

AMT DER OÖ. LANDESREGIERUNG



GEWÄSSER  
GEMÄSSER

SCHUTZ  
SCHUTZ

BERICHTE



INSTITUT FÜR GEWÄSSERÖKOLOGIE  
FISCHEREIBIOLOGIE UND SEENKUNDE

## Gewässerschutz Bericht 20 / 1998



### Die Seen Oberösterreichs

Zustandsbericht 1994 und Langzeitentwicklung seit 1980, teilweise aktualisiert  
bis einschließlich 1997



# DIE SEEN OBERÖSTERREICHS

Dr. Kurt Schwarz und Dr. Albert Jagsch  
Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie,  
Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling 18, A - 5310 Mondsee

Unter Mitwirkung von:

Günter Bruscek  
Johann Dachs  
Ingrid Frey  
Gottfried Ibel  
Karl Mayrhofer  
Alois Neuhofer  
Petra Truzka  
Ing. Reinhold Truzka  
Dr. Walter Wirkner

Im Auftrag des Amtes der OÖ. Landesregierung, U.Abt. Gewässerschutz,  
Aufgabengruppe Immisionen und Güteaufsicht  
Stockhofstraße 40, A-4021 Linz

erstellt 1998 in Scharfling



# Inhaltsverzeichnis

- Vorwort
- Einleitung
- Lagekarte der untersuchten Seen
- Hydrologisch-morphometrische Daten der untersuchten Seen
- Methodik
  - ◆ Feld- und Labormethodik
  - ◆ Darstellung der Ergebnisse
- Ergebnisse der Seenuntersuchungen
  - ◆ Almsee
  - ◆ Attersee
  - ◆ Gleinkersee
  - ◆ Vorderer Gosausee
  - ◆ Hallstättersee





## ■ Ergebnisse der Seenuntersuchungen (Fortsetzung)

- ◆ Heratingersee
- ◆ Höllerersee
- ◆ Holzöstersee
- ◆ Imsee
- ◆ Irrsee (Zellersee)
- ◆ Vorderer Langbathsee
- ◆ Mondsee
- ◆ Nussensee
- ◆ Offensee
- ◆ Schwarzensee
- ◆ Seeleitensee
- ◆ Traunsee
- ◆ Wolfgangsee



- Zusammenfassung
- Begriffsbestimmungen
- Literatur

# Vorwort



Inhalt



## Landesrat Dr. Hans Achatz

Die Seen unseres Bundeslandes sind Thema des 20. Gewässerschutzberichtes, der diesmal in einer noch ungewohnten Form zur Verfügung gestellt wird. Erst der Verzicht auf das bedruckbare Papier hat die Veröffentlichung des umfangreichen, mit vielen Grafiken ausgestatteten Berichtes überhaupt ermöglicht.

Eine größere Zahl von Fotos und erstmals auch Satellitenbilder sind in den Bericht eingebunden, so daß - wenigstens im Bild - auch Einzugsgebiete der Seen gezeigt werden können.

Neben der Erfassung des aktuellen gewässerökologischen Zustandes der wichtigsten Seen bot die Vergabe der Studie an das Bundesinstitut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde des Bundesamtes für Wasserwirtschaft in Scharfling die Möglichkeit, in diesem Institut vorhandene langjährige Datenreihen zu nutzen. Sie wurden gezielt und gleichartig ausgewertet, so daß die Entwicklung der großen Seen über mehr als 10 Jahre dargestellt werden kann. Dadurch erst ergibt sich eine sichere Basis für Aussagen über die Wirksamkeit der Abwassersanierung an den Seen. Für die kleineren Seen ist ein Vergleich mit den Ergebnissen der 15 Jahre zurückliegenden amtseigenen Untersuchungen möglich.



Technische Probleme und Personalengpässe haben die Erstellung und Herausgabe dieses Berichtes auf CD-ROM verzögert. Das Bundesinstitut hat die Zeit genutzt und, wo möglich, auf eigene Kosten die Datenreihen bis einschließlich 1997 auf den neuesten Stand gebracht.

Als zuständiger Landesrat danke ich dem Bundesinstitut Scharfling nicht nur für diese Sonderleistung und die sorgfältige Bearbeitung des Berichtes, sondern auch für die langjährige gute Zusammenarbeit mit den Fachleuten der Unterabteilung Gewässerschutz.



Dr. Hans Achatz





**DAS BUNDESMINISTERIUM FÜR**



**LAND UND FORSTWIRTSCHAFT**

Österreich ist nicht nur ein „wasserreiches Land“, sondern verfügt mit seinen zahlreichen Seen über ein Naturpotential ganz besonderer Art. Zum Schutz dieser einmaligen Landschaft wie der gerade mit diesen Seen verbundenen Lebensräume und Interessen hat das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft sich und uns alle mit dem Wasserrechtsgesetz und den diversen Seenschutzprogrammen schon frühzeitig der Nachhaltigkeit verpflichtet und als Ziel die Erhaltung der natürlichen Beschaffenheit unserer Gewässer festgelegt.

Mit der seit den 60er Jahren konsequent umgesetzten Seenreinhaltung konnten nicht nur Gütezustände, wie sie vor mehr als 70 Jahren dokumentiert sind, wiederhergestellt, sondern heute eine einwandfreie Badewasserqualität und damit Trinkwassergüte abgesichert werden.

Die Bemühungen um die Reinhaltung der österreichischen Seen wie die darauf aufbauenden Erfolge wurden vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in zwei Informationsschriften zur Seenreinhaltung ausführlich dokumentiert. Eine generelle Fortschreibung der Gütesituation erfolgt mit den nunmehr in dreijährigem Abstand erscheinenden Gewässerschutzberichten.



Dank der durch das Land Oberösterreich mit dem vorliegenden Werk ermöglichten Dokumentation können die aktuellen Güteverhältnisse der oberösterreichischen Seen der interessierten Öffentlichkeit vorgestellt werden. Dem Land Oberösterreich darf an dieser Stelle für diesen Auftrag gedankt werden. Für das Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde des Bundesamtes für Wasserwirtschaft ergab sich damit eine besondere Gelegenheit, seine fachlichen wie wissenschaftlichen Erfahrungen den aktuellen Entwicklungen gegenüberzustellen und eindrucksvoll zu dokumentieren. Die Kooperation zwischen dem Land Oberösterreich und dem Bundesamt für Wasserwirtschaft zum Wohle unseres Lebelementes „Wasser“ hat sich bewährt und möge fortgesetzt werden.



SC Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Stalzer



# Einleitung



Inhalt

Oberösterreich ist reich an Seen, besonders das Salzkammergut. Von den 70 Seen im Salzkammergut liegen 26 Seen in Oberösterreich. Mit dem Attersee hat unser Bundesland den flächenmäßig größten innerösterreichischen See (45 km<sup>2</sup>), mit dem Traunsee den tiefsten See Österreichs (191 m). Die Seen sind charakteristischer Bestandteil der Landschaft und wichtiger Faktor für den Tourismus im Land.

Die Reinhaltung der Seen und die Überwachung ihres Zustandes ist ein zentrales Anliegen von Bund und Ländern. Die heimische Bevölkerung und unsere Gäste aus dem Ausland haben stets großes Interesse an der Qualität unserer Seen.

Das Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde (kurz BAW-IGF) führt seit 1968 regelmäßige Untersuchungen der großen Salzkammergutseen durch. Vom Amt der OÖ. Landesregierung, U.Abt. Gewässerschutz, wurde letztmals 1982 ein Zustandsbericht über 29 natürliche Seen veröffentlicht, die wegen ihrer Größe bzw. ihrer Bedeutung als Badeseen bearbeitet wurden (MÜLLER 1982).

Das Amt der OÖ. Landesregierung beauftragte das BAW-IGF 1994, wieder eine umfassende Untersuchung an 18 dieser Seen durchzuführen und darüber einen Bericht zu verfassen. Die Daten der 1994 durchgeführten punktuellen Untersuchungen an den kleineren Seen wurden jenen der Jahre 1979/80 gegenübergestellt. Besonders interessant war jedoch, daß die Vielzahl von Da-





ten, die aus den langjährigen Untersuchungen des BAW-IGF über die großen Seen (Irrsee, Mondsee, Attersee, Traunsee und Hallstättersee) vorliegen, zusammengefaßt und bis 1997 fortgeführt werden konnten und so ein Überblick über Langzeitentwicklungen des trophischen Zustandes dieser Seen in den vorliegenden Bericht einfließen konnte. Die Untersuchungsergebnisse der vergangenen 18 Jahre zeigen, daß sich das große Bemühen und der enorme finanzielle Einsatz zur Reinhaltung unserer Seen gelohnt hat und fast durchwegs zu einer - bisweilen sehr starken - Verbesserung des Gewässerzustandes führte.

Die Autoren dieser Studie danken allen vorgenannten Mitarbeitern des Institutes, die an Probennahme, Analyse und Datenauswertung beteiligt waren, für ihren großen, und bei der Probenentnahme besonders im Winter oft beschwerlichen, Einsatz. Großer Dank gilt auch Herrn Dr. Walter Wirkner, Innsbruck, für Analyse und Auswertung der Phytoplanktonproben des Jahres 1994. Unser Dank gilt natürlich unseren Auftraggebern vom Amt der OÖ. Landesregierung, U.Abt. Gewässerschutz unter der Leitung von HR DI Karl-Heinz Lehner. Unser besonderer Dank geht schließlich an Herrn Dr. Günter Müller, U.Abt. Gewässerschutz, der die Idee hatte, zum Vergleich zu seiner Basisuntersuchung 1979/80 diese Arbeit durchzuführen, und der in vielen Gesprächen und Diskussionen wertvolle Beiträge zur Entstehung und Gestaltung dieses Berichtes leistete.



## Copyright und Urheberrechte:

Alle Rechte vorbehalten !

Satellitenaufnahme: Überblickskarte Oberösterreich

(Landsat TM 30 x 30 m)

© GEOSPACE 1998; Original DATA: © ESA 1998; distributed by Eurimage

Satelliten - Einzelbilder der Seen:

(Seen: Landsat TM/Spot PAN, 10 x 10 m)

© GEOSPACE 1998; Original Data: © ESA 1998; distributed by Eurimage;

© CNES 1998, distributed by SPOTIMAGE

Fotos: sämtliche Fotos G. Bruscek; außer Vorderer Langbathsee Folie 3  
Peter Stadler

Nachdruck: Nur mit Genehmigung der OÖ. Landesregierung Unterabteilung  
Gewässerschutz und des BAW für Wasserwirtschaft Scharfling.

