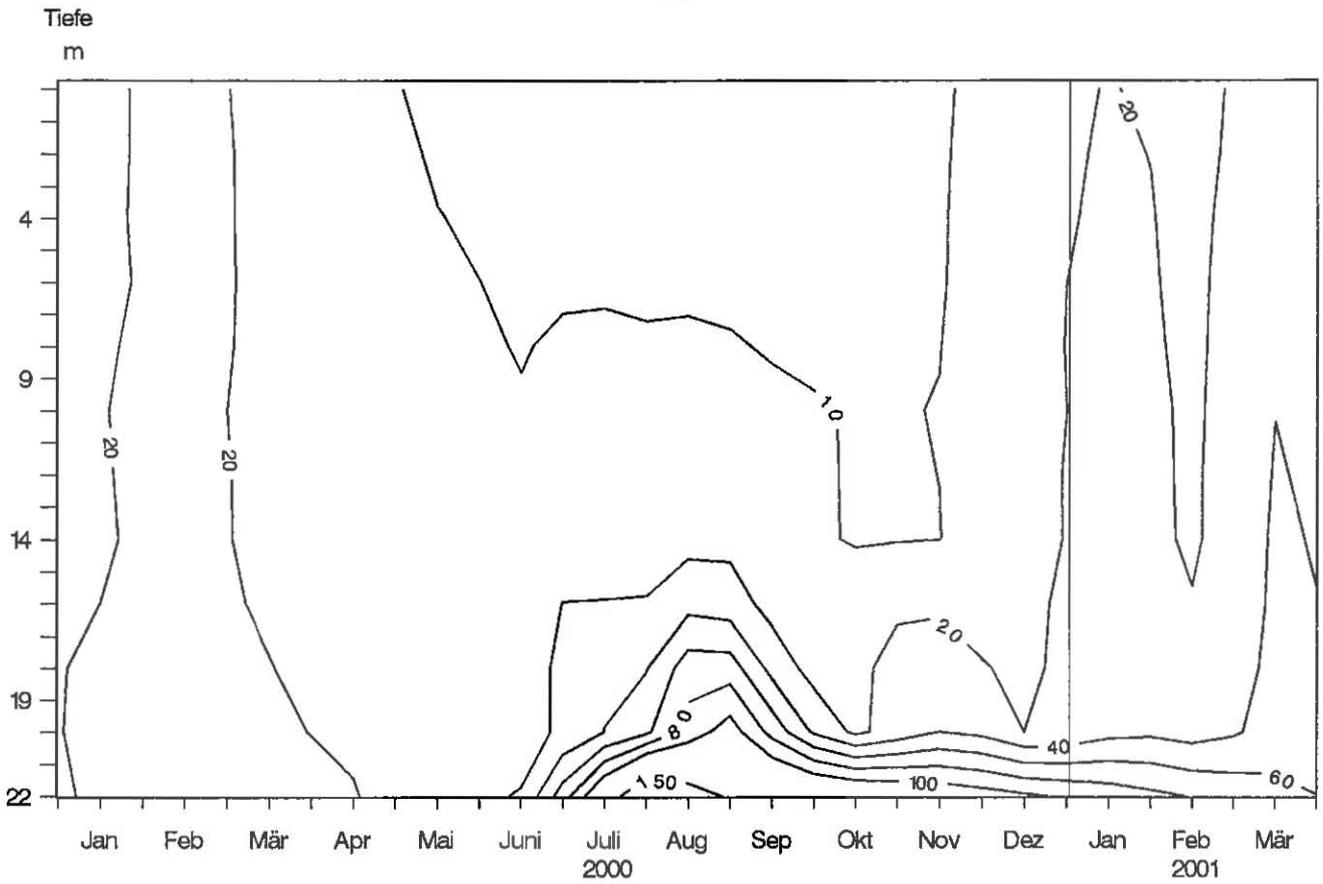


Abb. 48: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Konzentration von Eisen total (mg/m^3)

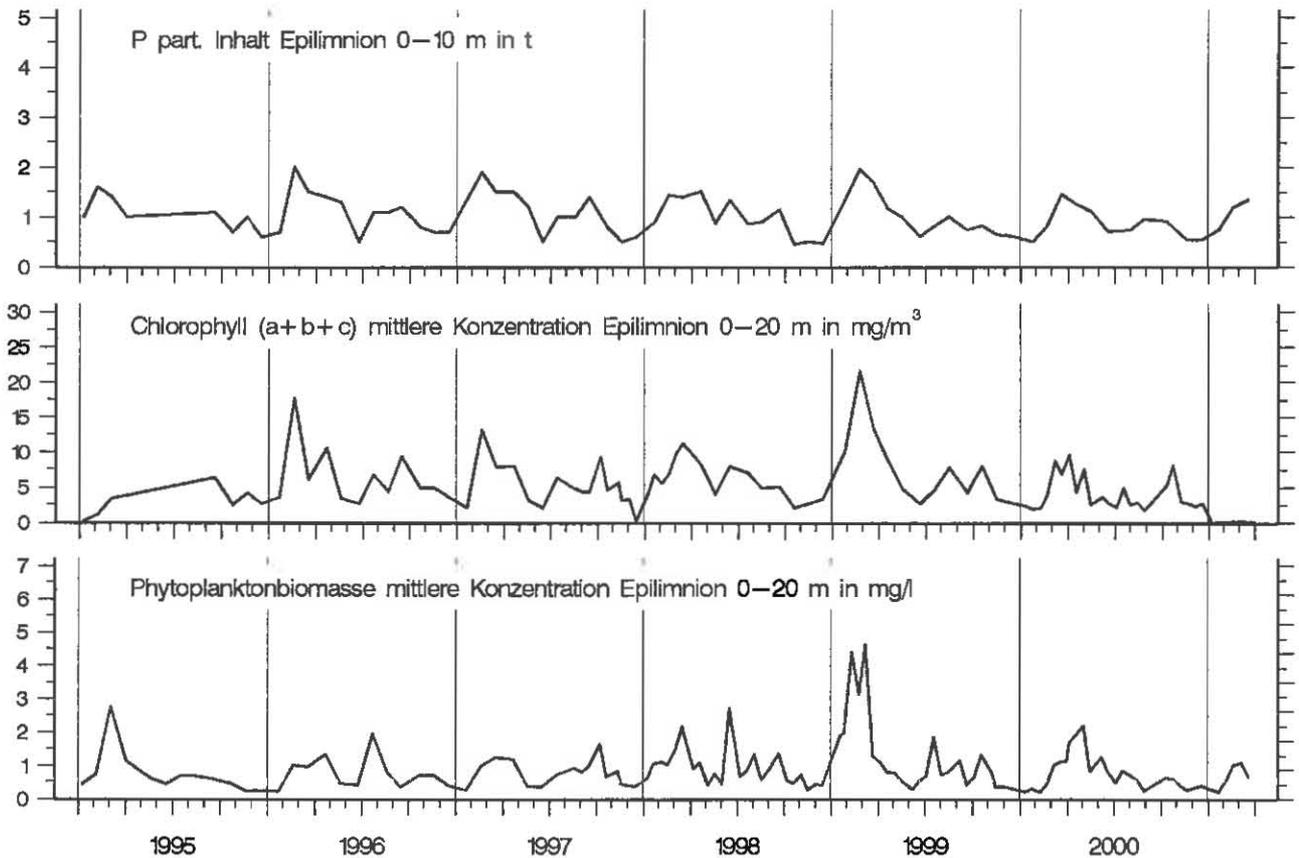


Abb. 49: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Chemische Biomasseindikatoren und Phytoplanktonbiomasse

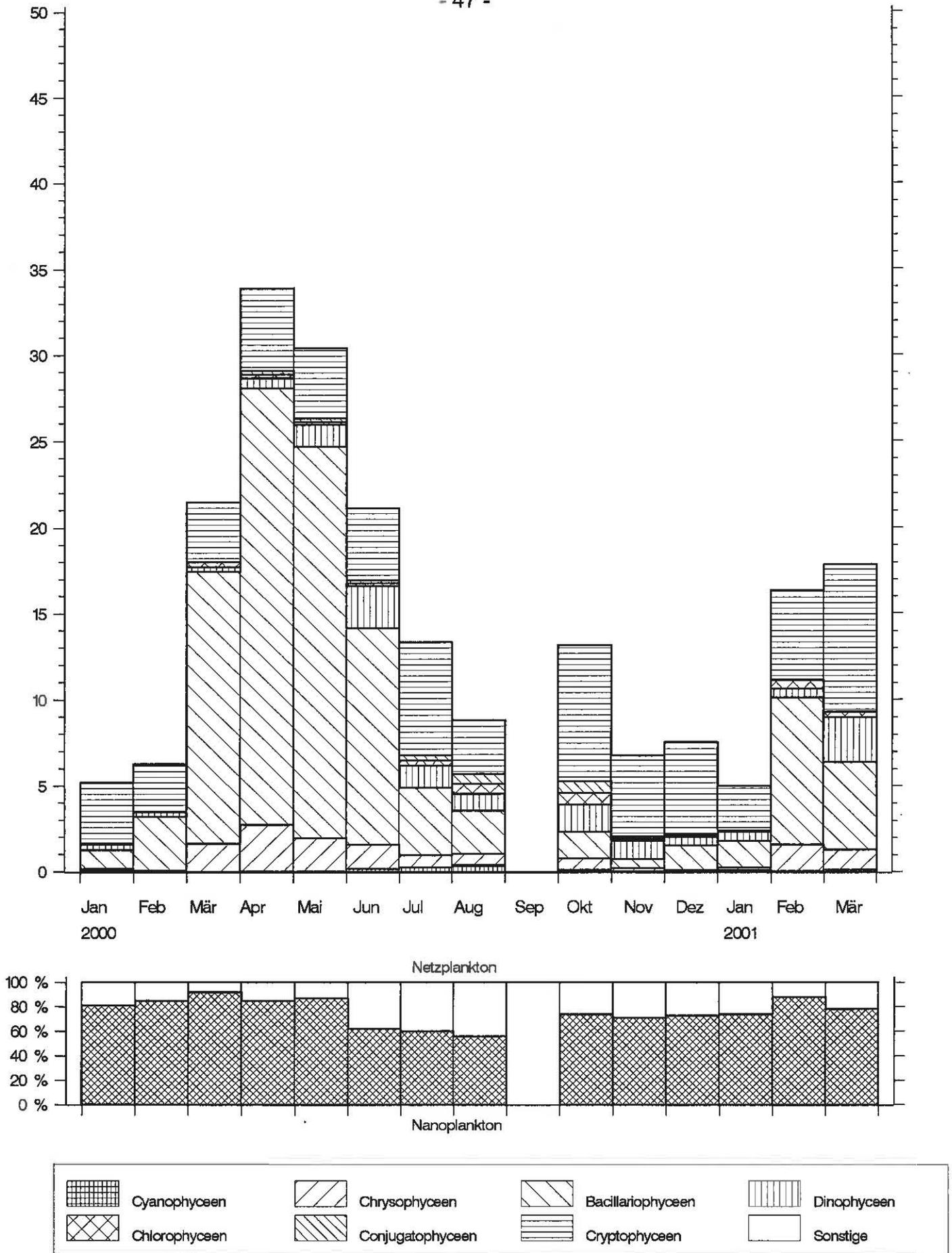


Abb. 50: Bodensee – Untersee, Zellersee:
 Entwicklung des Phytoplanktons
 Biomasse in g/m² (0–20 m Tiefe), Monatsmittelwerte