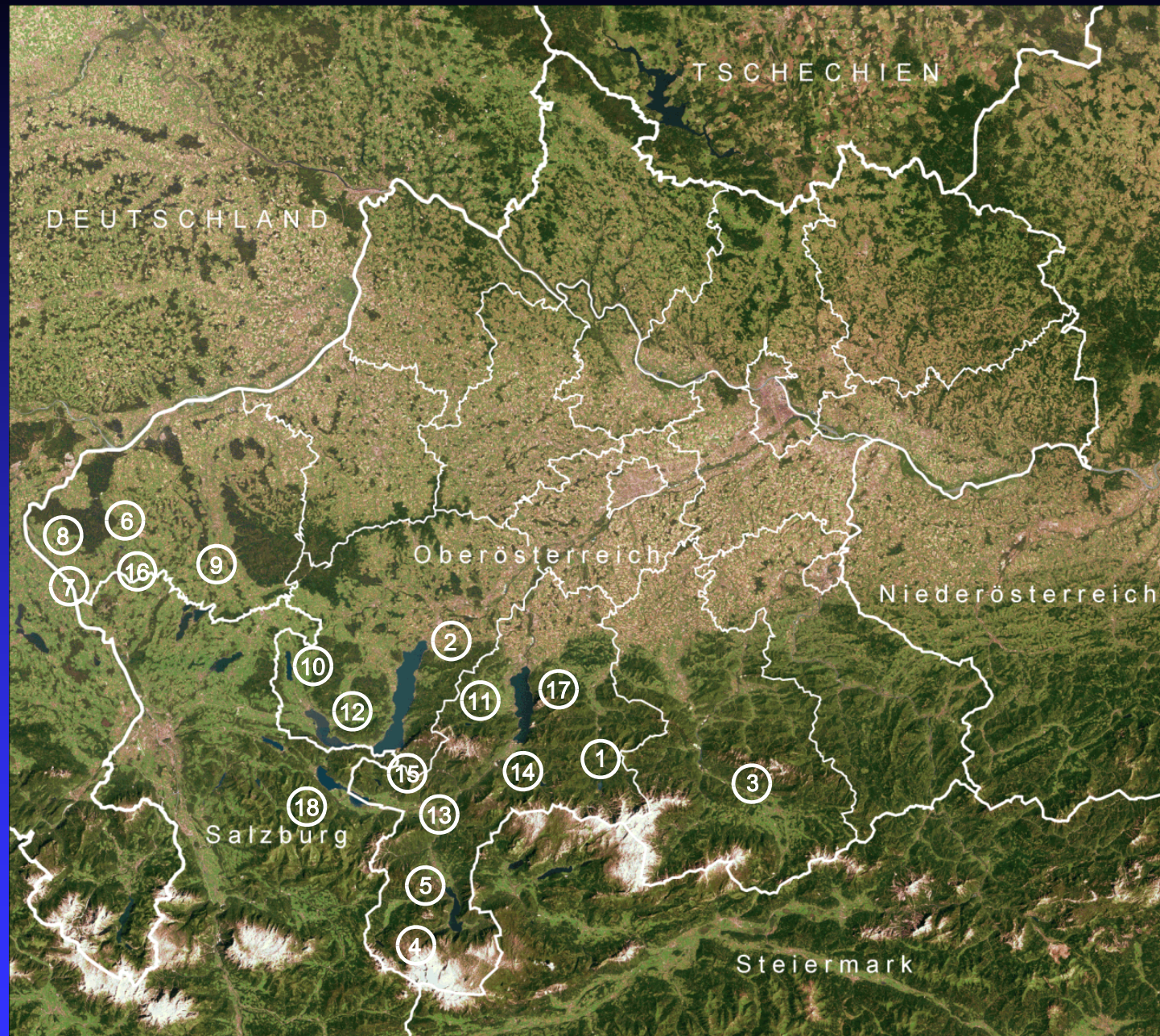


# Lagekarte



Inhalt







## Bezeichnung:

- 1 = Almsee
- 2 = Attersee
- 3 = Gleinkersee
- 4 = Vorderer Gosausee
- 5 = Hallstättersee
- 6 = Heratingersee
- 7 = Höllerersee
- 8 = Holzöstersee
- 9 = Imsee

- 10 = Irrsee
- 11 = Vorderer Langbathsee
- 12 = Mondsee
- 13 = Nussensee
- 14 = Offensee
- 15 = Schwarzensee
- 16 = Seeleitensee
- 17 = Traunsee
- 18 = Wolfgangsee



# Morphologie



Inhalt

## Die Seen Oberösterreichs

Gewässer	Seehöhe m.ü.A.	Fläche km²	max. Tiefe	mittl. Tiefe	Volumen Mio.m³	Wasser- erneuerung Jahre
Almsee	589	0,85	5,0	-	2,10	10 Tage
Attersee	469	46,20	169,0	85,15	3943,00	7,13
Gleinkersee	806	0,13	24,5	-	1,59	-
Vd. Gosausee	933	0,52	69,2	-	18,00	0,30
Hallstättersee	508	8,55	125,2	65,15	557,00	0,49
Heratingersee	424	0,25	6,3	3,30	0,79	0,19
Höllerersee	440	0,20	20,1	10,00	2,01	3,19
Holzöstersee	460	0,09	4,7	2,30	0,21	0,22
Imsee	500	0,05	6,1	-	0,15	0,48
Irrsee	553	3,55	32,0	14,93	53,00	1,29
Vd. Langbathsee	664	0,33	33,0	-	5,50	0,87
Mondsee	481	13,78	68,0	37,10	510,00	1,82
Nussensee	604	0,10	14,7	-	0,75	0,76
Offensee	649	0,55	38,0	-	10,50	0,49
Schwarzensee	716	0,48	54,0	-	13,00	1,37
Seeleitensee	425	0,10	2,1	1,60	0,11	102 Std.
Traunsee	422	24,35	191,0	94,54	2302,00	1,04
Wolfgangsee	538	13,00	114,0	47,62	619,00	3,85



Gewässer	Einzugs- gebiet km²	größte Länge km	größte Breite km	Ufer- länge km	Tiefen- länge km	MQ m³/sec
Almsee	30,20	-	0,80	-	2,60	2,40
Attersee	463,50	19,35	3,48	48,50	21,40	17,50
Gleinkersee	4,95	-	0,28	1,50	0,55	-
Vd. Gosausee	34,00	-	0,45	3,90	1,75	1,90
Hallstättersee	646,40	7,75	1,38	21,30	8,55	36,00
Heratingersee	8,48	-	0,30	2,50	0,90	0,13
Höllerersee	1,35	-	0,30	1,90	0,80	0,02
Holzöstersee	1,82	-	0,18	-	0,45	0,03
Imsee	0,54	-	0,20	1,00	0,35	0,01
Irrsee	27,50	4,70	1,00	11,20	4,90	1,30
Vd. Langbathsee	11,80	-	0,40	2,60	1,05	0,20
Mondsee	247,20	9,50	2,25	25,70	10,80	8,90
Nussensee	2,44	-	0,20	1,40	0,60	0,10
Offensee	19,40	-	1,10	3,70	1,20	0,68
Schwazensee	8,70	-	0,40	3,30	1,40	0,30
Seeleitensee	20,61	-	0,30	1,30	0,43	0,30
Traunsee	1422,00	12,20	2,94	32,30	12,30	70,00
Wolfgangsee	124,80	10,25	1,90	27,00	11,20	5,10





# Methodik



Inhalt

# Seeuntersuchungen 1994

See-Nr.	Name	Jän	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
1	Almsee				06.					20.			
2	Attersee	17.		03.		10.		14.		08.		14.	
3	Gleinkersee					25.				26.			
4	Vorderer Gosausee						16.				13.		
5	Hallstätter See	11.	03.	10.	07.	04.	09.	05.	02.	05.	05.	08.	05.
6	Heratingersee				27.					06.			
7	Höllerner See				20.					06.			
8	Holzöstersee				27.					06.			
9	Imsee						13.						
10	Irrsee	12.	03.	09.	11.	05.	07.	04.	01.	01.	04.	03.	01.
11	Vorderer Langbathsee			16.					04.				
12	Mondsee	12.	03.	09.	11.	05.	07.	04.	01.	01.	04.	03.	01.
13	Nußensee		23.					07.					
14	Offensee			16.					04.				
15	Schwarzensee		22.			19.			08.			10.	
16	Seeleitensee				27.					06.			
17	Traunsee			23.		18.		20.		27.		16.	
18	Wolfgangsee			07.			20.			21.			

Tab. 1: Probenfrequenz der untersuchten Seen



Probenfrequenz: Bei folgenden Seen erfolgte die Probenentnahme in monatlichen Abständen: Mondsee, Irrsee (Zellersee), Hallstättersee. Die Traunseeproben wurden monatlich von der SOLVAY AG genommen und dem BAW zur Untersuchung des Gesamt-Phosphors und Chlorophylls weitergeleitet. 1994 erfolgten parallel zu den Probenentnahmen durch die SOLVAY AG noch 5 weitere Untersuchungen durch das BAW.

Vier- bis sechsmal jährlich wurden untersucht: Attersee, Wolfgangsee und Schwarzensee.

Bei sämtlichen anderen Seen gab es nur zwei Untersuchungen im Jahre 1994, wobei darauf geachtet wurde, eine Probe zur Zeit der Durchmischung und eine zur Zeit der Sommerstagnation zu erhalten. Nur vom Imsee gibt es lediglich eine Probe aus 1994.

Die Probenentnahme erfolgte zumeist mit einem 5 l fassenden Schindler-Schöpfer mit eingebautem Quecksilberthermometer. Für die Chlorophyllanalysen und zur Bestimmung der Phytoplankton-Biomasse wurde ab 1983 ein integrierender Schöpfer nach SCHRÖDER (1969) verwendet. Bei den tiefen Seen wurden folgende Tiefenstufen zur Probenentnahme gewählt:

0 m (falls erforderlich); 2 m; 3 m; 5 m; 8 m; 10 m; 12 m; 15 m; 20 m; 30 m usw. und 0,5 m über Grund. Bei Temperatur und Sauerstoff wurden je nach Erfordernis auch dazwischenliegende Stufen erfaßt, um Schichtungen feststellen zu können.



Zur Untersuchung der physikalischen und chemischen Parameter wurden folgende Methoden angewandt:

Sichttiefe:	Secchi-Scheibe weiß, 25 cm Durchmesser
Temperatur:	Quecksilberthermometer mit 1/10 °C-Skala
Elektrische Leitfähigkeit:	Konduktometer LF 2000 von WTW
pH-Wert:	Metrohm 632 pH-Meter
Alkalinität:	( $Ks_{4,3}$ ): Endpunkttitration bis pH 4,3 mit Metrohm Dosimat E 535 frühere Bezeichnung: SBV (Säurebindungsvermögen)
Sauerstoff:	Titration nach Winkler
Sauerstoffsättigung:	Berechnung nach Tabellen der EAWAG (1974)
Gesamt-Phosphor:	Photometrisch mit Ammoniummolybdat; bis 1987 gemäß EAWAG Vorschrift ( $H_2SO_4$ - $H_2O_2$ - Aufschluß) nach SZABO & ILLI (1984), seit 1988 gemäß EAWAG Vorschrift nach VOGLER (1965)
Ammonium-Stickstoff:	Photometrisch mit Indophenolblau gemäß EDI und DEV (1983)
Nitrat-Stickstoff:	Photometrisch mit Natriumsalicylat gemäß EAWAG Vorschrift nach SZABO & RIBI (1981)
Gesamt-Eisen:	Photometrisch mit Bathophenanthrolin gemäß EAWAG Vorschrift nach SZABO, ILLI & RIBI (1985) und DEV



Silikat:	Photometrisch mit Ammoniummolybdat gemäß EAWAG Vorschrift nach ILLI, RIBI, SZABO & GFELLER (1985) und DEV
Chlorid:	Titrimetrisch (Mohr'sche Methode) mit Silbernitrat gegen Kaliumchromat gemäß ÖNORM M 6289
<u>Biologische Parameter:</u>	
Chlorophyll:	Bis 1988 trichromatische Methode mit Azeton nach NUSCH (1980); seit 1989 gemäß ISO-NORM 10260 (1988)
Phytoplankton:	Berechnung der Phytoplankton-Biomasse nach dem Utermöhl'schen Verfahren (UTERMÖHL 1958) im Umkehrmikroskop. Berechnung des Biovolumens der Algen nach ihren geometrischen Formen.



Darstellung der Ergebnisse: Abweichend von der Einstufung der Fließgewässer in Güteklassen nach dem Saprobiensystem müssen bei stehenden Gewässern die Schichtungsverhältnisse, die Nährstoffkonzentrationen sowie hydrographische und klimatische Faktoren berücksichtigt werden. Seen bilden als physikalische Gebilde und als Lebensraum relativ geschlossene Systeme, die im wesentlichen um so stabiler und damit um so träger auf Belastungen von außen reagieren, je größer sie sind.

Gerade der trophische Zustand von Seen ändert sich keineswegs plötzlich und aufgrund geringer, einmaliger Nährstoffzufuhren. Erst Perioden längerer Belastung führen zu Eutrophierungserscheinungen, die auch bei späterem Aussetzen der Belastung entsprechend lang andauern oder überhaupt irreversibel sind.

Die limnologische Beurteilung der Seen stützt sich vor allem auf den Nährstoffgehalt des Wasserkörpers, besonders auf den Phosphor, der zumeist im Minimum vorliegt. Ein weiterer wichtiger Parameter zur Beurteilung des Trophiegrades ist die Konzentration von Chlorophyll a als ein numerischer Ausdruck der Bioaktivität des Phytoplanktons. Als drittes Kriterium fügt VOLLENWEIDER noch die Sichttiefe des Gewässers hinzu, die zusammen mit dem Phosphorgehalt und dem Chlorophyll a ein Schema zur Beurteilung des Trophiegrades bilden:



Parameter		Oligotroph	Mesotroph	Eutroph
Ges.-P. in mg/m <sup>3</sup>	Mittel Bereich	8,00 4,85-13,30	26,70 14,5-49,00	84,40 38,00-189,00
Chlorophyll a in mg/m <sup>3</sup>	Mittel Bereich	1,70 0,80-3,40	4,70 3,00-7,40	14,30 6,70-31,00
Secci-Tiefe in m	Mittel Bereich	9,90 5,90-16,50	4,20 2,40-7,40	2,45 1,50-4,00

Einteilung zur Abschätzung des Trophiegrades nach VOLLENWEIDER (1979) und VOLLENWEIDER & KEREKES (1980)

Zur besseren Vergleichbarkeit der in den einzelnen Beschreibungen der Seen präsentierten Ergebnisse befindet sich bei jedem See eine Zusammenstellung der wichtigsten Parameter in geraffter Form. Bei Langzeitmessungen wie z.B. beim Mondsee oder Irrsee handelt es sich um ungewichtete Mittelwerte der letzten 15 bis 18 Jahre. Die Werte von 1994, bzw. teilweise von 1997 können aus den graphischen Darstellungen bzw. aus den im Anhang befindlichen Tabellen entnommen werden.



Bei der graphischen Darstellung der Sauerstoffsituation im Vertikalprofil wurde bei den kleinen Seen, von welchen nur wenig Datenmaterial zur Verfügung stand, auf eine ähnliche Darstellungsmethode zurückgegriffen, wie sie bei MÜLLER (1982) angewandt wurde. Aus dieser Darstellung sind auch der Temperaturverlauf und die 100%ige Sättigung ersichtlich.

Bei Seen, die routinemäßig monatlich untersucht wurden, konnten Isoplethen entwickelt werden, das sind Linien, die gleiche Konzentrationen verbinden. Diese veranschaulichen am besten die räumliche und zeitliche Verteilung des untersuchten Parameters. Es wurden allerdings pro See nur einige Jahre zur Isoplethendarstellung ausgewählt, um Besonderheiten, die im betreffenden Jahr auftraten, zu dokumentieren. Es ist jedoch zu beachten, daß sich bei Langzeitmessungen die Konzentrationen der untersuchten Parameter manchmal stark veränderten (abnahmen). Um entsprechende Kontraste zwischen höheren und niedrigeren Konzentrationen zu verdeutlichen, mußten aus Gründen der Optik die Werte der Farbskala den verminderten Konzentrationen angepaßt werden. Gleiche Farben entsprechen in solchen Fällen nicht gleichen Konzentrationen. Bei der Darstellung der Ergebnisse wurde darauf geachtet, daß sie Vergleiche mit früheren Untersuchungen zulassen. So wurden Ammoniumwerte auf Ammonium-Stickstoff und Nitratwerte auf Nitrat-Stickstoff umgerechnet. Im Falle von unterschiedlichen Entnahmestufen im Vertikalprofil wurden interpolierte Werte verwendet. Für die Darstellung der Konzentrationen im Epi- bzw. Hypolimnion wurden dieselben Grenzwerte für das Hypolimnion angenommen, wie sie bei MÜLLER (1982) zu finden sind.





In einigen Fällen war es notwendig, bei der Darstellung von Konzentrationen auf eine logarithmische Skalierung der Größenachse auszuweichen. Besonders bei den nährstoffreichen Seen traten oft zwischen Epilimnion und Hypolimnion Konzentrationsunterschiede auf, die mehr als zwei Zehnerpotenzen betrugen. Auch beim Phytoplankton erwies sich diese Darstellungsform in einigen Fällen als einzige Möglichkeit, zwei oder mehrere Biomassen von sehr unterschiedlicher Größe nebeneinander zu präsentieren. Allerdings werden dabei die Anteile der verschiedenen Algengruppen stark verzerrt wiedergegeben. Die relativen und absoluten Häufigkeiten der einzelnen Algengruppen können jedoch aus den anschließenden Tabellen entnommen werden.



# Almsee



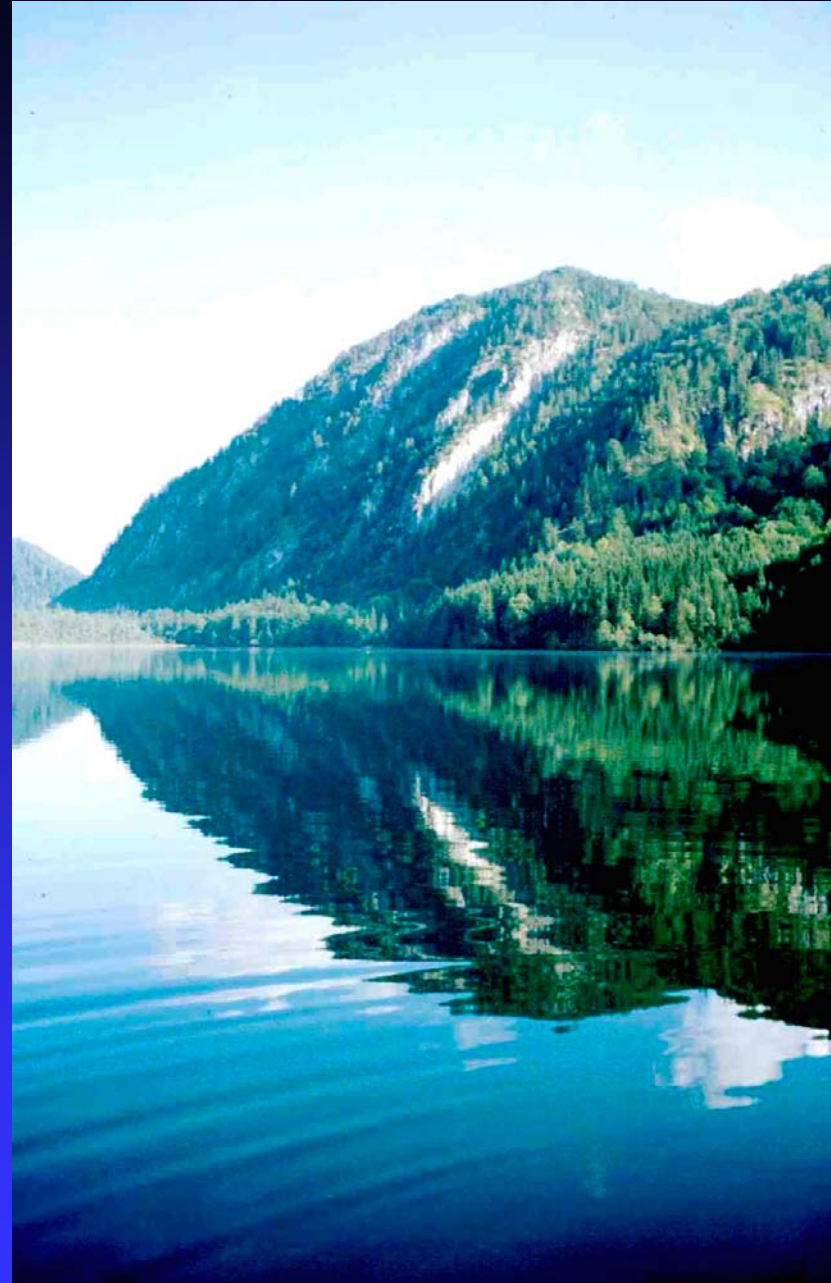
Inhalt

## Allgemeine Beurteilung

Der Almsee liegt im Gemeindegebiet von Grünau im Almtal etwa 47° 45' n. B. und 13° 57' - 58' ö. L. am Fuße der Randberge des Toten Gebirges. Er ist umgeben von bewaldeten Hängen und sumpfigen Wiesen im Süden. Gegen Norden breitet sich Schwinggrasen aus, Ost- und Westufer sind steinig und steiler abfallend. Gespeist wird der See von zahlreichen unterseeischen Quellen, die aus trichterförmigen Vertiefungen von bis zu 20 m Durchmesser aufsteigen. Der Almsee ist ein Quellsee (Limnokrene) von geringer Tiefe mit Sicht bis zum Grund. Bedingt durch diese geringe Tiefe und die starke Durchflutung von einigen kleinen Zuflüssen - darunter der Aagbach im Süden - und den Quellen im See erreicht das Wasser nie Badetemperatur, so daß ein Badebetrieb kaum in Frage kommt.



Temperaturschichtungen im Sommer zeigen nur sehr schwach ausgeprägte Gradienten. Die wichtigsten Nährstoffquellen sind diffuse Einträge aus dem bewaldeten Umland. Anthropogene Einflüsse sind gering. Wegen der niedrigen Nährstoffkonzentration kann der Almsee als oligotrophes Gewässer eingestuft werden.



Almsee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur (° C)	0 m	2		6,5	10,6
Sichttiefe (m)		2		Grund	Grund
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-5 m	2		3,0	5,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		4,0	4,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	2		11,3	12,3
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		10,0	12,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-5 m	2		3,0	12,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-5 m	2		23,7	46,5
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-5 m	2		0,5	2,5

Charakteristische Werte aus dem Jahr 1994

Untersuchungen am 6. April und am 20. September 1994:

Sichttiefe: An beiden Probenterminen reichte die Sicht bis zum Grund (5 m). Bei diesem überaus klaren Alpensee gibt es nur selten Trübungen, die, wenn sie auftreten, meist von Unwettern ausgelöst werden.



Temperatur: Bei der Untersuchung am 6. April war der See fast homotherm, nur unter 4 m Tiefe lag die Temperatur um 0,3 °C höher als im darüberliegenden Wasserkörper. Auch im September war der Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und Grund relativ klein: Oberfläche 10,6 °C, Grund 9,0 °C. Wegen der geringen Tiefe und der starken Durchstömung des Sees entsteht im Laufe