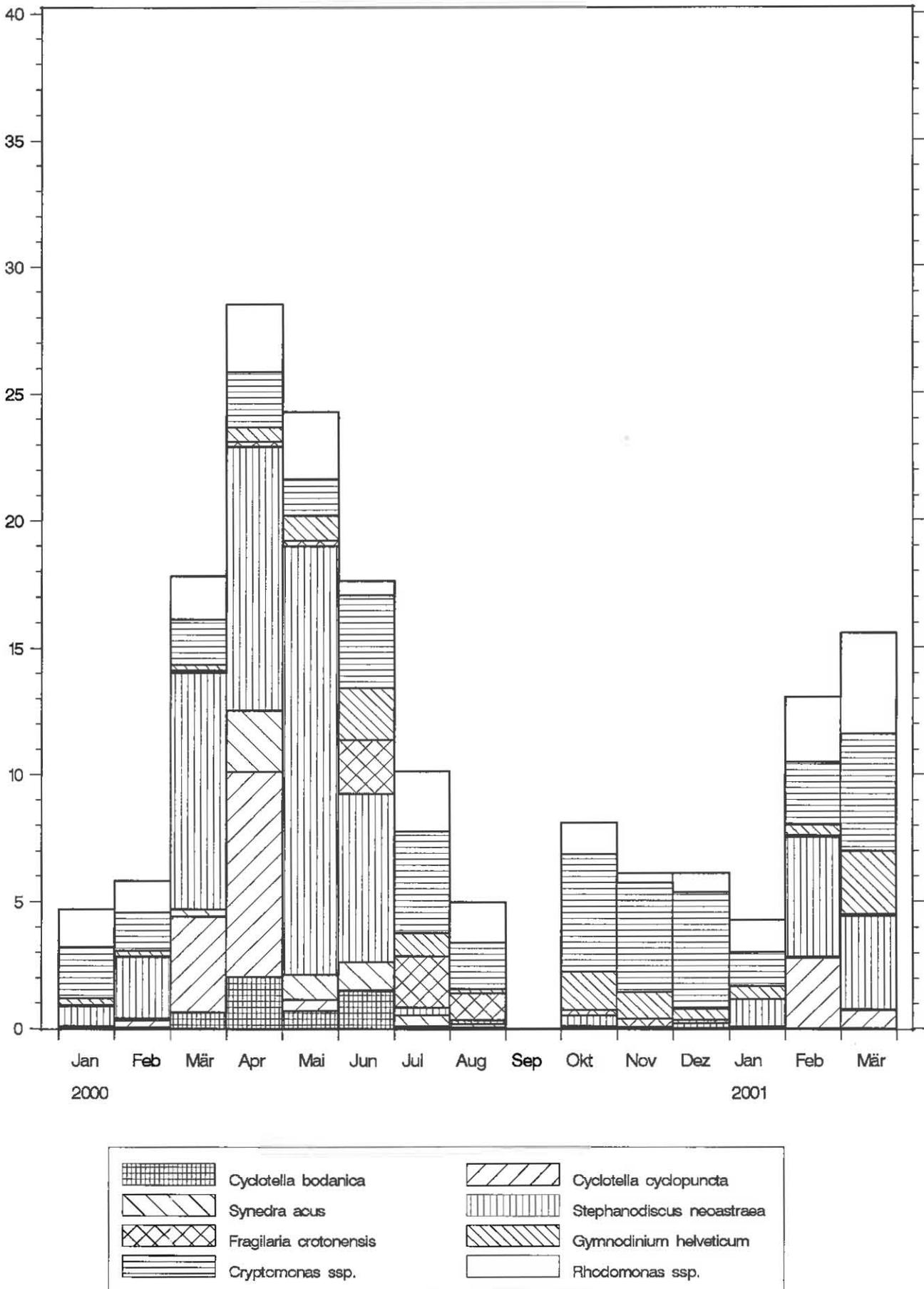


Abb. 51: Bodensee – Untersee, Zellersee:
Entwicklung des Phytoplanktons
Biomasse der Hauptarten in g/m² (0–20 m Tiefe), Monatsmittelwerte

Untersee - Rheinsee

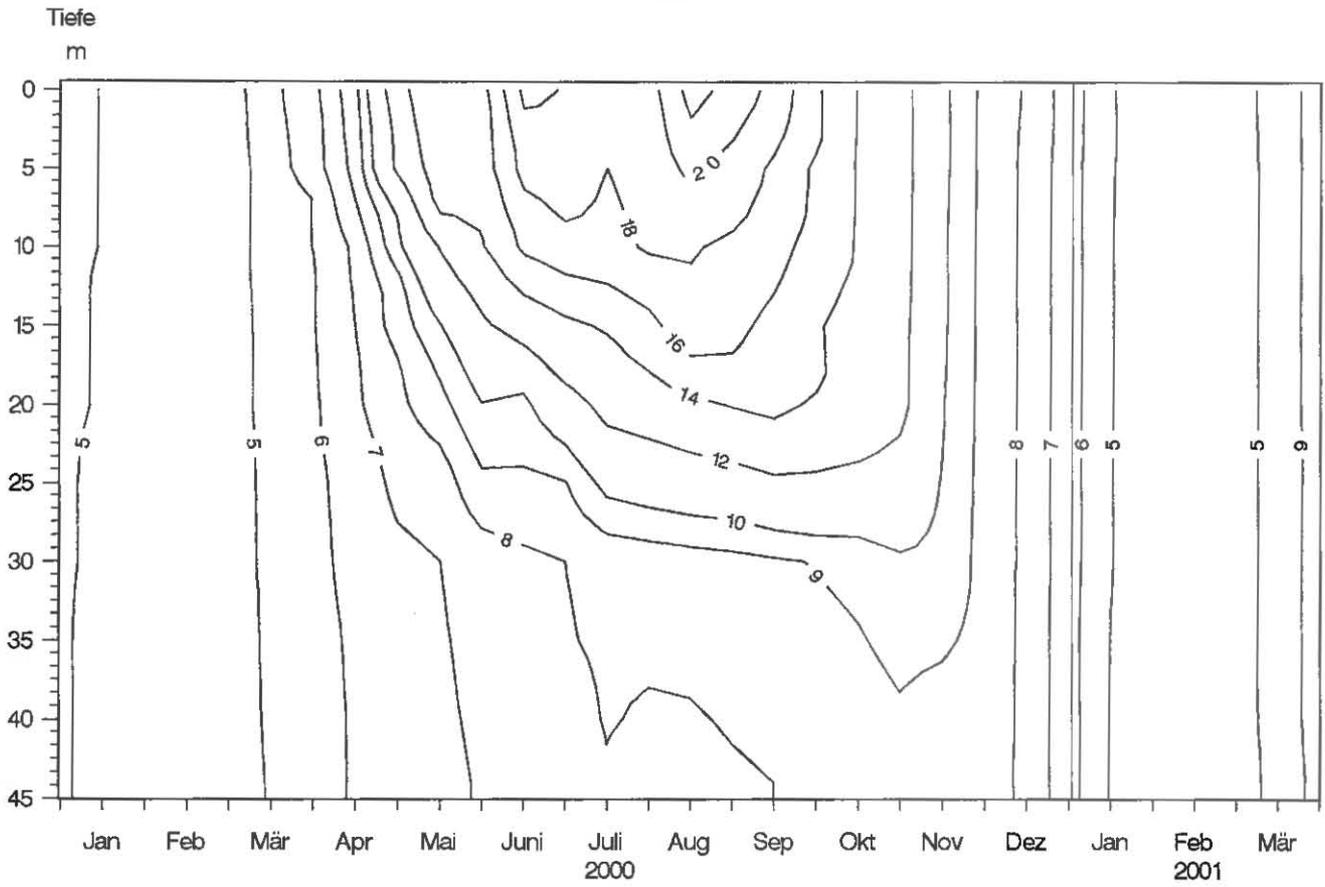


Abb. 52: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Temperatur °C

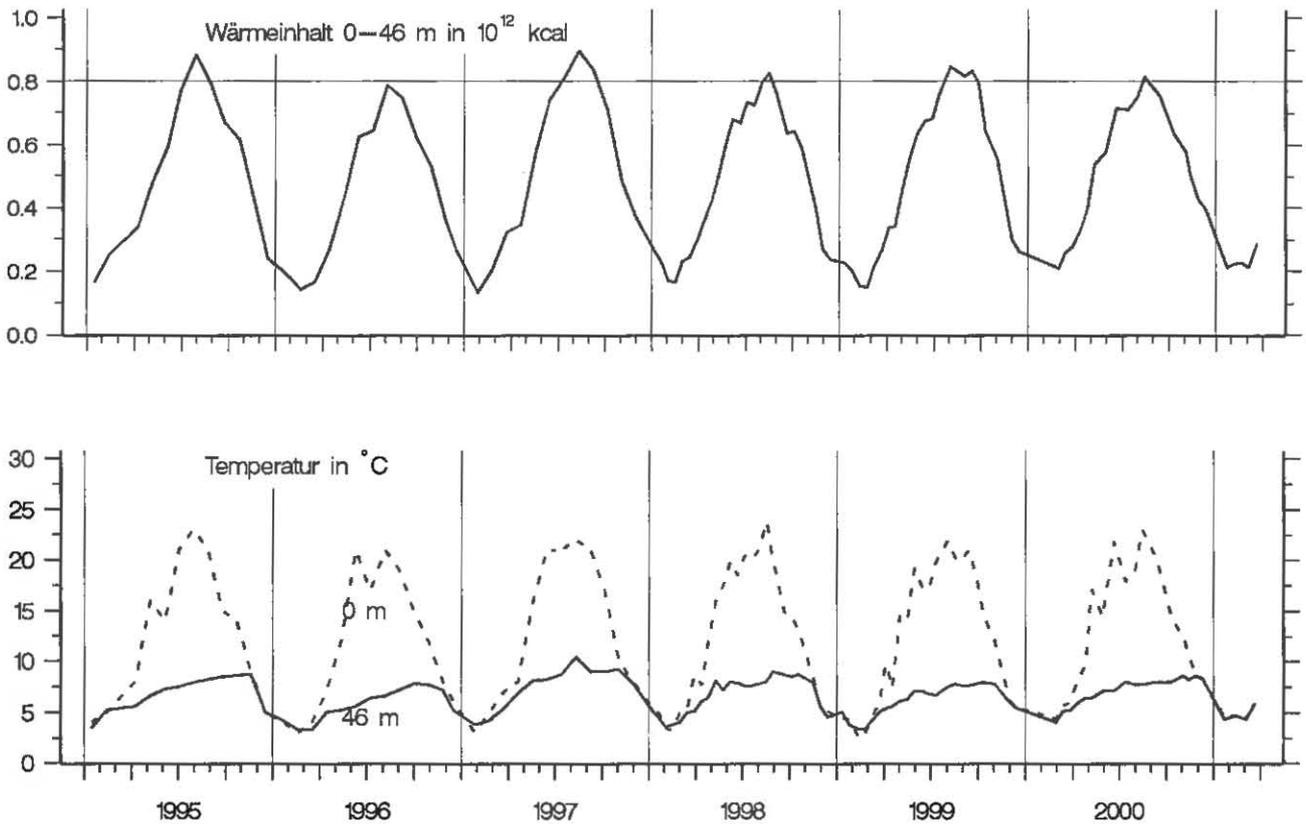


Abb. 53: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Thermik

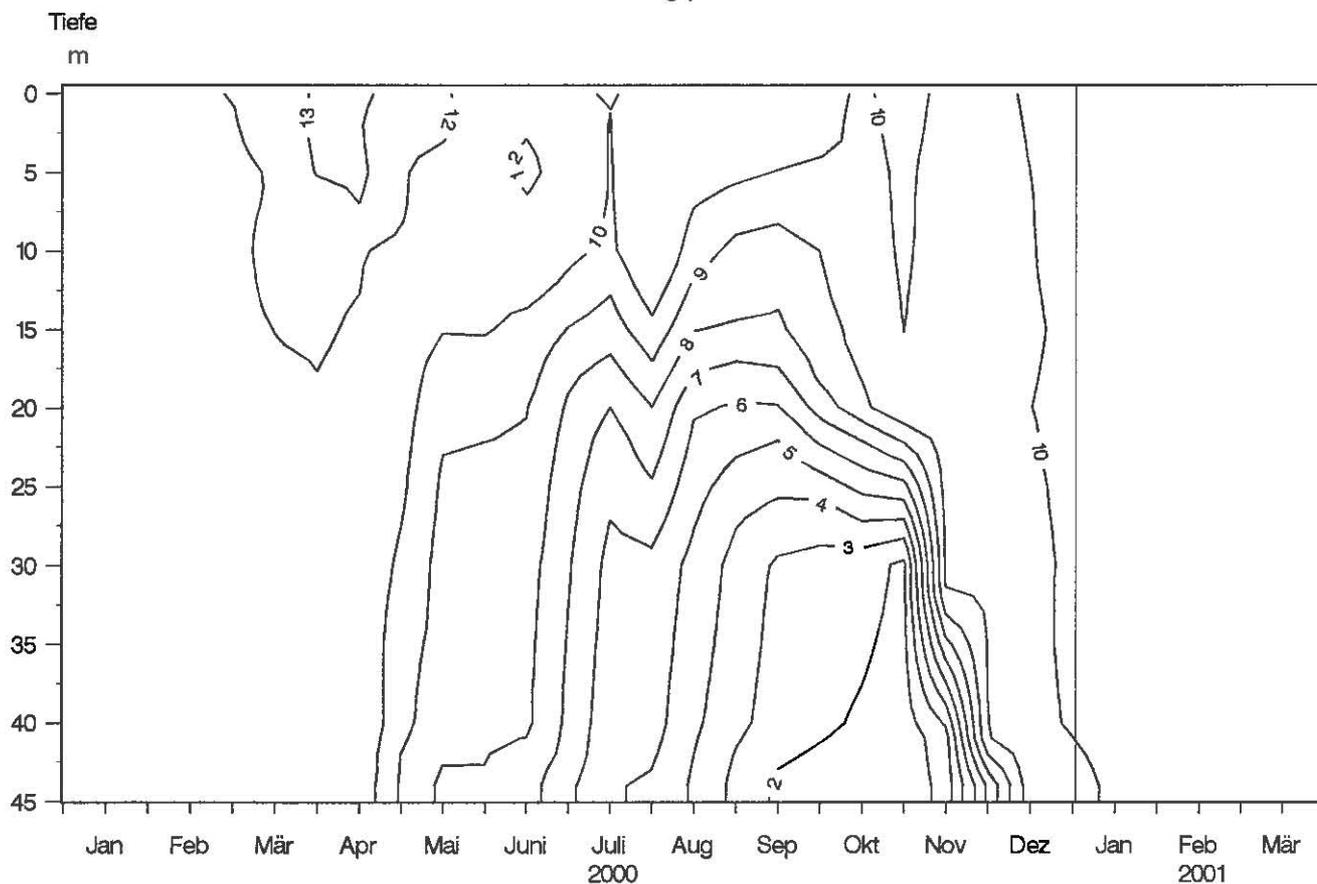


Abb. 54: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Sauerstoff (mg/l)