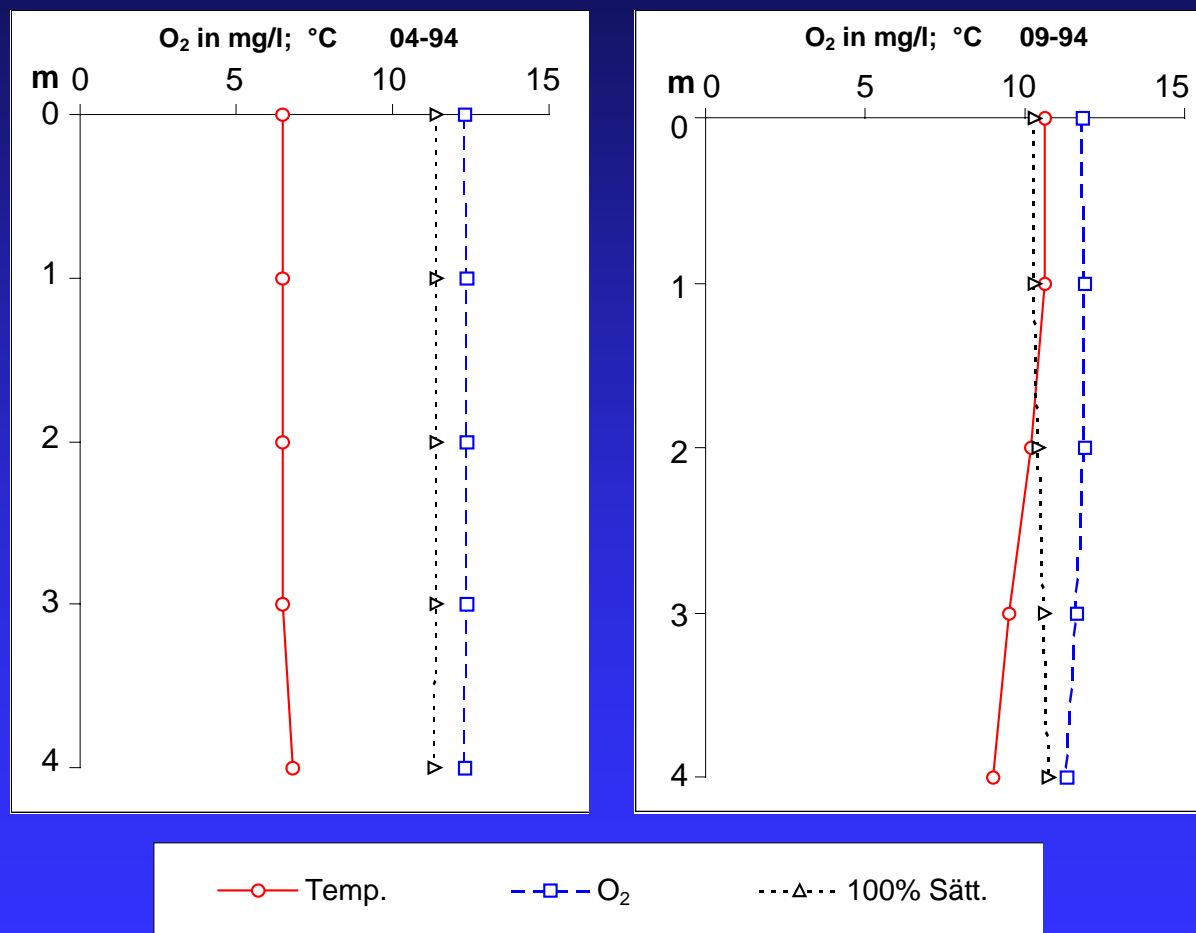


Abb. 1: Verlauf von Temperatur und Sauerstoff im Almsee



des Jahres keine deutliche Temperaturschichtung. Die extrem kurze Erneuerungszeit des Almsees bewirkt außerdem, daß sich die Wassertemperaturen auch im Sommer nicht wesentlich erhöhen. Andererseits kann der See im Winter nicht vollständig zufrieren.

Sauerstoff: Während der Vollzirkulation im April lag die Konzentration zwischen 12,3 und 12,4 mg/l, das entspricht einer Sauerstoffsättigung von 108 bzw. 109 %. Im September erhöhte sich die Sättigung zwischen 0 und 2 m nur geringfügig auf 114 %, während die Sauerstoffkonzentration wegen der etwas höheren Wassertemperatur auf 11,8 mg/l absank.

pH-Wert: Der Schwankungsbereich des pH-Wertes reichte von 8,20 bis 8,80. Die Werte um 8,80 traten vor allem während der Vegetationsperiode auf, wenn die den Seegrund bedeckenden Makrophytenbestände (vor allem Chara und Elodea) intensiv assimilierten.

Leitfähigkeit: Die elektrische Leitfähigkeit im Almsee war zu über 98 % auf Carbonate des Calciums und Magnesiums zurückzuführen. Sie betrug im April 1994 etwa 197  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und am Ende des Sommer 176 bis 180  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



Alkalinität: In der Alkalinität findet die Menge der im Wasser gelösten Carbonate ihren Ausdruck. Im Almsee wurden im April 1994 2,15 mval/l und im September 1994 1,95 mval/l festgestellt, das entspricht einer Carbonathärte von 6,0 bzw. 5,5 °dH.

Gesamt-Phosphor: Die Konzentrationen an Gesamt-Phosphor waren an beiden Probestellen sehr niedrig. Sie betrugen im April zwischen 3 und 4 mg/m<sup>3</sup> und im September zwischen 4 und 5 mg/m<sup>3</sup>.

Ammonium-Stickstoff: Die geringe Belastung mit Pflanzennährstoffen drückt sich auch im Gehalt an Ammonium-Stickstoff aus. Im April wurden zwischen 7 und 10 mg/m<sup>3</sup> und im September zwischen 3 und 12 mg/m<sup>3</sup> gemessen. Im August 1979 waren die Konzentrationen bedeutend höher. Bei MÜLLER (1982) lagen die Konzentrationen für das Ammonium bei 0,04 bis 0,07 mg/l, das entspricht einer Konzentration für Ammonium-Stickstoff von 31 bis 57 mg/m<sup>3</sup>.

Nitrat-Stickstoff: Die Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs schwankten zwischen 386 und 580 mg/m<sup>3</sup>. Als Ursache für den relativ großen Schwankungsbereich kommen vermutlich produktionsbiologische Prozesse in Frage, bei welchen während der Vegetationsperiode Nitrat verbraucht wurde.

Im April betrug der Nitrat-Stickstoff durchschnittlich 580 mg/m<sup>3</sup>, im September zwischen 386 und 443 mg/m<sup>3</sup>.





Chlorid: Chlorid war im Almsee nur in geringsten Mengen vorhanden, und zwar von "nicht nachweisbar" bis 0,1 mg/l.

Silikat : Auch die Konzentrationen des Silikats waren sehr niedrig. Sie lagen im Bereich zwischen 0,6 und 0,8 mg/l.

Chlorophyll: Der Chlorophyllgehalt des Almsees war wegen der geringen Algenbiomasse sehr niedrig. Die Konzentration des Chlorophylls stimmte mit 0,5 mg/m<sup>3</sup> im April mit der Biomasse gut überein, im September wurden allerdings 2,46 mg/m<sup>3</sup> gemessen, was aus der Plankton-Biomasse nicht erklärt werden kann.

Phytoplankton: Die Biomasse war äußerst niedrig (23,7 mg/m<sup>3</sup> im April und 46,5 mg/m<sup>3</sup> im September) und bestand im April zum größten Teil aus kleinen *Cyclotellen* und *Diatoma* und im September aus der Grünalge *Oocystis lacustris*.



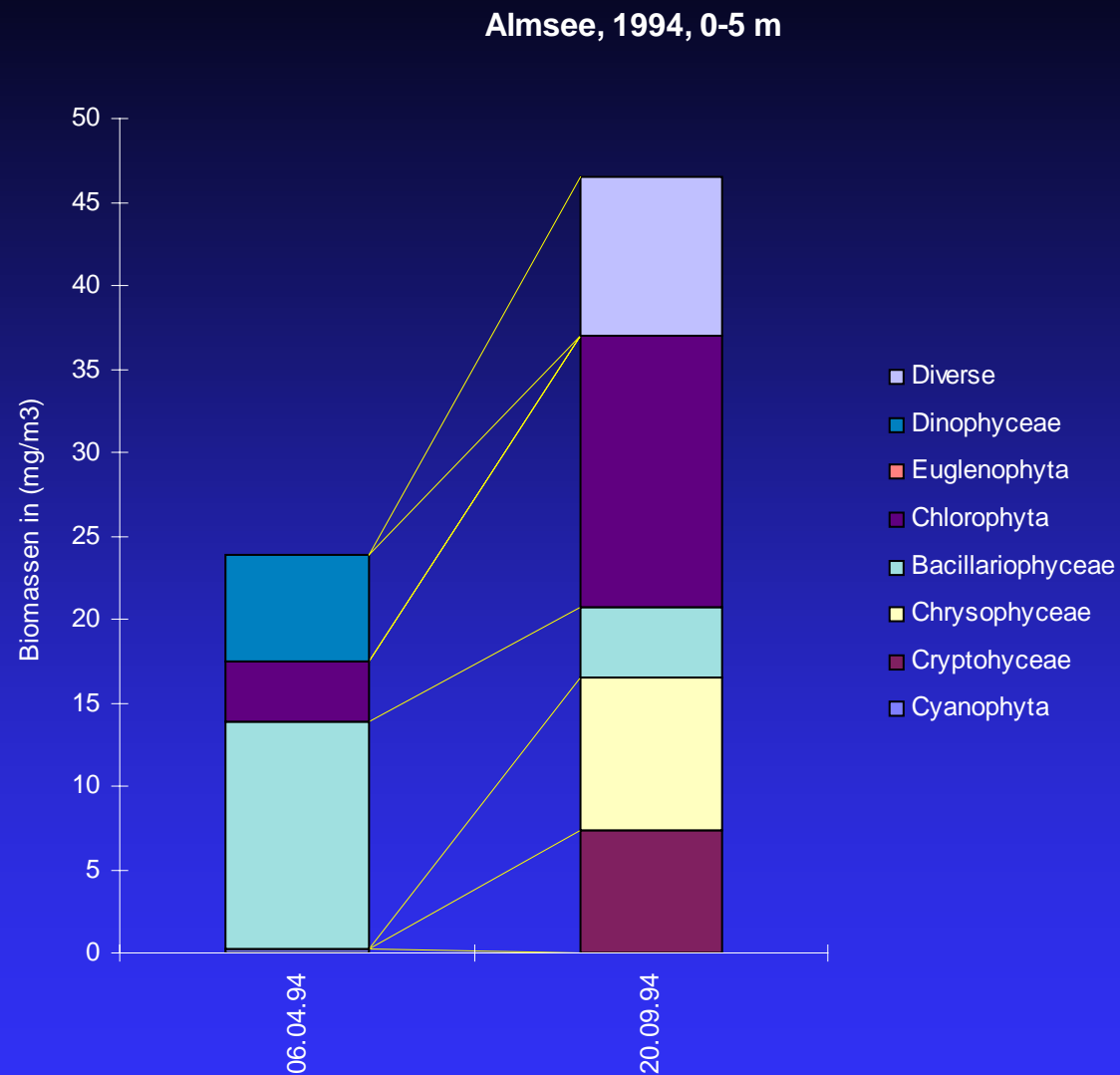


Abb. 2: Phytoplankton des Almsees im Jahr 1994; Tiefenbereich 0 bis 5 m

# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Almsee 94-04-06 0-5 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	9162	7,3	30,9
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	114	6,3	26,4
<i>Oocystis lacustris</i>	200	18324	3,7	15,5
<i>Cyclotella</i> sp.	390	7638	3,0	12,6
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	798	2,0	8,4
<i>Diatoma vulgare</i>	5006	228	1,1	4,8
<i>Microcystis aeruginosa</i>	2700	114	0,3	1,3
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	228	0,0	0,1
Cyanophyta			0,3	1,3
Cryptophyceae				
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			13,5	56,8
Chlorophyta			3,7	15,5
Euglenophyta				
Dinophyceae			6,3	26,4
GESAMTBIOMASSE			23,7	



Almsee 94-09-20 0-5 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Oocystis lacustris</i>	200	78936	15,8	33,9
<i>Coccale Formen</i>	520	18324	9,5	20,5
<i>Dinobryon sp.</i>	230	39468	9,1	19,5
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	54972	5,5	11,8
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	36648	3,7	7,9
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	798	1,9	4,1
<i>Cosmarium sp.</i>	2400	228	0,5	1,2
<i>Cyclotella sp.</i>	2500	114	0,3	0,6
<i>Achnanthes minutissima</i>	500	228	0,1	0,2
<i>Fragilaria construens</i>	200	570	0,1	0,2
Cyanophyta				
Cryptophyceae			7,4	15,9
Chrysophyceae			9,1	19,5
Bacillariophyceae			4,2	9,0
Chlorophyta			16,3	35,1
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			9,5	20,5
GESAMTBIOMASSE			46,5	



# ALMSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. °C
-------------------	-------	---------------------------	------------------	-------------------	----------------	------------------

1	06.04.94	Tiefste Stelle	-4,8	6	-4,8	
2	20.09.94	Tiefste Stelle	-4,8	9	-4,8	

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
-------------------	-------	-----------	-------------	----------	--------------------	--------------------------	---------------------------

1	06.04.94	stark bewölkt, Schneefall	0-1	10,25			
2	20.09.94	heiter, Nebel	0-	09,15			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
1	06.04.94	-0,0	6,5	12,3	108							
		-1,0	6,5									
		-2,0	6,5	12,4	109	8,20	197	2,15	0	3	1	2
		-3,0	6,5									
		-4,0	6,8									
		-4,3	6,8	12,3	109	8,20	196	2,15	0	4	1	3

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
1	06.04.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	7	577	0,1		0,6		
		-3,0							
		-4,0							
		-4,3	10	583	0,1		0,6		

B e m e r k u n g e n : Sichttiefe bis zum Seegrund



Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
2	20.09.94	-0,0	10,6	11,8	114	8,30	176	1,95	0	4	2	2
		-1,0	10,6									
		-2,0	10,2	11,9	114	8,30	180	1,95	0	5	2	3
		-3,0	9,5									
		-4,3	9,0	11,3	105	8,30	179	1,95	0	4	1	3

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
2	20.09.94	-0,0	3	386	0,0		0,7		
		-1,0							
		-2,0	11	430	0,0		0,8		
		-3,0							
		-4,3	12	443	0,0		0,8		

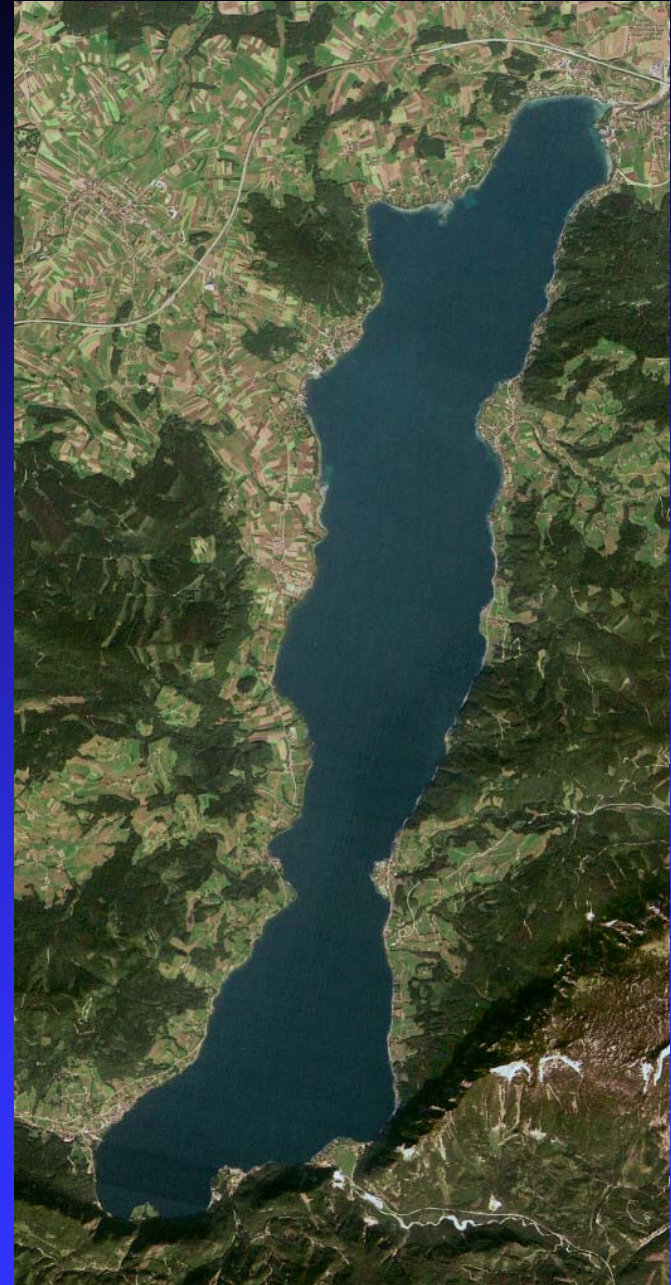
**B e m e r k u n g e n :** Sichttiefe bis zum Seegrund



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



# Attersee



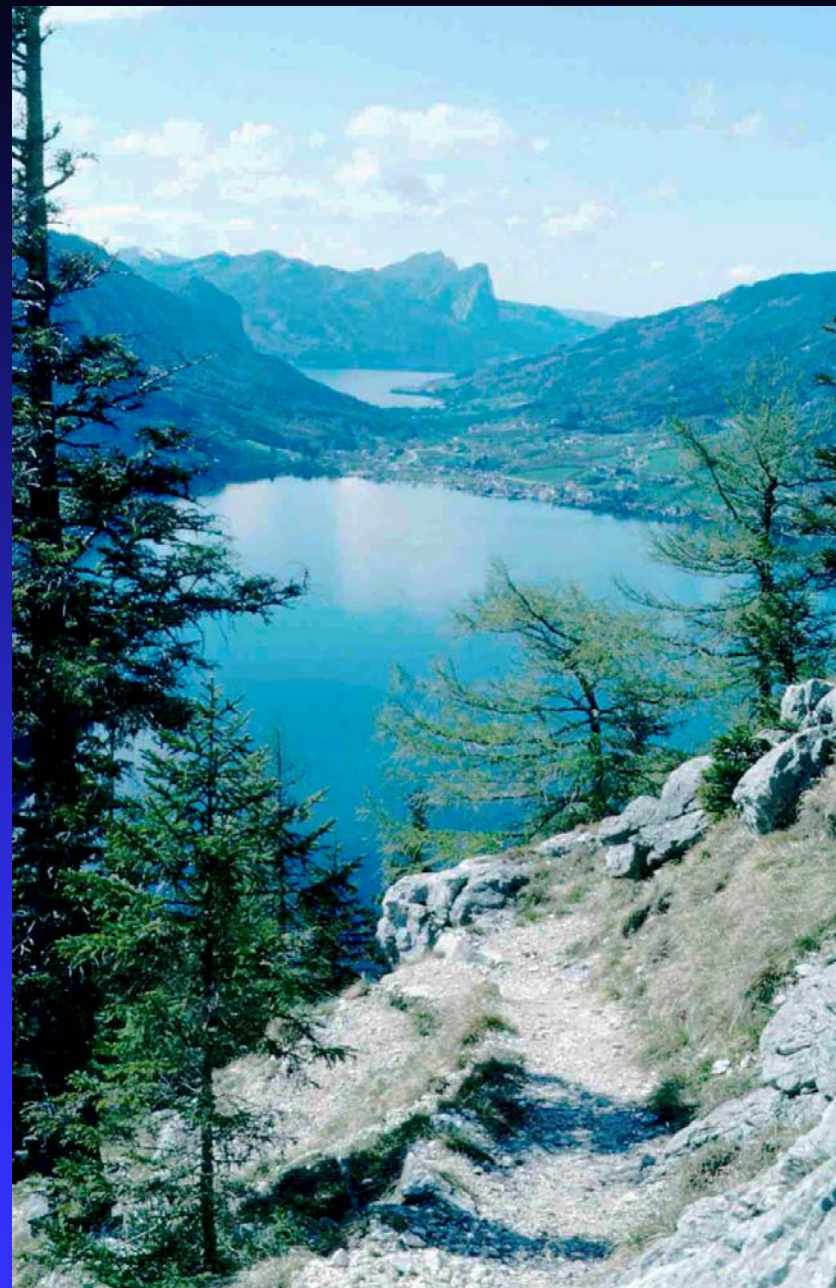
Inhalt

## Allgemeine Beurteilung

Der Attersee, der größte zur Gänze in Österreich gelegene See, befindet sich im Bereich von  $47^{\circ} 48'$  und  $47^{\circ} 57'$  n. B. und zwischen  $13^{\circ} 29'$  und  $13^{\circ} 35'$  ö. L. Er erstreckt sich in einem inneralpinen Zungenbecken in der Flyschzone des Alpenvorlandes. Im Südosten ist er von den Kalkalpen (Höllengebirge und Ausläufer des Schafberges) begrenzt.

Der größte Teil des Ostufers und das gesamte Westufer sind von Flyschbergen umgeben, die nach Norden zu immer flacher werdend, in Moränenhügel auslaufen.

Diese geologische Situation zeigt ihre deutlichste Ausprägung in der Uferbeschaffenheit. Steilufer, welche die Ausbildung eines Litorals auf kleinsten Raum beschränken, findet man bei den Abstürzen des Kalkgebirges,





dagegen flache Buchten und ein ausgeprägtes Litoral im Flysch- und Moränengebiet. In seiner Längsachse weist der Attersee drei Hauptbecken mit 170 m, 160 m und 130 m Tiefe auf.

Besonders erwähnenswert ist der in der Seemitte in der Nähe der Ortschaft Nußdorf gelegene "Laichberg", der innerhalb eines Beckens von 120 m Tiefe bis auf 49 m unter dem Wasserspiegel emporragt.



Der Hauptzufluß ist der Abfluß des Mondsees, die Mondseeache, die etwa 58 % des gesamten Oberflächen-Zuflusses bringt. Damit ist der Attersee das Endglied einer Seenkette, die im Südwesten mit dem Fuschlsee und im Nordwesten mit dem Irrsee beginnt. Der Mondsee liegt dazwischen und entwässert zum Attersee. Die restlichen 42 % des Zuflusses



werden von kleineren Bächen und Gerinnen zugeführt. Es gibt einen Abfluß, die Ager, die südlich von Lambach in die Traun mündet. Der oligotrophe Attersee wird zweimal jährlich voll durchmischt. Während der Sommerstagnation erreicht das Wasser Oberflächentemperaturen von meist 20,0 °C, nur in geschützten





Buchten kann die Temperatur auch 25,0 °C erreichen. In solchen Buchten mit vermindertem Wasseraustausch können manchmal erhebliche Mengen von *Cladophora* und *Spirogyra* - Watten beobachtet werden.

Der bis in die 90iger Jahre angestiegene Tourismus brachte dank der weiter fortschreitenden Reinhaltmaßnahmen der örtlichen Verbände keine Verschlechterung der Wasserqualität.

Der Attersee ist besonders arm an Nährstoffen, er wird dem oligotrophen Seentyp zugerechnet.

Attersee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	39	11,6	0,7	22,7
Sichttiefe		39	11,2	2,6	21,7
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	39	3,0	0,0	8,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	39	5,0	1,0	25,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	39	9,7	4,1	16,3
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	39	7,1	0,0	78,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	39	3,2	0,0	16,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	4	67,3	7,1	129,7
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	34	1,3	0,7	2,6

Charakteristische Werte der Zeitreihe 1989 – 1997



Sichttiefe: Eine maximale Sichttiefe von 20,0 m wurde von keinem anderen oberösterreichischen See erreicht. Die höchsten Werte traten meist in den Wintermonaten auf. So wurde im Jänner 1995 ein Wert von 21,7 m gemessen, und in den folgenden Jahren erreichte die Sichttiefe, ebenfalls im Jänner, 20 m.