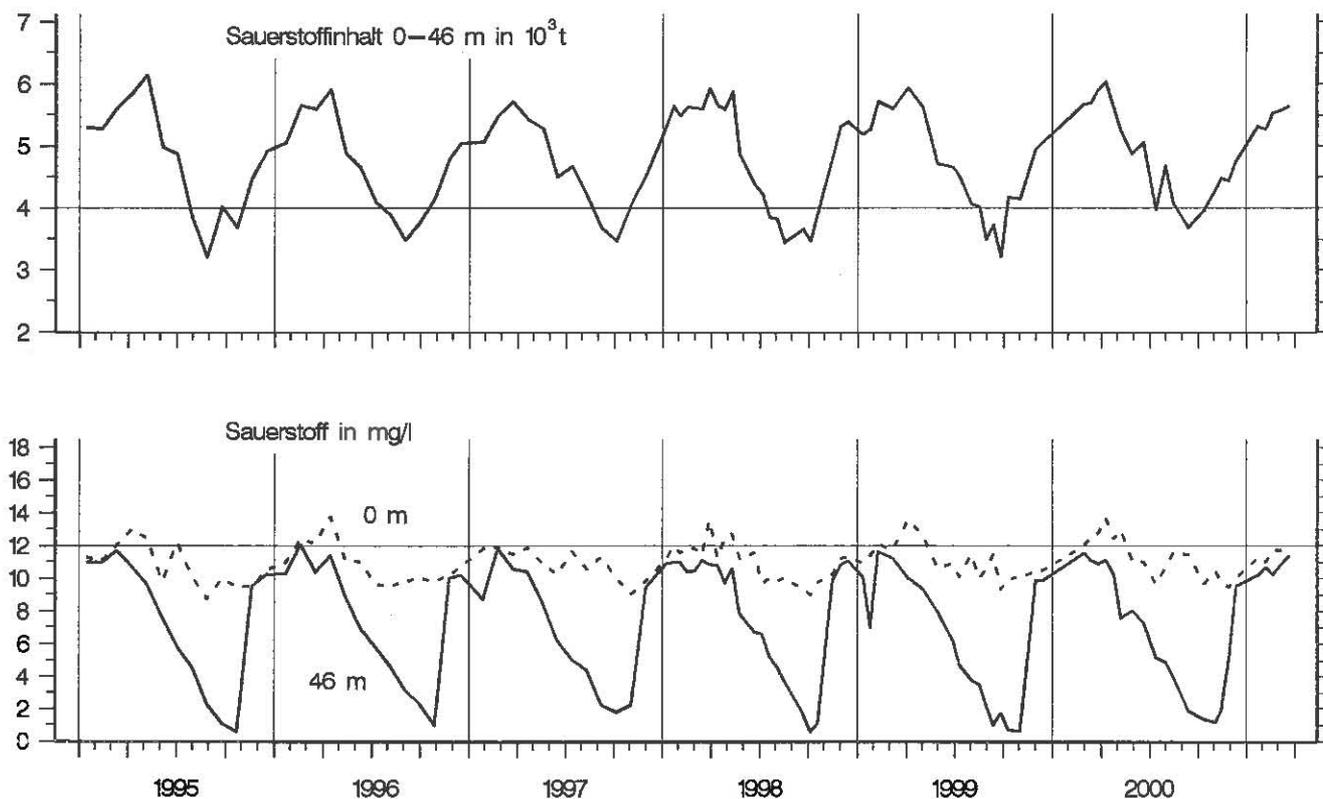


Abb. 55: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Sauerstoffinhalt 0–46 m und Sauerstoffkonzentration in 0 und 46 m Tiefe

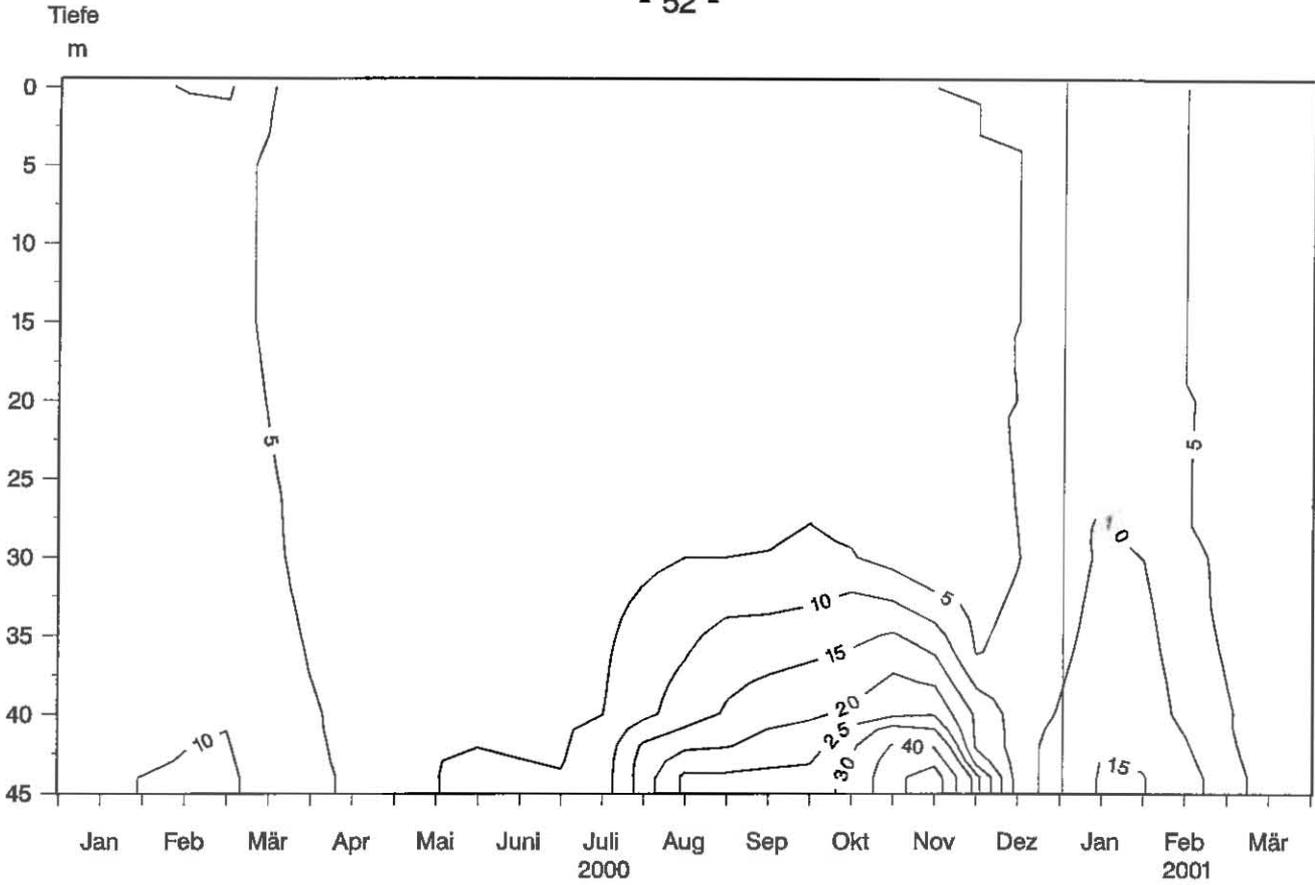


Abb. 56: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Orthophosphat – Phosphor (mg/m³)

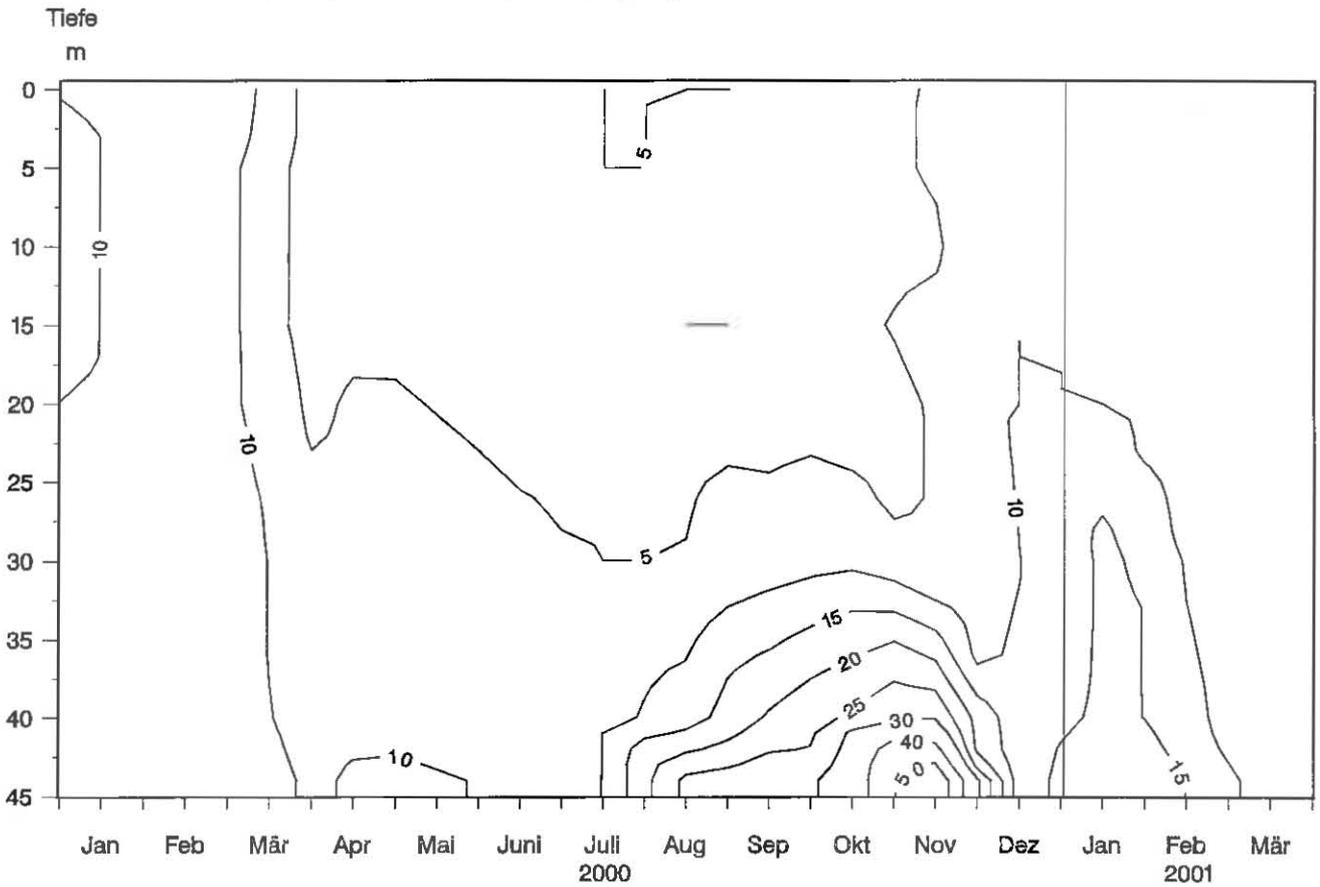


Abb. 57: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Gesamt gelöster Phosphor (mg/m³)

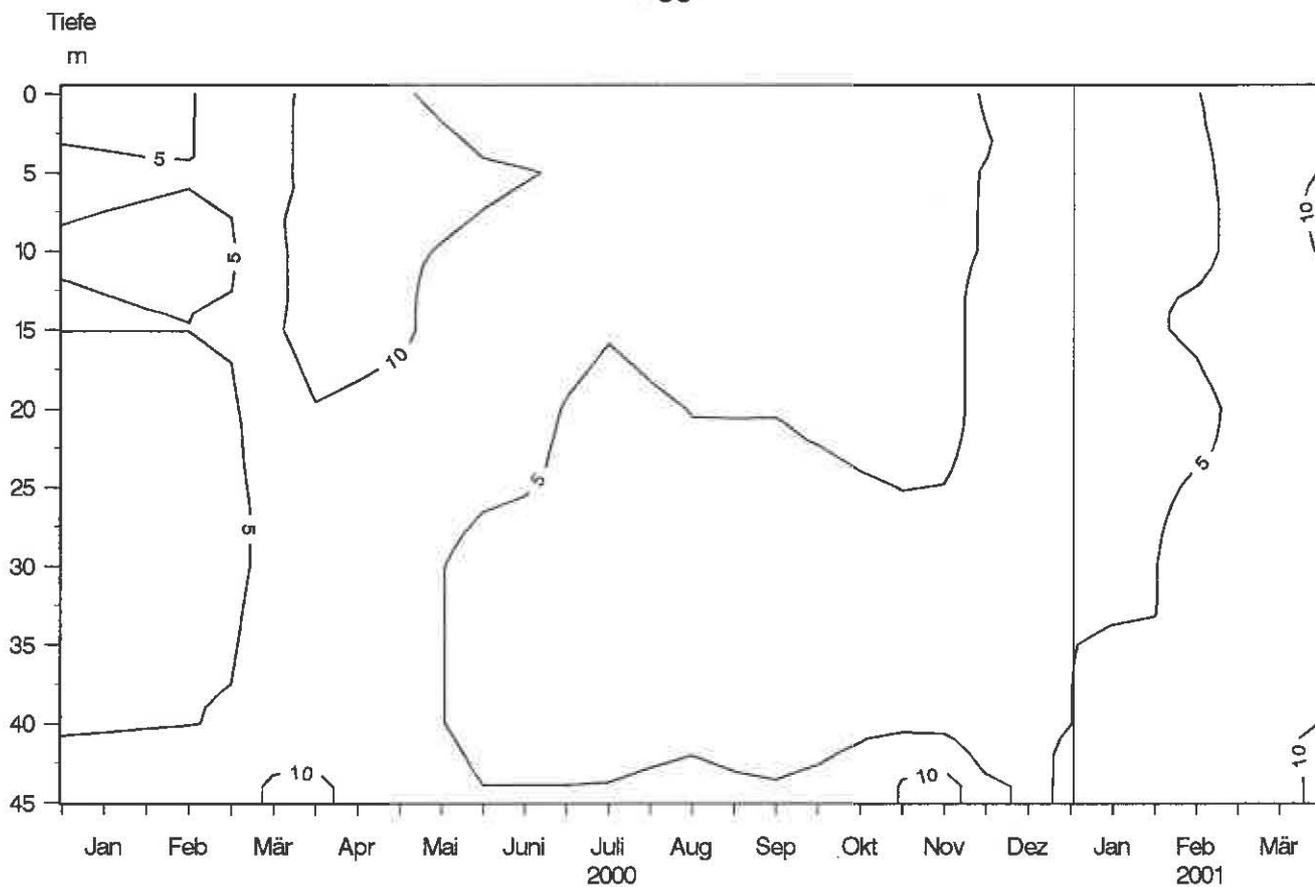


Abb. 58: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Partikulärer Phosphor (mg/m^3)

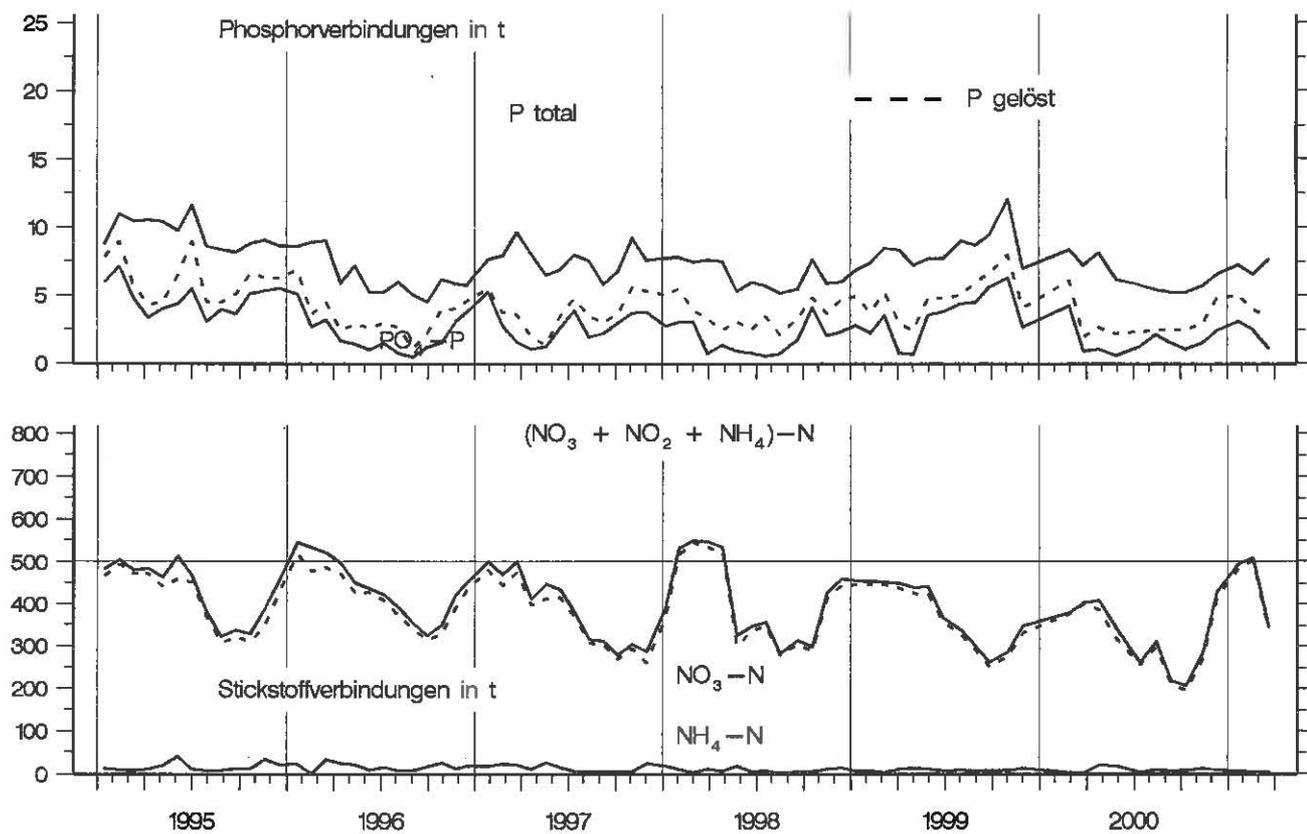


Abb. 59: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Nährstoffinhalt 0–46 m Tiefe

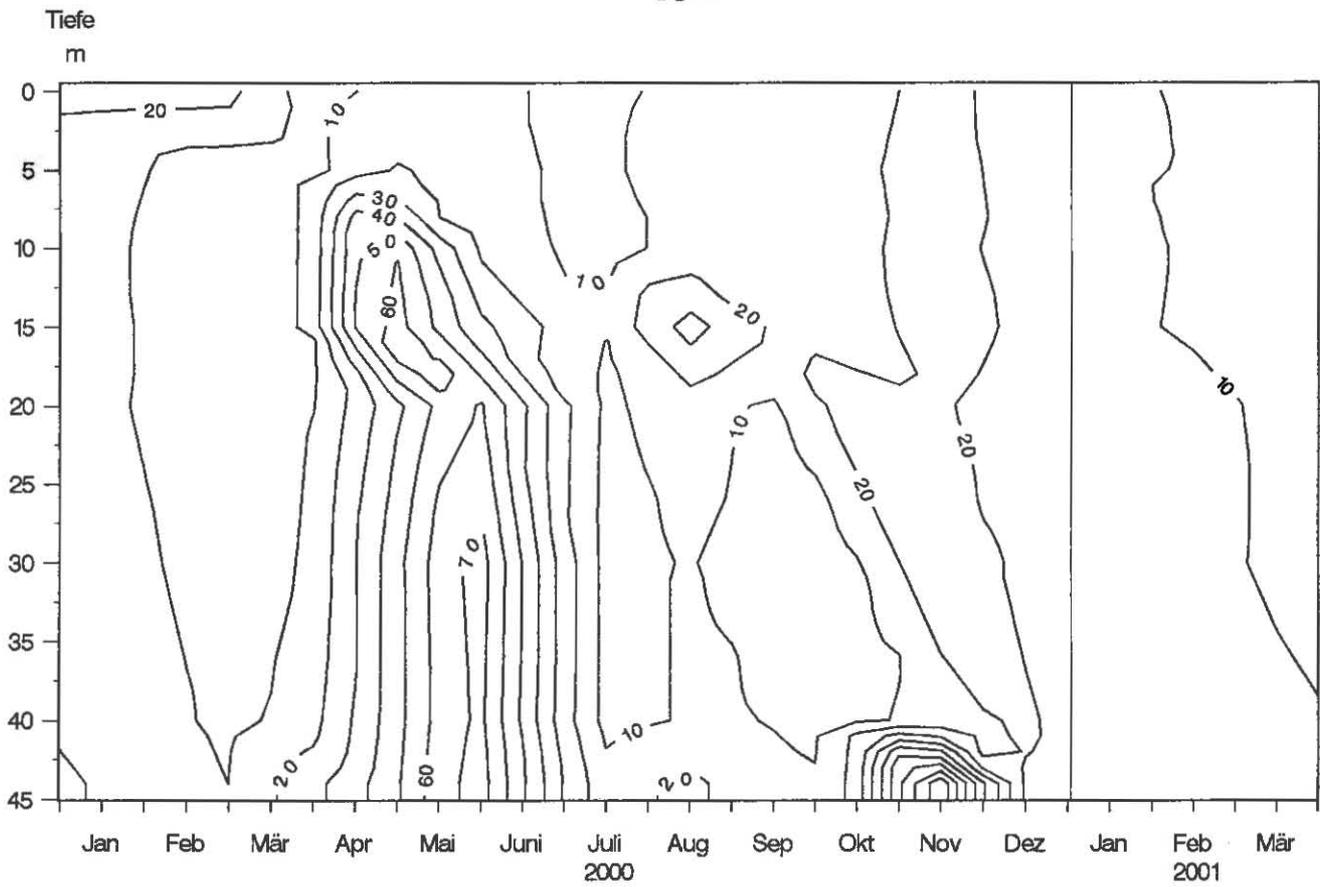


Abb. 62: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Ammonium – Stickstoff (mg/m³)

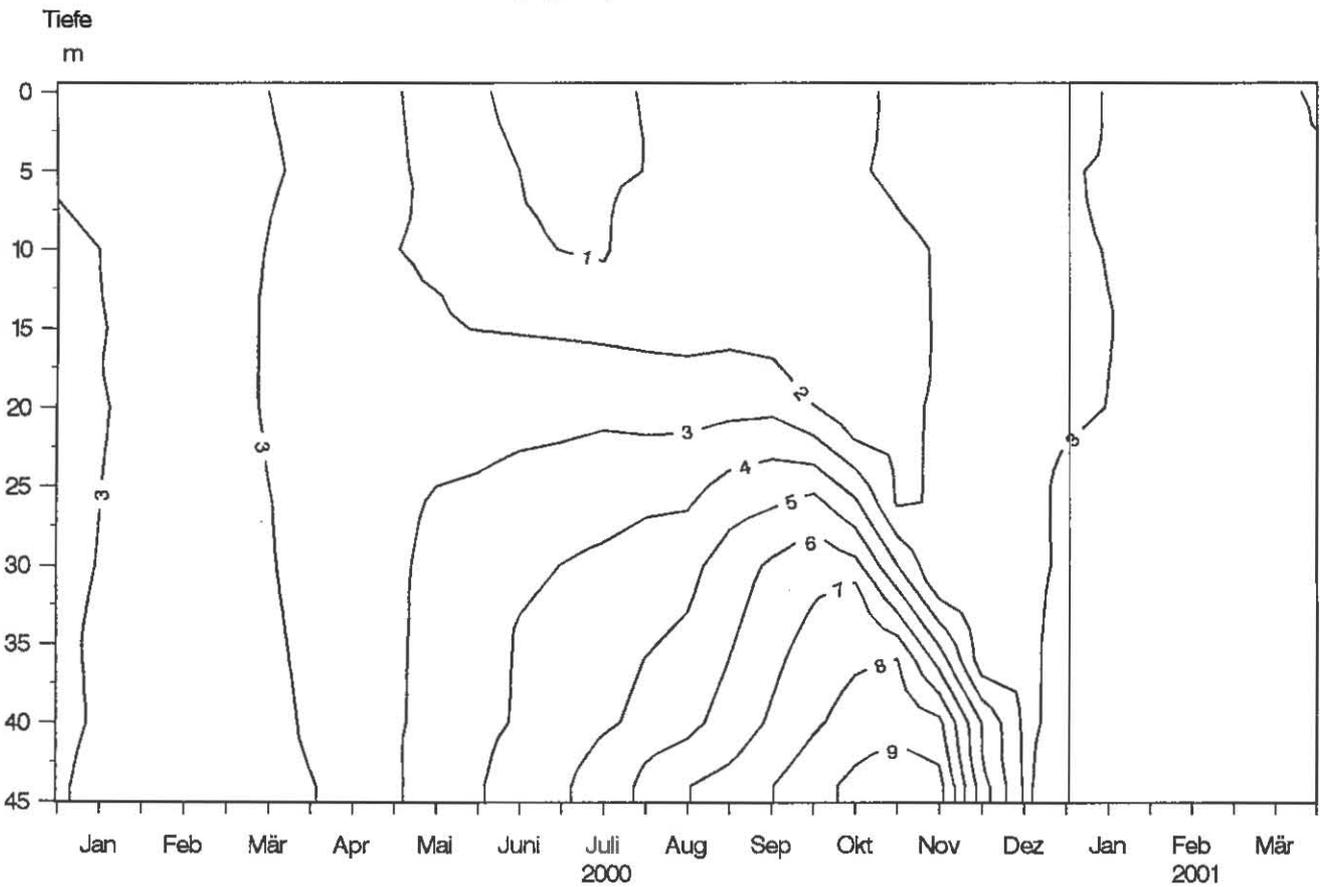


Abb. 63: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Silikat (mg/l)