## Sichttiefen am Attersee

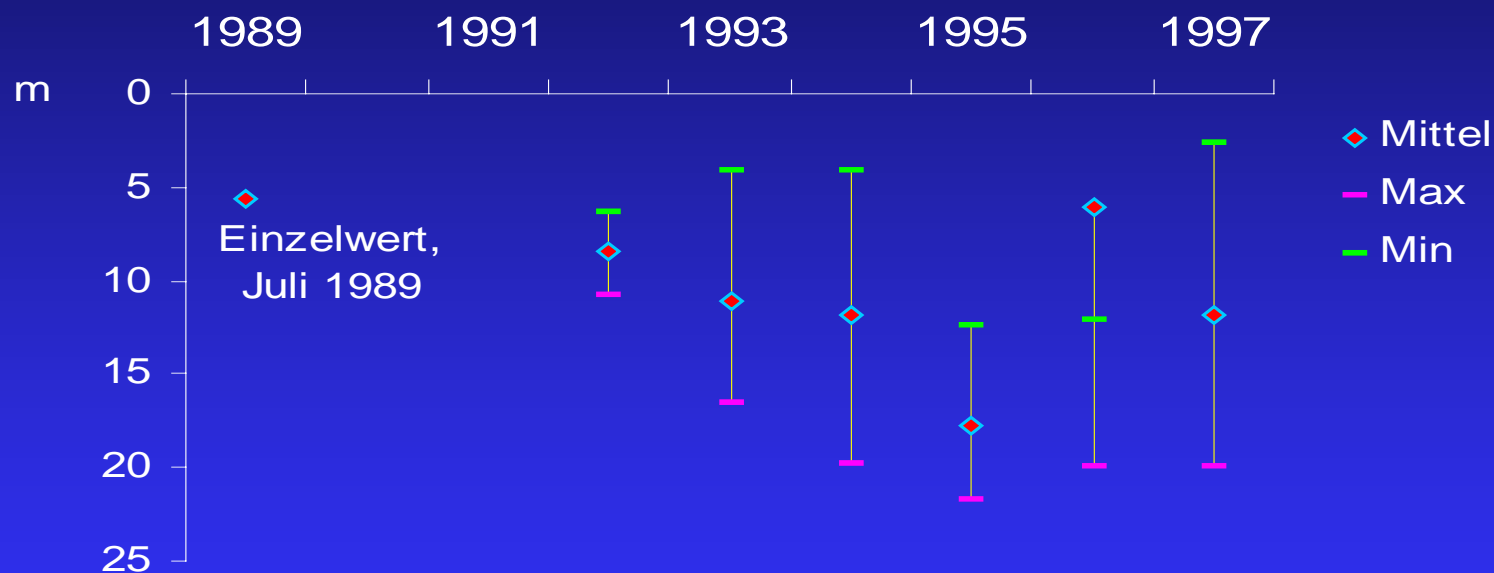


Abb. 1: Sichttiefen des Attersees von 1989 bis 1997

Die niedrigsten Sichttiefen fielen meist in die Zeit zwischen Mitte Mai und Mitte Juli, wenn durch die biogene Entkalkung (Ausfällung von unlöslichem Kalk in Form winziger Calcitflocken) das Wasser milchig trüb wird. Im Juli 1997 wurde die geringste Sichttiefe von nur 2,6 m festgestellt.

Temperatur: Das Epilimnion reicht im Attersee bis zu einer Tiefe von etwa 20 m. Der Temperaturgradient verläuft in diesem Bereich relativ flach. In der

### Oberflächentemperatur 1994

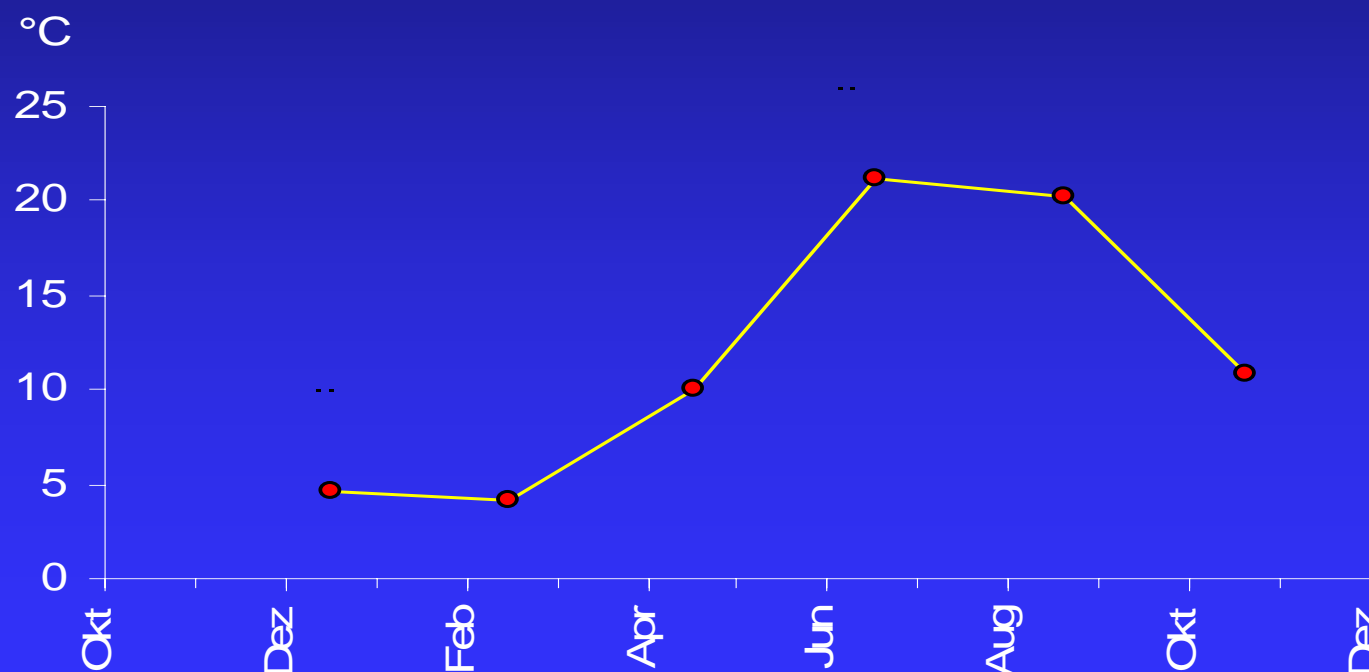


Abb. 2: Typischer Jahresgang der Oberflächentemperaturen des Attersees am Beispiel des Jahres 1994



Sprungschicht erfolgt gegen Ende des Sommers ein sehr steiler Abfall, der sich bei etwa 40 m wieder abflacht und sich der Tiefentemperatur (zwischen 4,0 und 4,6 °C) langsam nähert. Die Oberflächentemperaturen erreichen im Sommer meist Werte zwischen 20 und 22 °C (höchster gemessener Wert: 22,4 °C im Juli 1994).

Sauerstoff: Die Konzentration des Sauerstoffs im Tiefenbereich des Sees ist eine wichtige Größe. Sie steht in einem engen Zusammenhang mit der trophischen Situation des Sees. Leider stehen für die Zeit zwischen 1973 und 1991 kaum Daten zur Verfügung, die einen Vergleich mit Werten der 80er Jahre erlauben. Es gibt nur einen Wert vom Juli 1989, der mit den Novemberwerten (Ende der Sommerstagnation) der Jahre 1992 bis 1997 in Abbildung 3 dargestellt wurde. Dabei zeigt die linke y-Achse die Summe der gewichteten Mittelwerte von 75 m Tiefe bis zum Grund an. Auf der rechten y-Achse kann die entsprechende mittlere O<sub>2</sub> Konzentration in mg/l abgelesen werden.

Während in den 70er Jahren die Sauerstoffmengen des Hypolimnions im Bereich um 12.000 Tonnen schwankten (vergl. MÜLLER 1982), konnte in den frühen 90er Jahren ein leichter Anstieg der Sauerstoffmengen festgestellt werden. Übersättigungen an Sauerstoff sind meist Folge einer intensiven Assimilation der Algen. Am Attersee betrugen sie meist nur 120 - 125 % und konzentrierten sich auf das Epilimnion.

Im April 1991 erreichte die Übersättigung mehr als 140 %, über Grund wurden in derselben Serie sogar noch 120 % gemessen. Diese Übersättigung dürfte



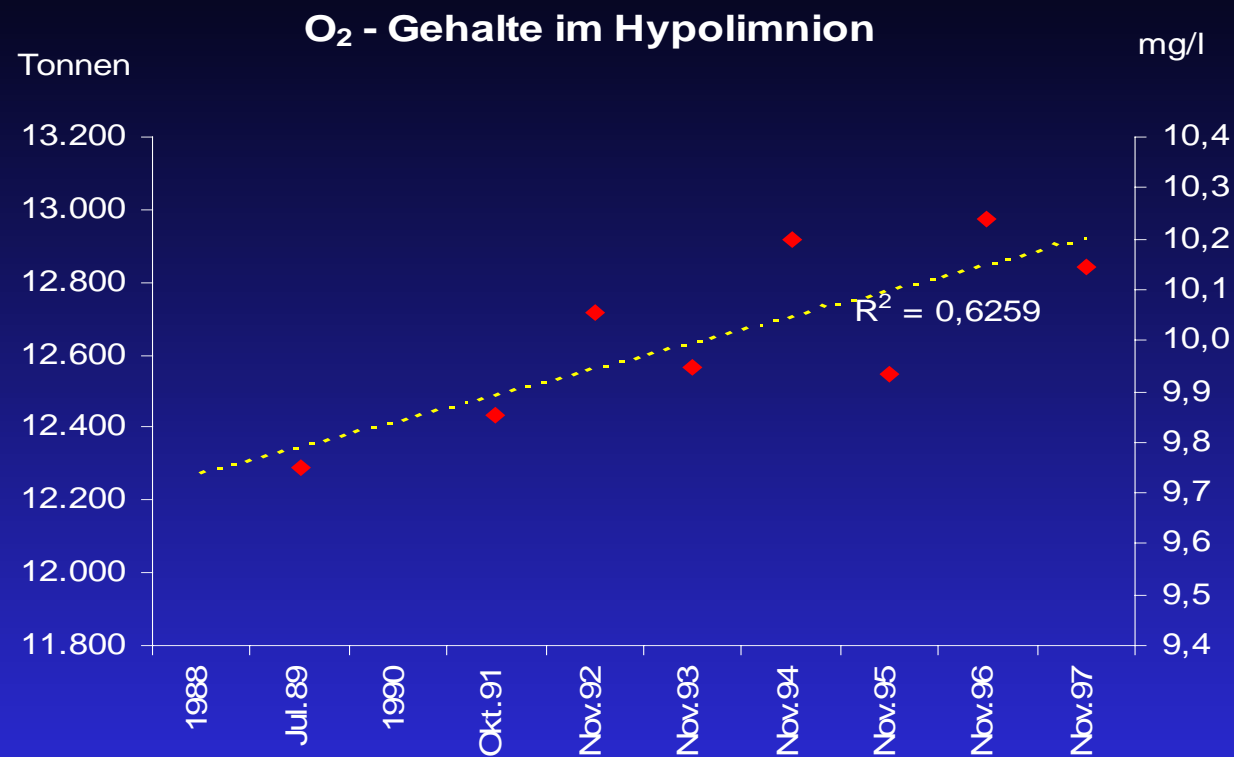


Abb. 3: Sauerstoffgehalte im Hypolimnion (75 m bis Grund) am Ende der Sommerstagnation