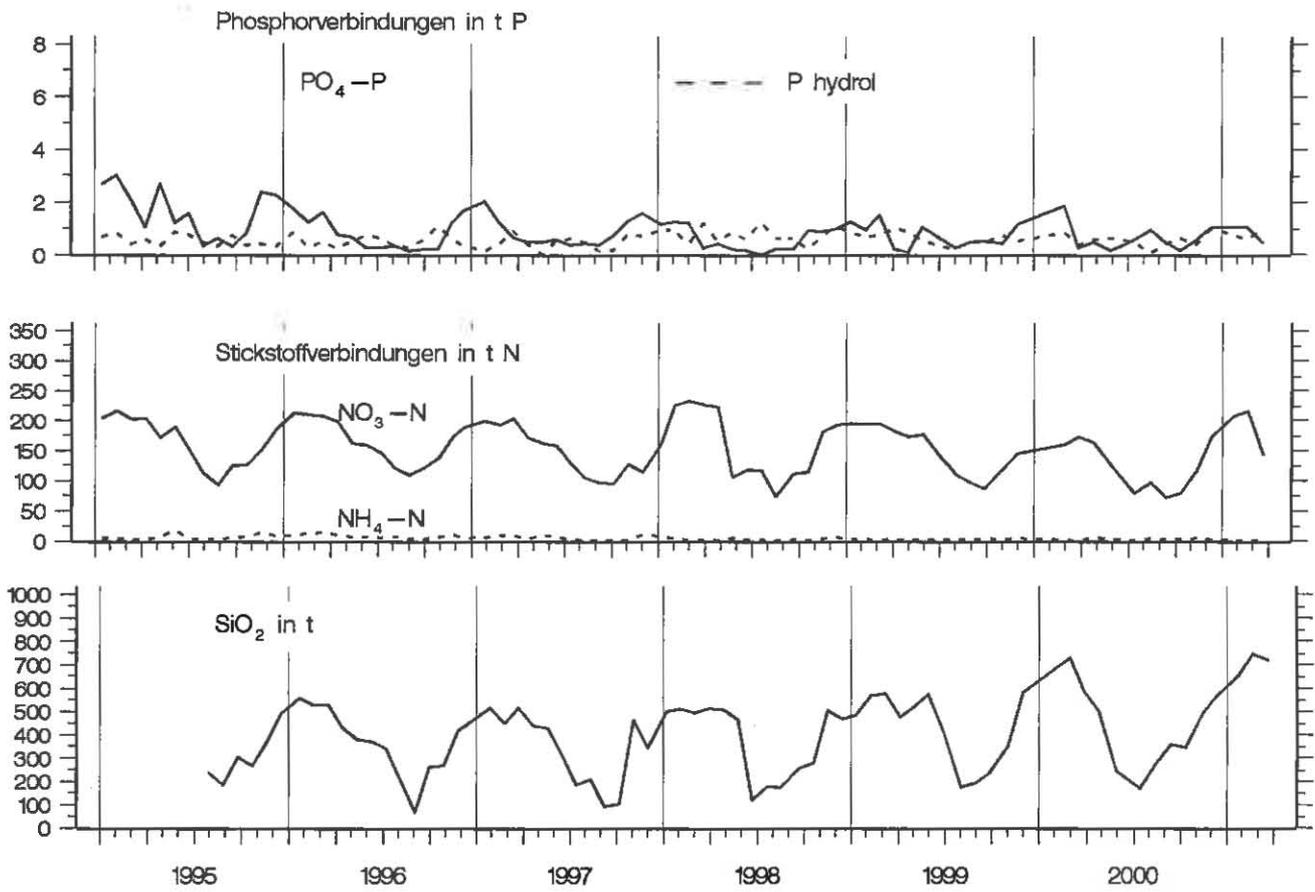


Abb. 64: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Nährstoffinhalt im Epilimnion 0–10 m Tiefe

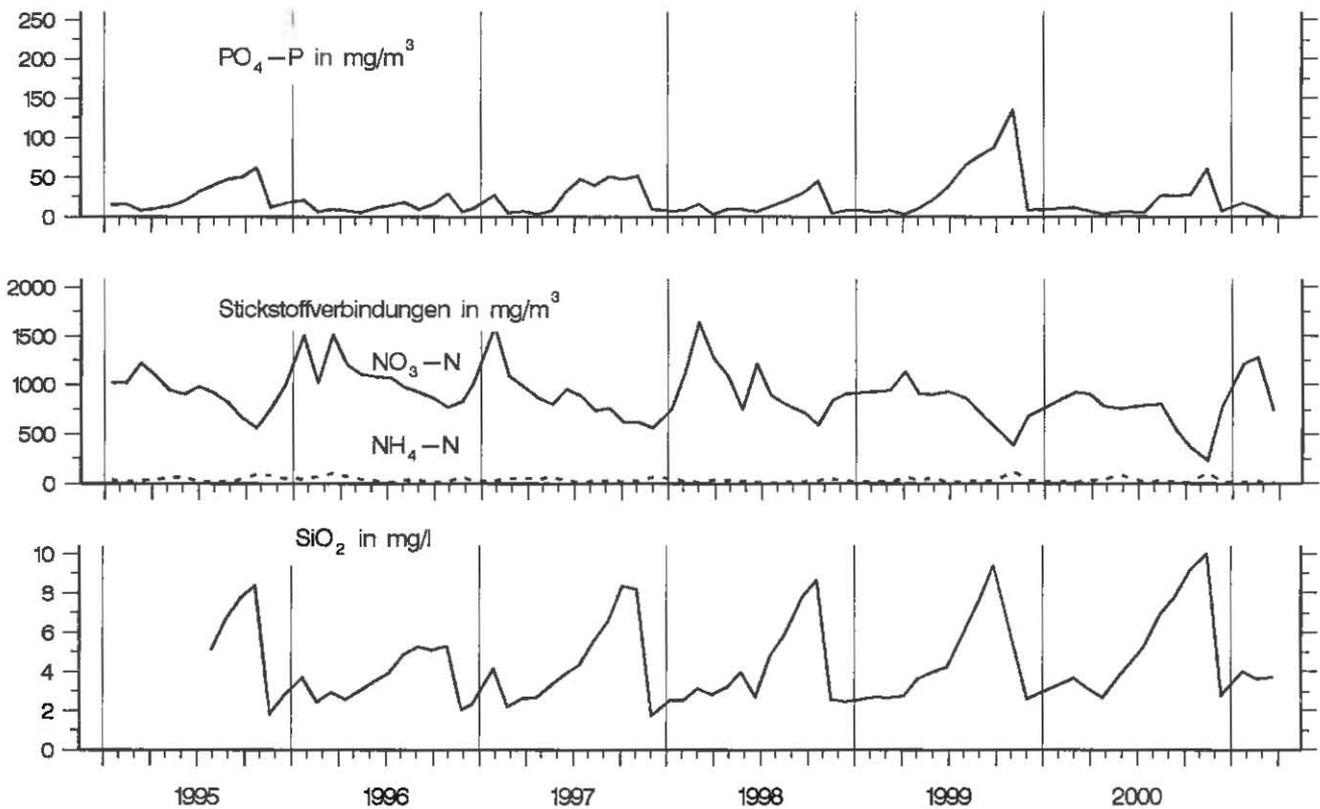


Abb. 65: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Nährstoffkonzentration in 46 m Tiefe

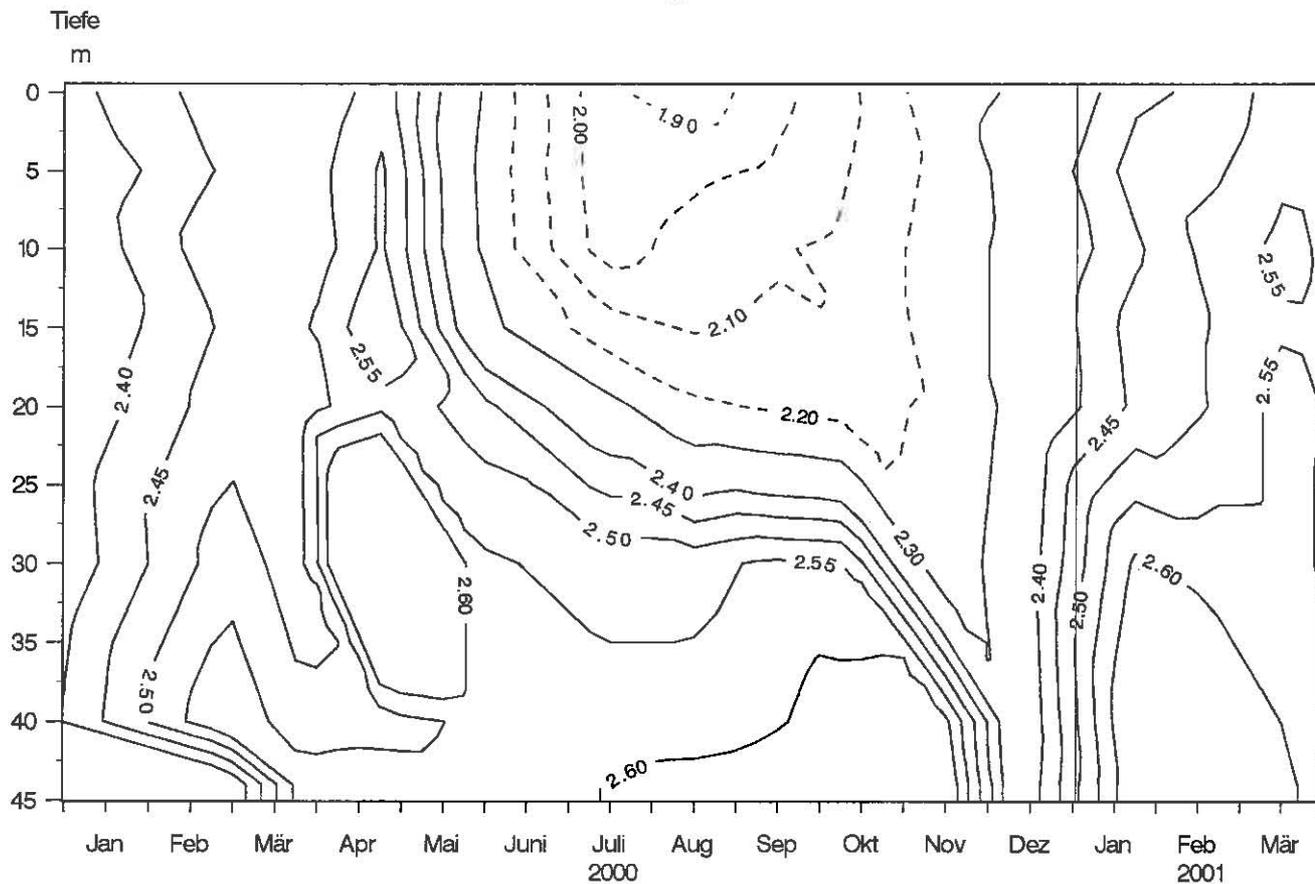


Abb. 66: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Anorganischer Kohlenstoff (mmol/l)

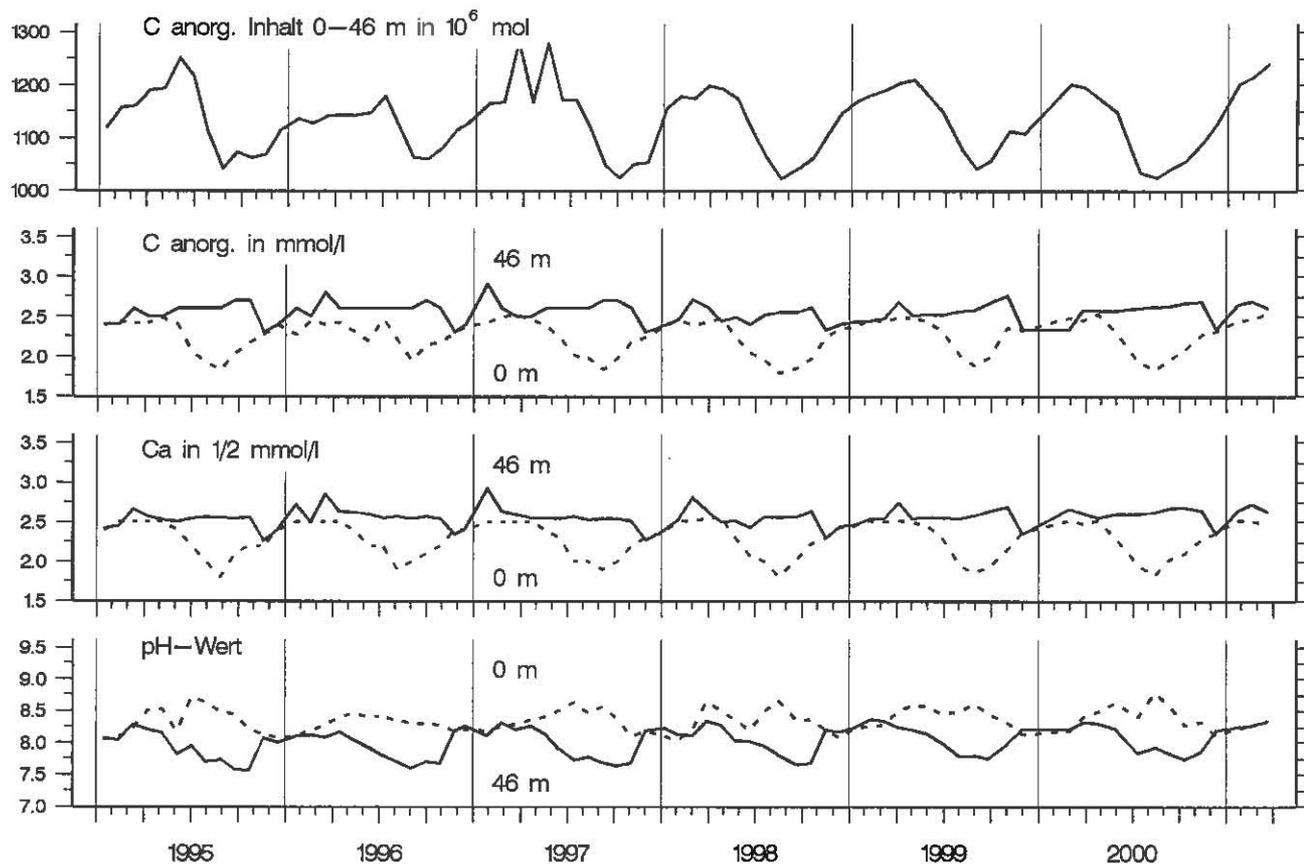


Abb. 67: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Anorganischer Kohlenstoff, Inhalt 0–46 m Tiefe
Konzentration von anorg. Kohlenstoff, Calcium; pH-Wert

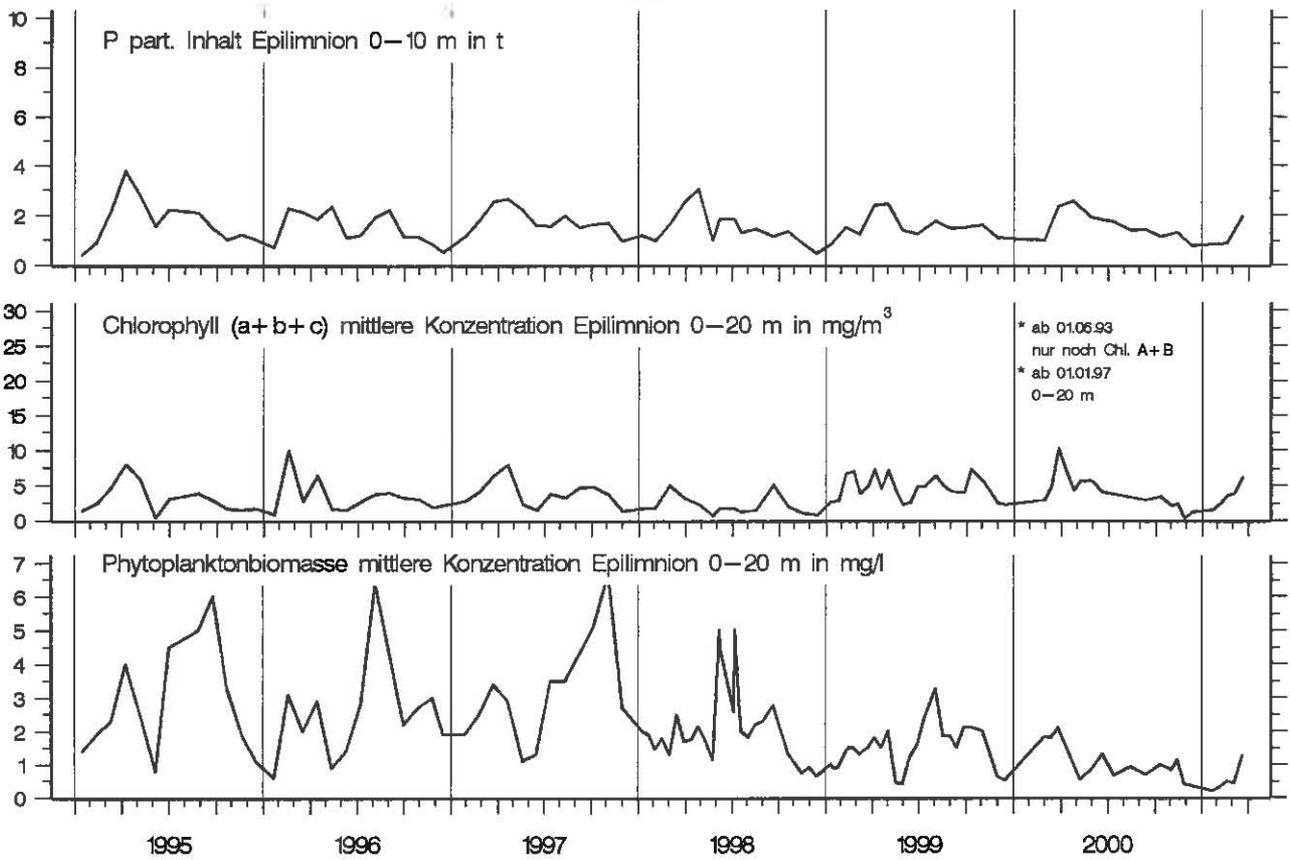


Abb. 68: Bodensee – Untersee, Rheinsee (Berlingen):
Chemische Biomasseindikatoren und Phytoplanktonbiomasse

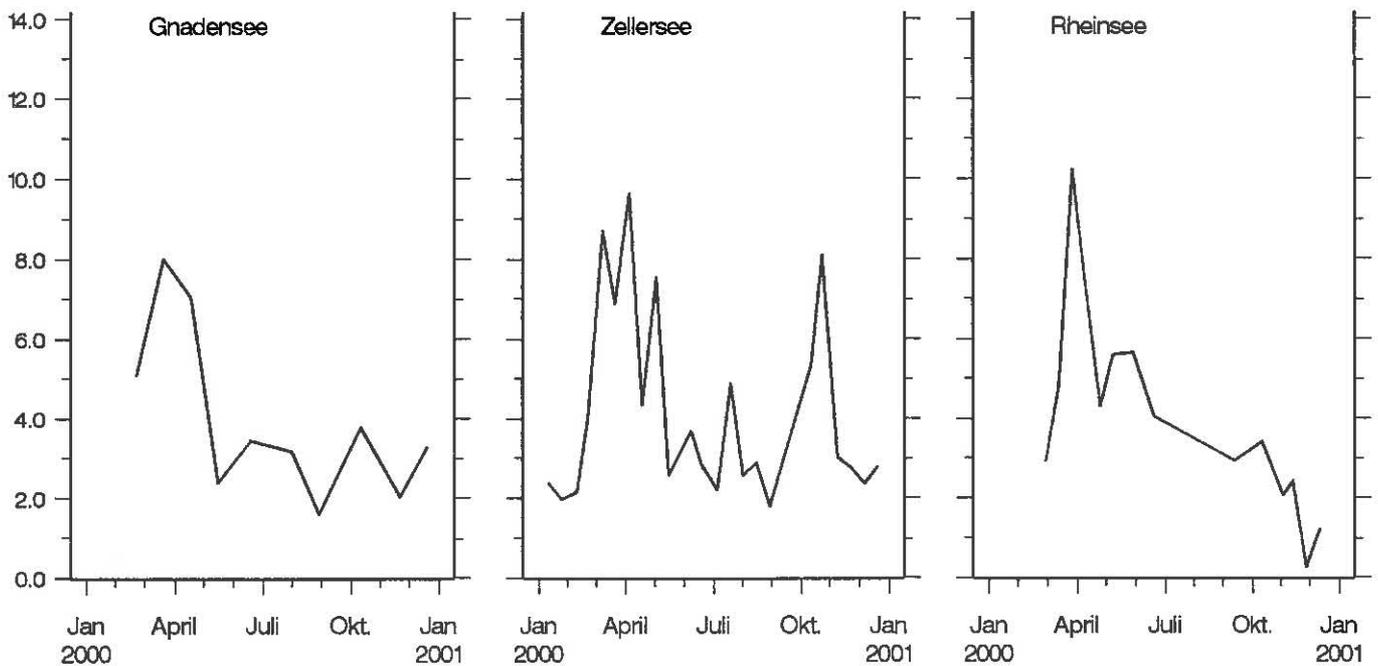


Abb. 69: Bodensee – Untersee
Chlorophyll a in mg/m³ im Gnadensee, Zellersee
und Chlorophyll a+b in mg/m³ im Rheinsee;
mittlere Konzentration 0-20 m Tiefe

Tabellen

Tabelle 1 (1)

Normal - Tiefenserien an den Stationen

Fischbach - Uttwil: 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 230, 250 m

Bregenzer Bucht: Für chemische Untersuchungen:

0, 5, 10, 20, 30, 60 m

Für Sauerstoff- und Temperaturmessungen:

0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 60 m

Überlinger See: 0, 5, 10, 20, 30, 50, 60, 100, 140 m

Zellersee: 0, 5, 10, 15, 20, 21 oder 22

Rheinsee: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 44 oder 45 oder 46 m *

* je nach Wasserstand

Tabelle 1 (2)

Untersuchungstermine Januar 2000 bis März 2001 an den Stationen Fischbach-Uttwil (F) und Bregenzer Bucht (B) und von Januar 2000 bis März 2001 an den Stationen Zellersee (Z) und Rheinsee bei Berlingen (R)

Obersee - Stationen			Untersee - Stationen		
11.01.	2000	F	25.01.	2000	Z
12.01.		B	22.02.		Z
25.01.		F	29.02.		R
01.02.		B	13.03.		R
08.02.		F	21.03.		Z
22.02.		F	27.03.		R
07.03.		F	10.04.		R
21.03.		F B	18.04.		Z
04.04.		F	25.04.		R
05.04.		B	08.05.		R
18.04.		F	16.05.		Z
02.05.		F	29.05.		R
16.05.		F	19.06.		Z
23.05.		B	20.06.		R
07.06.		F	13.07.		R
19.06.		F	31.07.		R
29.06.		B	01.08.		Z
04.07.		F	14.08.		R
12.07.		B	29.08.		Z
01.08.		F	12.09.		R
16.08.		B	11.10.		Z R
29.08.		F	02.11.		R
27.09.		B	13.11.		R
11.10.		F	21.11.		Z
23.10.		B	27.11.		R
24.10.		F	11.12.		R
07.11.		F	19.12.		Z
21.11.		F	22.01.	2001	Z R
29.11.		B	06.02.		R
05.12.		F	19.02.		Z R
06.12.		B	05.03.		R
29.12.		F	21.03.		Z R
09.01.	2001	F			
23.01.		F			
25.01.		B			
07.02.		F			
19.02.		B			
20.02.		F			
06.03.		F			
20.03.		F			
27.03.		B			

Tabelle 1 (3)

**Liste der untersuchten Inhaltsstoffe für die Untersuchungsstationen Fischbach - Uttwil (F),
Bregenzer Bucht (B), Zellersee (Z) und Rheinsee bei Berlingen (R)**

Leitfähigkeit bei 20 °C	F	B	Z	R
pH	F	B	Z	R
Sauerstoff	F	B	Z	R
Säurekapazität KS 4,3	F	B	Z	R
Gesamthärte	F	B	Z	R
Calcium	F	B	Z	R
Magnesium	F	B		
Silikat	F		Z	R
Orthophosphat	F	B	Z	R
Phosphor gelöst (im Filtrat nach Aufschluß)	F	B	Z	R
Phosphor partikulär	F		Z	R
Phosphor total (im Rohwasser nach Aufschluß)	F	B	Z	R
Ammonium	F	B	Z	R
Nitrit	F	B	Z	R
Nitrat	F	B	Z	R
Kjeldahl - Stickstoff im Filtrat	F			
partikulärer Stickstoff direkt	F			
Chlorophyll a	F		Z	R
Phaeophytin nach Goltermann	F			
Chlorophyll (a+b) - HPLC	F			R
Chlorid	F	B	Z	R
Sulfat	F	B	Z	R
Eisen total	F		Z	
Mangan total	F		Z	
Natrium	F			R
Kalium	F			R
UV – Extinktion (260 nm)				R