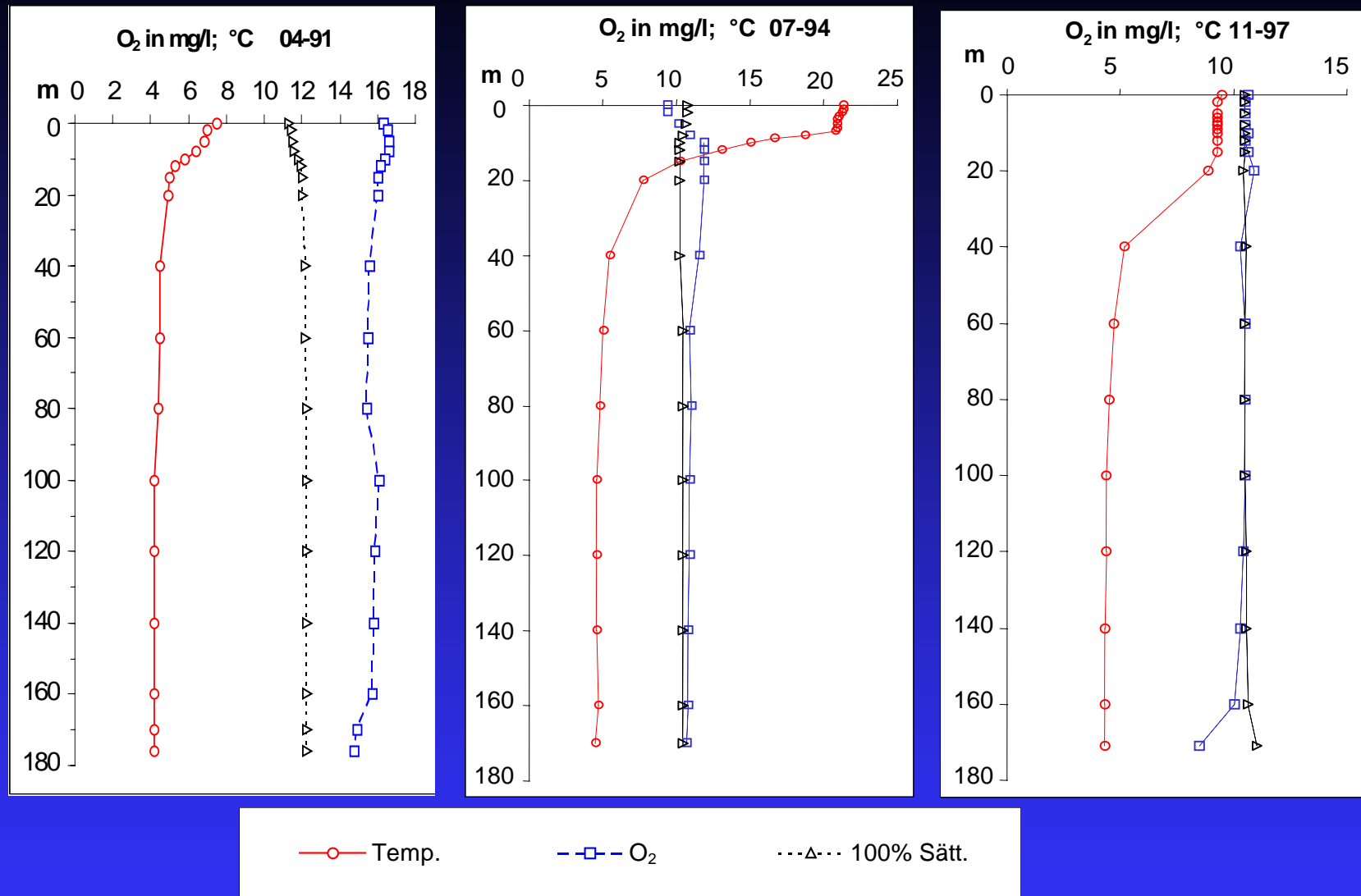


Abb. 4: Temperatur- u. Sauerstoffverlauf  
a) bei maximaler  $O_2$ -Übersättigung im April 1991  
b) typische Sommersituation Juli 1994  
c) Ende Sommerstagnation November 1997

aber eher mit der kurz vorher abgeschlossenen Vollzirkulation im Zusammenhang gestanden sein. Zwischen 1993 und 1997 verringerten sich die Übersättigungen auf durchschnittlich 10 % und Untersättigung auf durchschnittlich 11 %.

Leitfähigkeit: Die Leitfähigkeit lag im Bereich zwischen 227 und 286  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Extremwerte). Der Mittelwert im Epilimnion lag bei 258  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und im Hypolimnion bei etwa 270  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

pH-Wert: Der Schwankungsbereich des pH-Wertes im Attersee ist gering. Maximalwerte treten vor allem im Sommer auf, wenn die Assimilation der Algen zu ihrem Höhepunkt kommt. Dabei wurden manchmal Werte von 8,45 erreicht. Die niedrigsten Werte wurden zur Zeit der Vollzirkulation im Jänner 1994 gemessen, sie lagen zwischen 7,90 und 8,00. Der mittlere pH-Wert lag bei 8,20. Die Schwankungen im Hypolimnion waren noch geringer. Bei einem Durchschnitt von 8,00 kamen Maximalwerte von 7,70 und 8,10 vor.

Alkalinität: Die Alkalinität betrug im Epilimnion durchschnittlich 2,40 mval/l, und im Hypolimnion 2,58 mval/l, das entspricht einer Carbonathärte von 6,7 °dH bzw. 7,2 °dH.



Gesamt-Phosphor: Die Konzentrationen des Phosphors haben sich seit den 70er Jahren weiter verringert. Das im Wasser gelöste Orthophosphat war im Epilimnion in keiner Probe nachweisbar. Nur im Oktober 1991 wurden über Grund 7 mg/m<sup>3</sup> gemessen. Die Konzentration des Gesamt-Phosphors lag

### Ges.- P. Jahresmittelwerte

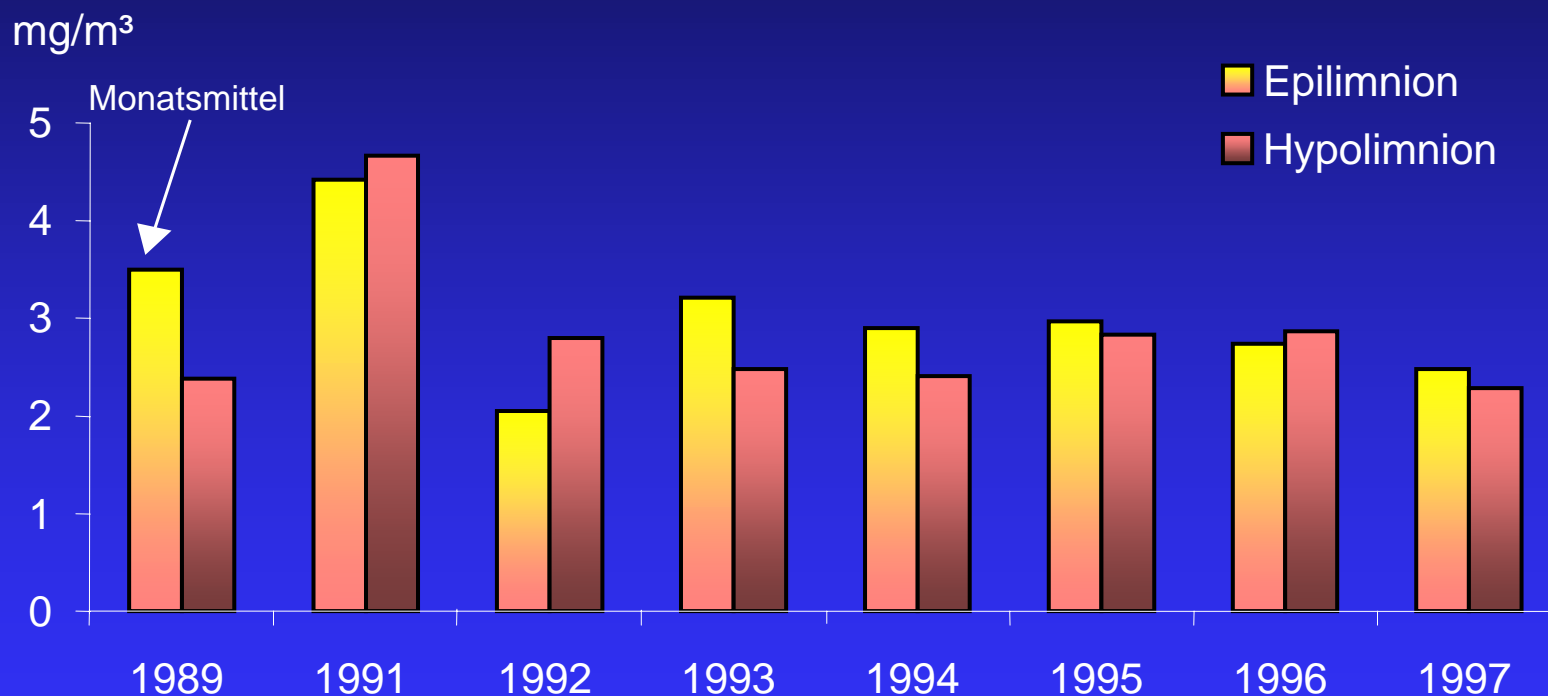


Abb. 5: Jahresmittelwerte der Gesamt-Phosphor-Konzentrationen im Epilimnion und Hypolimnion von 1989 bis 1997

im Epilimnion im Bereich um  $3 \text{ mg/m}^3$ ; Proben mit nicht nachweisbaren Phosphor-Konzentrationen überwogen den Spitzenwert von  $8 \text{ mg/m}^3$  in 5 m Tiefe vom September 1993. Über Grund lagen die Werte meist bei  $3 - 5 \text{ mg/m}^3$ , nur im Oktober 1991 stieg die Konzentration auf  $25 \text{ mg/m}^3$  an.

Ammonium-Stickstoff: Im Epilimnion reichten die Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs von nicht nachweisbar bis maximal  $16 \text{ mg/m}^3$  (September 1993), der Durchschnitt lag aber bei  $3 \text{ mg/m}^3$ .

Die Konzentrationen im Hypolimnion waren meist ebenso niedrig wie im Epilimnion, im Oktober 1991 und 1992 stiegen sie jedoch in 170 m Tiefe auf 59 bzw.  $78 \text{ mg/m}^3$  an, was den Mittelwert des Hypolimnions erheblich beeinflusste. Ab 1993 sanken die Konzentrationen vor allem im Tiefenbereich so weit, daß sie zum größten Teil nicht mehr nachgewiesen werden konnten. In den Monaten Jänner und April 1994 lagen die Konzentrationen von der Oberfläche bis zum Grund unter der Nachweisbarkeitsgrenze. Erst in den Monaten September und Oktober waren vor allem in der Oberflächenzone bis 10 m Tiefe wieder Konzentrationen zwischen  $1$  und  $14 \text{ mg/m}^3$  zu finden, während im Hypolimnion das Ammonium nicht mehr nachzuweisen war. In den Jahren 1995 und 1996 stieg die Konzentration wieder leicht an. Im September 1996 konnten sogar  $233 \text{ mg/m}^3$  über Grund gemessen werden.



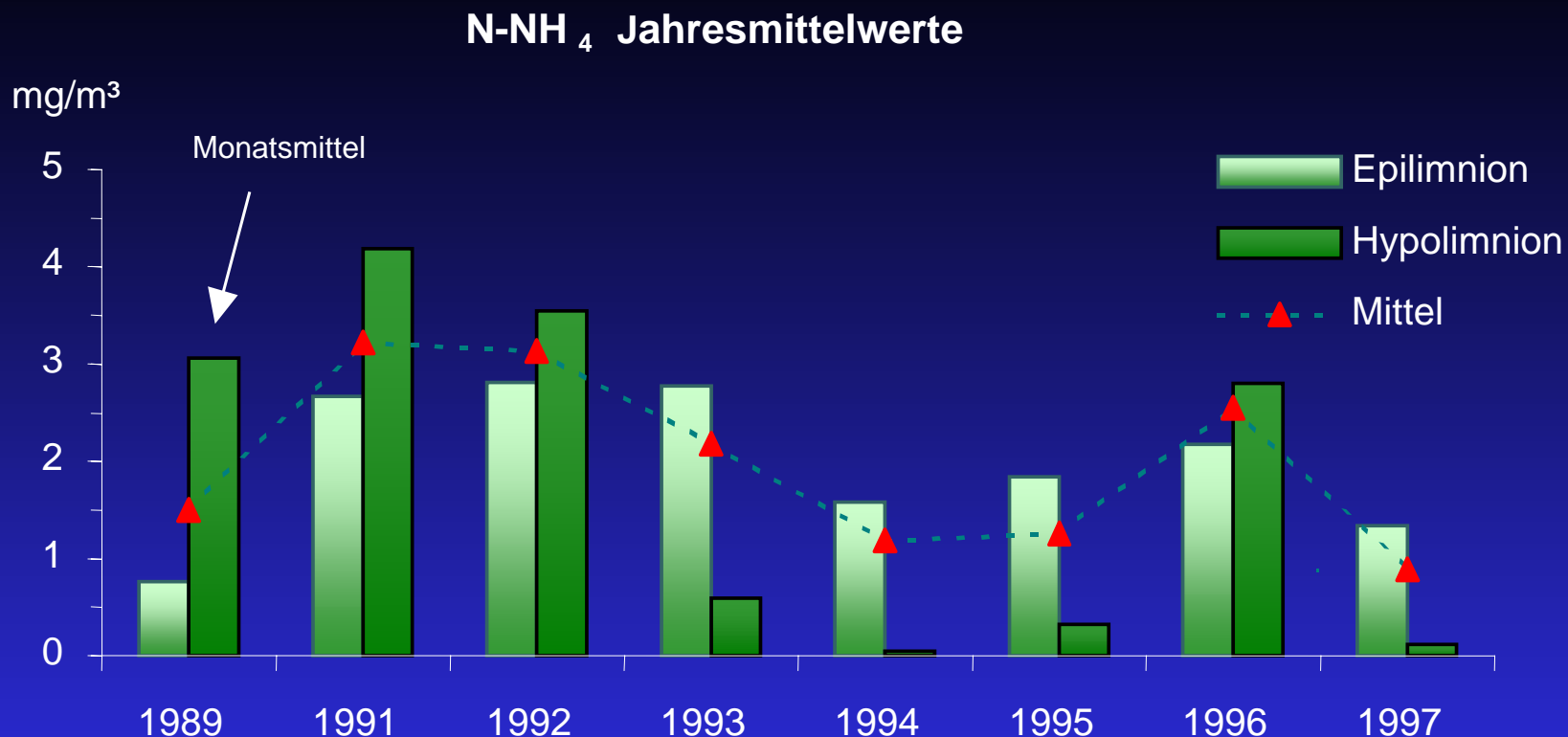


Abb. 6: Jahresmittelwerte des Ammonium-Stickstoffs von 1989 bis 1997 im Epilimnion und Hypolimnion