Berechnete Inhaltsstoffe:

pH korrigiert auf aktuelle				
Temperatur	F		Z	R
Sauerstoffsättigung in %	F	B	Z	R
Restsauerstoff nach Oxidation der				
anorganischen Komponenten	F		Z	R
Rest - Sauerstoff nach Oxidation der				
anorganischen und organischen				
Komponenten	F			
Anorganischer Kohlenstoff	F		Z	R
Gleichgewichts - CO ₂			Z	R
Magnesium (aus Gesamthärte und			Z	
Calcium)			Z	R
H ₂ CO ₃ + CO ₂	F		Z	R
Hydrogenkarbonat	F		Z	R
Karbonat	F		Z	R
Gleichgewichtskohlensäure	F		Z	R
Calcitsättigung	F		Z	R
ausgefallener Kalk (nach Jacobsen /				
Langmuir)	F		Z	R
Phosphor total (P gelöst + P part.)	F	B	Z	R
Phosphor hydrolysierbar				
(P gelöst - PO ₄ -P)	F	B	Z	R
Organischer Stickstoff gelöst				
(N-KJF - NH ₄ -N)	F			
Organischer Stickstoff total				
(N-KJF + NH ₄ -N)	F			
Gesamtsstickstoff anorganisch				
(NO ₃ + NO ₂ + NH ₄) - N	F	B	Z	R
Gesamtstickstoff	F			
Summe der Kationen	F	B	Z	R
Summe der Anionen	F	B	Z	R

Tabelle 2: Seekenddaten

Bodensee-Obersee (Fischbach-Uttwil), Seejahr 2000 (Messdaten vom 04.04.00 bis 06.03.01)

IV-XII: Monate 2000; I, II, III-01: Monate 2001

Parameter	Messwerte				Stoffinhalt						Stoffbilanz				
	(a)		(b)		(b)			(b)		(b)					
	Epilimnion (0-10 m)		Seebodennähe (1m über Grund)		See total			Epilimnion (0-10 m)		Hypolimnion (200-252.5 m)		Beginn bis Ende Seejahr	04.04.00 bis 01.09.2000	01.09.2000 bis 06.03.2001	
	Maximum	Minimum	Zeit	Maximum	Minimum	Zeit	Beginn	Ende	Maximum	Minimum	Zeit				Maximum
Thermik (a) °C, (b) 10 ¹² Kcal	21.1	VIII	4.7	VII, X, XI	228.7	237.0	338.5	IX	83.0	VIII	7.6	VIII, X	8	108	-99
	5.1	III	4.3	IV, V			228.7	IV	21.8	I, II	7.3	IV, V			
Sauerstoff (a) mg l ⁻¹ , (b) 10 ³ t	13.8	V	10.3	IV	538.7	506.7	541.0	IV	56.1	V	17.0	IV	-32	-73	41
	7.5	VIII	7.2	X			449.0	X	39.7	X	13.1	I			
Orthophosphat - P (a) mg m ⁻³ , (b) t	9.4	VIII	27.4	X	461.2	390.1	461.2	IV	33.1	IV	36.2	X	-71	-162	91
	0.4	X	14.4	IV			299.5	VIII	2.0	X	20.2	IV			
Phosphor, hydrolisierb. (A) mg m ⁻³ , (b) t	3.8	IV, V	4.7	V	84.4	98.4	154.2	VI	15.7	IV	16.3	V	14	48	-34
	0.7	VII	1.2	VI			74.2	XI	6.2	VIII	2.3	IV			
Phosphor, gelöst (a) mg m ⁻³ , (b) t	11.5	VIII	30.1	X	545.6	488.4	545.6	IV	42.6	IV	41.1	V	-57	-114	56
	2.1	VIII	16.1	IV			410.8	II	11.5	X	22.7	IV			
Phosphor, partikulär (a) mg m ⁻³ , (b) t	15.3	V	2.4	IV, II	90.2	86.1	178.4	V	58.9	V	6.4	XI	-40	142	-182
	1.3	I	1.5	X			60.8	I	7.3	I	1.5	VIII			
Phosphor, total (a) mg m ⁻³ , (b) t	24.0	VIII	51.9	X	635.7	574.6	681.1	V	85.6	V	45.2	X	-61	-99	38
	6.1	VIII	17.6	IV			489.7	I	29.2	X, II	25.3	IV			
Nitrat - N (a) mg m ⁻³ , (b) t	998.0	IV	1041.0	IV	48027.6	46859.8	4849.1	IV	4249.5	IV	1686.6	XI	-1168	-2182	1015
	459.0	VIII	921.0	VII			4313.7	VII	2135.0	VIII	1513.7	VII			
Nitrit - N (a) mg m ⁻³ , (b) t	11.3	VIII	14.0	XII	7.3	0.0	108.0	VI	42.4	VIII	17.7	IV	-73	8	-81
	0.0	I-III	0.0	IV-VIII, X-III			0.0	II, III	0.0	I-III	0.0	IV-VIII, X-III			
Ammonium - N (a) mg m ⁻³ , (b) t	33.2	V	7.2	V	134.8	253.4	561.3	V	90.4	V	9.9	V	119	28	91
	2.1	XII	0.2	II			79.9	X	14.1	XII	0.2	IV			
Stickstoff, partikulär (a) mg m ⁻³ , (b) t	72.0	IV	21.0	V	332.1	465.7	1263.4	XI	275.6	V	27.2	I	134	741	-608
	1.3	I	3.0	V			332.1	IV	66.0	III	0.6	IV			
Silikat (SiO₂) (a) mg l ⁻¹ , (b) 10 ³ t	3.5	IV	5.8	X	173.5	148.4	173.5	IV	14.9	IV	8.2	X	-25	-14	-11
	0.1	VI	3.9	V			131.2	XII	1.0	VI	5.7	V			
Kalium (a) mg l ⁻¹ , (b) 10 ³ t	1.3	IV	1.3	XII, I	60.4	60.3	62.8	I	5.5	I	2.2	I	0	0	0
	1.0	VIII	1.3	IV			58.7	VII	4.5	VII	2.1	IV			
Natrium (a) mg l ⁻¹ , (b) 10 ³ t	4.3	IV	4.5	V, XI	207.0	205.5	207.0	IV	18.4	IV	7.2	VIII	-15	-75	60
	2.9	VIII	4.4	VI			191.8	XI	14.0	XI	7.0	VI, VII			

Parameter	Messwerte				Stoffinhalt						Stoffbilanz				
	(a)		(b)		(b)				(b)		(b)				
	Epilimnion (0-10 m)		Seebodennähe (1m über Grund)		See total				Epilimnion (0-10 m)		Hypolimnion (200-252.5 m)		Beginn bis Ende Seejahr	04.04.00 bis 01.09.2000	01.09.2000 bis 06.03.2001
Maximum Minimum	Zeit	Maximum Minimum	Zeit	Beginn 04.04.00	Ende 06.03.01	Maximum Minimum	Zeit	Maximum Minimum	Zeit	Maximum Minimum	Zeit				
Calcium (a) mg l ⁻¹ , (b) 10 ³ t	49.5 37.3	V VIII	53.1 49.5	XI VI-VIII	2326.4 2342.5		2348.9 2293.5	V VII	209.3 164.2	V VII	82.0 78.6	XII VII	16	-73	90
Magnesium (a) mg l ⁻¹ , (b) 10 ³ t	8.3 7.1	IV, V VIII	8.5 8.3	V, XI VII, VIII	396.4 398.0		398.0 381.5	III VIII	35.2 28.5	IV VIII	14.0 13.3	V VII, VIII	2	-15	17
Chlorid - Cl (a) mg l ⁻¹ , (b) 10 ³ t	5.4 3.3	IV VIII	5.6 5.2	IV-VII I	255.1 246.4		257.1 231.8	IV I	22.7 16.4	IV VIII	9.0 8.4	IV-VI I	-87	-213	126
Sulfat - SO4 (a) mg l ⁻¹ , (b) 10 ³ t	34.0 28.3	III VIII	33.7 32.5	XII XII	1587.6 1616.8		1616.8 1533.6	III VIII	143.7 122.1	III VIII	54.4 52.9	III I	291	-395	686
Eisen total (a) mg m ⁻³ , (b) t	219.4 5.4	VIII VIII	33.7 10.9	X X	734.4 545.7		1189.3 405.8	VIII VII	307.3 29.7	VIII I	90.4 15.7	X VII	-189	-135	-54
Mangan total (a) mg m ⁻³ , (b) t	4.6 0.5	XII I	38.7 0.9	X V	40.8 37.5		53.0 26.7	XI VIII	8.0 2.1	XII VI	10.9 1.2	X V	-3	-14	11
Kohlenstoff anorg. (a) mg l ⁻¹ , (b) 10 ³ t	30.0 22.8	V VIII	31.0 30.1	XI IV	1414.9 1393.2		1428.0 1362.1	V X	127.3 102.1	V VIII	49.2 48.0	II IV	-21	-40	18
Säurekapazität KS 4,3 (a) mmol l ⁻¹ , (b) 10 ⁶ kmol	2.5 1.9	V VIII	2.6 2.5	XI IV	117.8 116.0		118.9 113.4	V X	10.6 8.5	V VIII	4.1 4.0	II IV	-2	-3	2
elektr. Leitfähigkeit µS cm ⁻¹ , 20 °C	292.0 223.0	IV, V VII	303.0 296.0	X-I IV											
pH-Wert	8.8 8.1	V III	8.1 7.9	V XI											
Chlorophyll a (a) mg m ⁻³	7.4 0.9	V III	- -	- -											

Tabelle 3

**Vergleich von Messwerten der verschiedenen Teile des Bodensees - Obersee
Seejahr 2000 / 2001 an den Stationen Fischbach-Uttwil (F), und Bregenzer Bucht (B)**

Messwerte in " 0 " m		F	B
Temperatur in °C	Maximum	21.1	22.2
	Minimum	5.2	4.8
Sauerstoff in mg O ₂ l ⁻¹	Maximum	13.8	12.4
	Minimum	9.4	8.4
Leitfähigkeit bei 20° C in µS cm ⁻¹	Maximum	291.0	329.0
	Minimum	223.0	260.0
pH in pH-Einheiten	Maximum	8.8	8.4
	Minimum	8.1	8.1
Orthophosphat in mg PO ₄ -P m ⁻³	Maximum	7.8	7.0
	Minimum	0.5	2.0
Phosphor gelöst in mg P m ⁻³	Maximum	10.1	7.0
	Minimum	2.5	2.0
Phosphor total in mg P m ⁻³	Maximum	18.9	24.0
	Minimum	6.6	7.0
Nitrat in mg NO ₃ -N m ⁻³	Maximum	998.0	920.0
	Minimum	456.0	483.0
Ammonium in mg NH ₄ -N m ⁻³	Maximum	18.0	32.8
	Minimum	3.5	3.9
Eisen total in mg Fe m ⁻³	Maximum	24.3	—
	Minimum	5.4	—
Kohlenstoff anorg. in mmol C l ⁻¹	Maximum	2.5	2.6
	Minimum	1.9	2.0
Phosphor partikulär in mg P m ⁻³	Maximum	13.2	—
	Minimum	2.0	—
Stickstoff partikulär in mg N m ⁻³	Maximum	72.0	—
	Minimum	16.0	—

Messwerte in Seebodennähe		F 250m	B 60m
Temperatur in °C	Maximum	4.7	5.4
	Minimum	4.5	4.5
Sauerstoff in mg O ₂ l ⁻¹	Maximum	10.3	10.7
	Minimum	7.2	7.6
Leitfähigkeit bei 20° C in µS cm ⁻¹	Maximum	303.0	334.0
	Minimum	296.0	265.0
pH in pH-Einheiten	Maximum	8.1	8.3
	Minimum	7.9	8.0
Orthophosphat in mg PO ₄ -P m ⁻³	Maximum	27.4	10.0
	Minimum	14.4	2.0
Nitrat in mg NO ₃ -N m ⁻³	Maximum	1041.0	1021.0
	Minimum	921.0	552.0
Ammonium in mg NH ₄ -N m ⁻³	Maximum	7.2	35.9
	Minimum	0.2	3.9
Eisen total in mg Fe m ⁻³	Maximum	336.6	—
	Minimum	10.9	—
Kohlenstoff anorg. in mmol C l ⁻¹	Maximum	2.6	2.6
	Minimum	2.5	2.0
Phosphor total in mg P m ⁻³	Maximum	51.9	23.0
	Minimum	17.6	12.0

Tabelle 4: Seekennndaten

Bodensee-Untersee (Zellersee), Seejahr 2000 (Messdaten vom 25.01.00 bis 22.01.01)

I-XII: Monate 2000; I-01: Januar 2001

Parameter	Messwerte				Stoffinhalt						Stoffbilanz		
	(a)		(b)		(b)				(b)		(b)		
	Epilimnion (0-10 m)		Seebodennähe (1m über Grund)		See total		Epilimnion (0-10 m)		Beginn bis Ende Seejahr	25.01.00 bis 01.08.2000	01.08.00 bis 22.01.2001		
Maximum Minimum	Zeit	Maximum Minimum	Zeit	Beginn 25.01.00	Ende 22.01.01	Maximum Minimum	Zeit	Maximum Minimum	Zeit				
Thermik (a) °C, (b) 10 ⁹ Kcal	21.7 2.2	VI I	10.4 3.3	X I	0.6	0.8	3.6 0.6	VIII I	2.3 0.3	VIII I	0	3	-2
Sauerstoff (a) mg l ⁻¹ , (b) t	14.4 9.0	V X	12.6 0.5	III X	2261.2	2023.3	2425.7 1561.7	III X	1453.0 975.5	V X	-238	-453	215
Orthophosphat - P (a) mg m ⁻³ , (b) t*	24.0 1.5	XI VIII	344.7 2.8	X IV	2.9	3.0	4.2 0.4	IX IV	2.5 0.2	XI IV	0	-2	2
Phosphor, hydrolysiert (A) mg m ⁻³ , (b) t*	5.2 2.2	XII VIII	17.9 3.2	X V	0.7	0.8	0.8 0.5	XII VIII	0.5 0.3	II VIII	0	0	0
Phosphor, gelöst (a) mg m ⁻³ , (b) t*	28.1 3.7	XI VIII	362.6 6.4	X IV	3.7	3.8	4.9 1.0	XI IV	3.0 0.5	XI VIII	0	-2	2
Phosphor, partikulär (a) mg m ⁻³ , (b) t*	14.9 3.5	III I	43.3 3.7	VIII I	0.9	1.1	2.6 0.9	III XII	1.5 0.5	III I	0	1	0
Phosphor, total (a) mg m ⁻³ , (b) t*	33.9 7.7	XI VIII	376.8 0.0	X XII, I	4.5	4.9	5.9 2.6	VIII VI	3.5 1.3	XI VIII	0	-1	2
Nitrat - N (a) mg m ⁻³ , (b) t	1329.0 411.0	II VIII	1650.0 108.0	III X	244.7	221.3	248.8 99.6	II VIII	141.1 52.5	II VIII	-23	-136	113
Nitrit - N (a) mg m ⁻³ , (b) t	24.3 6.7	XII IV	56.6 3.1	VIII X	2.1	2.2	4.1 1.4	XII IV	2.4 0.8	XII IV	0	0	0
Ammonium - N (a) mg m ⁻³ , (b) t	52.3 5.5	V XII	791.0 12.4	X II	3.2	2.0	10.6 1.4	V XII	4.5 0.8	XI XII	-1	2	-3
Silikat (SiO₂) (a) mg l ⁻¹ , (b) t	4.3 0.3	I VI	12.5 3.6	VIII IV	806.9	720.4	806.9 199.0	I VI	459.3 36.1	I VI	-87	-515	428
Calcium (a) mg l ⁻¹ , (b) t	56.5 35.1	III VIII	62.7 50.3	III VIII	1016.0	998.0	1065.1 732.1	III VIII	600.8 394.6	III VIII	-18	-284	266
Chlorid (a) mg l ⁻¹ , (b) t	9.6 4.1	I VIII	11.6 7.5	III VIII	1788.3	1693.4	1788.3 1015.3	I VIII	1014.8 507.0	XII VIII	-95	695	600

Parameter	Messwerte				Stoffinhalt						Stoffbilanz		
	(a)				(b)						(b)		
	Epilimnion (0-10 m)		Seebodennähe (1m über Grund)		See total			Epilimnion (0-10 m)			Beginn bis Ende Seejahr	25.01.00 bis 01.08.2000	01.08.00 bis 22.01.2001
Maximum	Zeit	Maximum	Zeit	Beginn 25.01.00	Ende 22.01.01	Maximum	Zeit	Maximum	Zeit				
Minimum		Minimum				Minimum		Minimum					
Eisen total (a) mg m ⁻³ , (b) t	2.6	I	186.7	VIII	3.8	4.5	4.7	VIII	2.5	I	1	0	1
	0.5	VIII	0.0	XII			1.7	X	0.8	VIII			
Kohlenstoff anorg. (a) mg l ⁻¹ , (b) t	32.9	III	35.3	III	6012.2	5796.0	6175.5	III	3500.9	III	0	-1	1
	22.3	VIII	32.7	I, VI			4668.3	VIII	2481.3	VIII			
Säurekapazität KS 4,3 (a) mmol l ⁻¹ , (b) 10 ³ kmol	2.7	III	3.0	I	500.6	482.6	514.2	I	291.5	III	18	-112	94
	1.9	VIII	2.5	VIII			388.7	VIII	206.6	VIII			
elektr. Leitfähigkeit µS cm ⁻¹ , 20 °C	326.0	I	346.0	III									
	230.0	VIII	313.0	VIII									
pH-Wert	8.8	III	8.6	III									
	8.1	XI	7.6	VIII									
Chlorophyll a	9.6	IV	-	-									
Mittelwert 0-20m mg m ⁻³	0.037	I	-	-									

Tabelle 5: Seekenndaten

Bodensee-Untersee (Rheinsee, Berlingen), Seejahr 2000 (Messdaten vom 29.02.00 bis 22.01.01)

I-XII: Monate 2000; I-00: Januar 2001

Parameter	Messwerte				Stoffinhalt						Stoffbilanz		
	(a)				(b)						(b)		
	Epilimnion (0-10 m)		Seebodennähe (1m über Grund)		See total				Epilimnion (0-10 m)		Beginn bis Ende Seejahr	29.02.00 bis 14.08.2000	14.08.00 bis 22.01.2001
	Maximum Minimum	Zeit	Maximum Minimum	Zeit	Beginn 29.02.00	Ende 22.01.01	Maximum Minimum	Zeit	Maximum Minimum	Zeit			
Thermik (a) °C, (b) 10 ⁹ Kcal	2.3 4.4	VIII I, II	8.6 4.0	XI II	219.7	223.7	856.2 219.7	VIII II	448.4 95.2	VIII I, II	6	635	-630
Sauerstoff (a) mg l ⁻¹ , (b) t	14.0 8.3	IV IX	11.6 1.2	II XI	5972.8	5595.1	6351.7 3874.6	IV IX	2932.5 2021.5	IV XI	-336	-1655	1319
Orthophosphat - P (a) mg m ⁻³ , (b) t	11.0 0.0	II V, X	60.0 3.0	XI IV	4.4	3.2	4.4 0.6	II V	1.9 0.2	II V, X	-1	-2	1
Phosphor, hydrolisierb. (A) mg m ⁻³ , (b) t	5.0 0.0	XII VII-VIII, XI	8.0 0.0	IV VIII	2.0	2.0	2.5 0.3	XII VIII	1.0 0.6	XII VIII	1	-16	17
Phosphor, gelöst (a) mg m ⁻³ , (b) t	15.0 3.0	II III-IV, X	63.0 8.0	XI VII	6.4	5.2	6.4 2.0	II V	2.8 0.6	II III	-11	-39	28
Phosphor, partikulär (a) mg m ⁻³ , (b) t	13.0 3.0	IV XII	130.0 3.0	XI XII	2.3	2.0	5.4 1.7	III XII	2.7 0.8	IV XII	-3	7	-9
Phosphor, total (a) mg m ⁻³ , (b) t	20.0 9.0	II X	76.0 14.0	XI VII	8.7	7.6	8.7 5.5	II X	3.7 2.1	IV X	-10	-31	20
Nitrat - N (a) mg m ⁻³ , (b) t	1000.0 320.0	I XI	1210.0 230.0	I XI	395.9	510.3	510.3 205.5	I X	213.3 74.2	I IX	118	-82	200
Nitrit - N (a) mg m ⁻³ , (b) t	12.0 2.0	VIII-IX II	23.0 3.0	V VI, IX, X	1.4	4.0	6.3 1.3	V III	2.5 0.4	VIII II	3	3	-1
Ammonium - N (a) mg m ⁻³ , (b) t	67.0 2.0	IV II	105.0 9.0	XI II	2.8	6.3	21.1 2.2	IV III	6.4 0.8	IV III	35	68	-33
Silikat (SiO₂) (a) mg l ⁻¹ , (b) t	3.5 0.8	II VII	10.0 2.7	XI IV	1750.7	1616.1	1750.7 940.7	II VII	750.6 174.5	II VII	-122	-651	529
Calcium (a) mg l ⁻¹ , (b) t	51.5 36.7	IV VIII	53.7 47.1	X XII	2566.0	2604.3	2624.1 2192.9	IV VIII	1100.0 848.7	IV VII	29	-186	215
Chlorid (a) mg l ⁻¹ , (b) t	6.2 4.0	IV VIII-IX	8.5 4.6	I XII	2853.7	2923.1	3146.6 2311.4	IV IX	132.6 90.5	IV VIII	96	-379	475

Parameter	Messwerte				Stoffinhalt						Stoffbilanz		
	(a)				(b)						(b)		
	Epilimnion (0-10 m)		Seebodennähe (1m über Grund)		See total				Epilimnion (0-10 m)		Beginn bis Ende Seejahr	29.02.00 bis 14.08.2000	14.08.00 bis 22.01.2001
Maximum	Zeit	Maximum	Zeit	Beginn 29.02.00	Ende 22.01.01	Maximum	Zeit	Maximum	Zeit				
Minimum		Minimum				Minimum		Minimum					
Kohlenstoff anorg. (a) mg l ⁻¹ , (b) t	30.7	IV	32.2	XI	1518.1	1518.1	1578.9	IV	642.5	II	10	-224	234
	22.0	VIII	28.1	II, XII			1294.7	VIII	356.7	IV			
Säurekapazität KS 4,3 (a) mmol l ⁻¹ , (b) 10 ³ kmol	2.6	IV	2.7	XI	126.4	126.4	131.3	IV	53.5	II	1	-19	20
	1.8	VIII	2.3	II, XII			107.8	VIII	29.7	IV			
UV - Extinktion m ⁻¹ (260 nm), d = 5 cm	0.04	XII, I	0.04	I									
	0.03	VII	0.03	IX, X									
elektr. Leitfähigkeit µS cm ⁻¹ , 20 °C	297.0	III	318.0	I									
	231.0	VIII	278.0	XII									
pH-Wert	8.8	VIII	8.3	III									
	8.1	XII	7.7	X									
Chlorophyll a mg m ⁻³	7.2	X	7.0	II									
	2.2	XII	0.4	V									

Tabelle 6

**Vergleich von Messwerten der verschiedenen Teile des Bodensee - Untersees
Seejahr 2000 / 2001 an den Stationen Zellersee (Z), Rheinsee Station Berlingen (R)**

Messwerte in " 0 " m		Z	R
Temperatur in °C	Maximum	21.7	23.0
	Minimum	2.2	4.4
Sauerstoff in mg O ₂ l ⁻¹	Maximum	13.0	13.7
	Minimum	9.1	9.5
pH in pH-Einheiten	Maximum	8.8	8.8
	Minimum	8.1	8.1
Orthophosphat in mg PO ₄ -P m ⁻³	Maximum	23.6	11.0
	Minimum	1.5	1.0
Phosphor partikulär in mg P m ⁻³	Maximum	12.0	12.0
	Minimum	3.5	3.0
Nitrat in mg NO ₃ -N m ⁻³	Maximum	1319.0	1000.0
	Minimum	419.0	320.0
Ammonium in mg NH ₄ -N m ⁻³	Maximum	41.1	24.0
	Minimum	5.5	5.0
Eisen total in mg Fe m ⁻³	Maximum	40.2	—
	Minimum	4.7	—

Messwerte in Seebodennähe		Z	R
		22m	44 - 46m
Temperatur in °C	Maximum	10.4	8.6
	Minimum	3.3	4.0
Sauerstoff in mg O ₂ l ⁻¹	Maximum	12.6	11.6
	Minimum	0.5	1.2
pH in pH-Einheiten	Maximum	8.6	8.3
	Minimum	7.6	7.7
Orthophosphat in mg PO ₄ -P m ⁻³	Maximum	344.7	60.0
	Minimum	2.8	3.0
Nitrat in mg NO ₃ -N m ⁻³	Maximum	1650.0	1210.0
	Minimum	108.0	230.0
Ammonium in mg NH ₄ -N m ⁻³	Maximum	791.0	105.0
	Minimum	12.4	9.0
Eisen total in mg Fe m ⁻³	Maximum	186.7	—
	Minimum	10.6	—

AUSKÜNFTE

Baden-Württemberg: Institut für Seenforschung
der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Argenweg 50/1

D-88085 Langenargen

Bayern: Bayerisches Landesamt für
Wasserwirtschaft
Lazarettstraße 67

D-80636 München

Österreich: Amt der Vorarlberger Landesregierung
Römerstraße 15

A-6901 Bregenz

Schweiz: Bundesamt für Umwelt,
Wald und Landschaft (BUWAL)

CH-3003 Bern