Nitrat-Stickstoff: Im Vergleich zum September 1978 haben sich die Nitrat-Stickstoffwerte deutlich erhöht. MÜLLER (1982) gibt Nitratkonzentrationen zwischen 0,3 und 3,0 mg/l an, das entspricht einer N-NO<sub>3</sub> Konzentration von 68 bis 677 mg/m<sup>3</sup>, die im Untersuchungszeitraum festgestellten Konzentrationen lagen

zwischen 216 und 1163 mg/m<sup>3</sup>. Dabei waren die Unterschiede zwischen Epi- und Hypolimnion nicht sehr deutlich: im Epilimnion von 216 bis 1056 mg/m<sup>3</sup> bei einem Mittelwert von 587 mg/m<sup>3</sup> und im Hypolimnion von 258 bis 1163 mg/m<sup>3</sup> bei einem Mittelwert von 653 mg/m<sup>3</sup>.

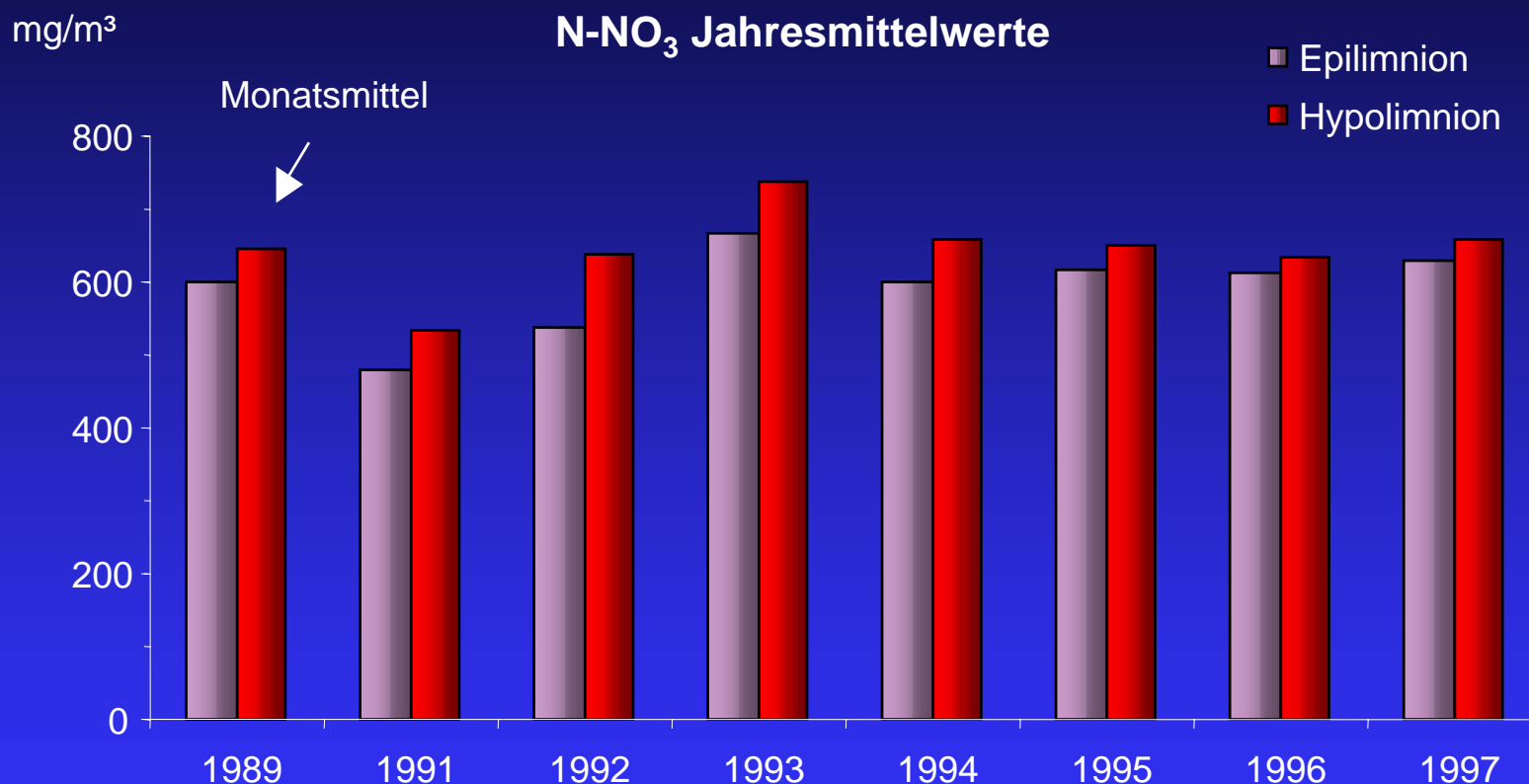


Abb. 7: Jahresmittelwerte des Nitrat-Stickstoffs von 1989 bis 1997 im Epilimnion und Hypolimnion



Chlorid: Der Chloridgehalt des Attersees ist niedrig. Die Extremwerte im Untersuchungszeitraum waren: Minimum 1,8 mg/l und Maximum 5,2 mg/l, der aus 22 Tiefenserien gewonnene Mittelwert betrug 3,2 mg/l.

Silikat: Die mittlere Konzentration an Silikat betrug 1,9 mg/l. Die höchsten Werte traten meist über Grund auf, meist im September oder Oktober. Das Maximum von 6,2 mg/l wurde im Oktober 1991 gemessen.

Chlorophyll: Über das Chlorophyll liegt leider auch keine lückenlose Untersuchungsreihe vor. Es wurden daher in der Abbildung 8 alle 18 zur Verfügung stehenden Daten als Monatsmittelwerte dargestellt.

Der Attersee ist relativ arm an Phytoplankton, entsprechend niedrig sind auch die Konzentrationen des Chlorophylls. Die höchste Konzentration wurde im Juni 1992 mit 2,6 mg/m<sup>3</sup> gemessen. Die niedrigsten Konzentrationen (0,7 mg/m<sup>3</sup>) stammen vom Juli 1993, Jänner 1995 und vom März 1997.



## Chlorophyll Monatsmittel 1989 - 1997

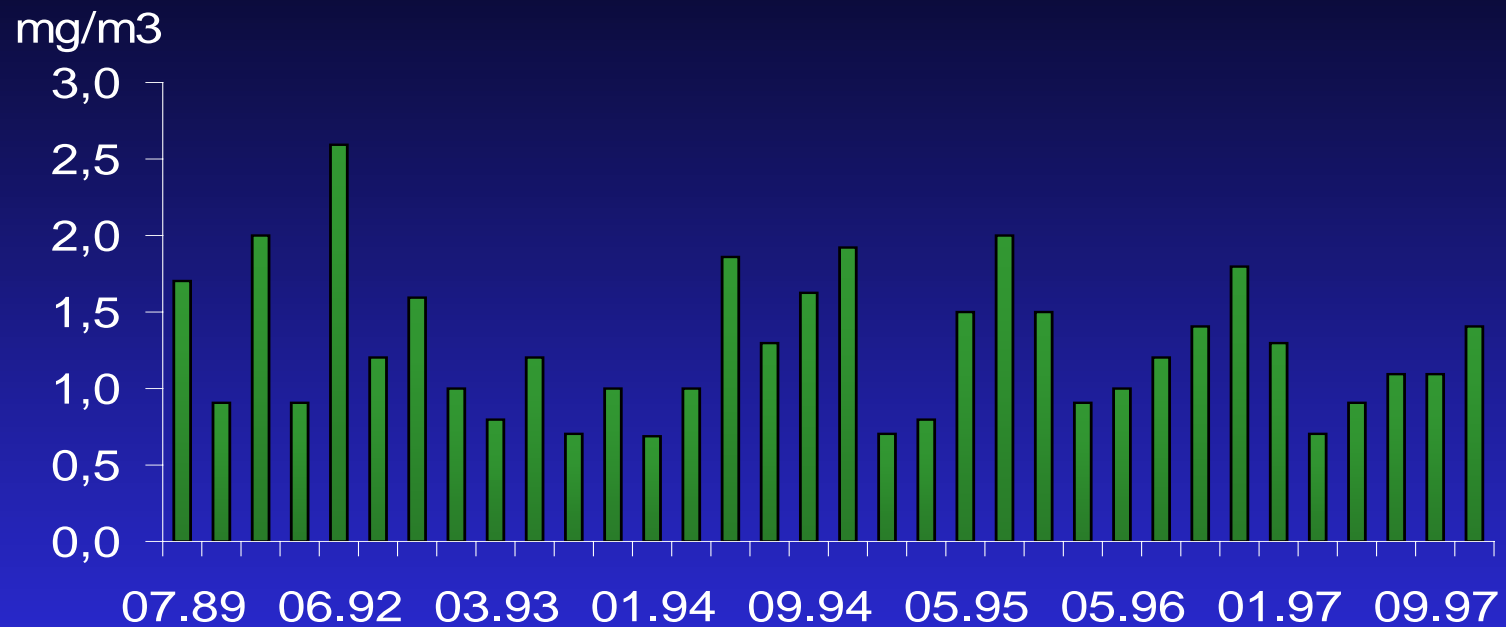


Abb. 8: Monatsmittelwerte des Chlorophylls von Juli 1989 bis November 1997



Phytoplankton: Die Zusammensetzung der Algenarten hat sich seit den 70er Jahren stark verändert. So scheint die Gattung *Tabellaria* in den Zählprotokollen überhaupt nicht mehr auf. Gerade diese Gattung hatte in den 70er Jahren noch einen wesentlichen Anteil am Diatomeenplankton. Auch *Asterionella*, die 1978 noch eine Algenblüte verursachte (MOOG 1978), kommt nur noch vereinzelt vor. *Oscillatoria rubescens*, die früher in großen Mengen vom Mondsee über die Mondseeache in den Attersee transportiert wurde, ist bedeutungslos geworden. Die Dinophyceen sind nach wie vor mit *Ceratium hirundinella* und *Gymnodinium helveticum* stark vertreten. Dabei spielt vor allem das große Biovolumen dieser Arten eine Rolle, denn 900 Individuen pro Liter Probenwasser sind auch für einen oligotrophen See eine äußerst geringe Menge (siehe Zählprotokoll vom Mai 1994). Bemerkenswert ist auch das Fehlen des früher so ausgeprägten Herbstmaximums, bei dem Diatomeen eindeutig dominierten. Gegenüber 1979 hat sich somit nicht nur das Artenspektrum verändert, auch die Phytoplankton Biomasse hat sich deutlich verringert.



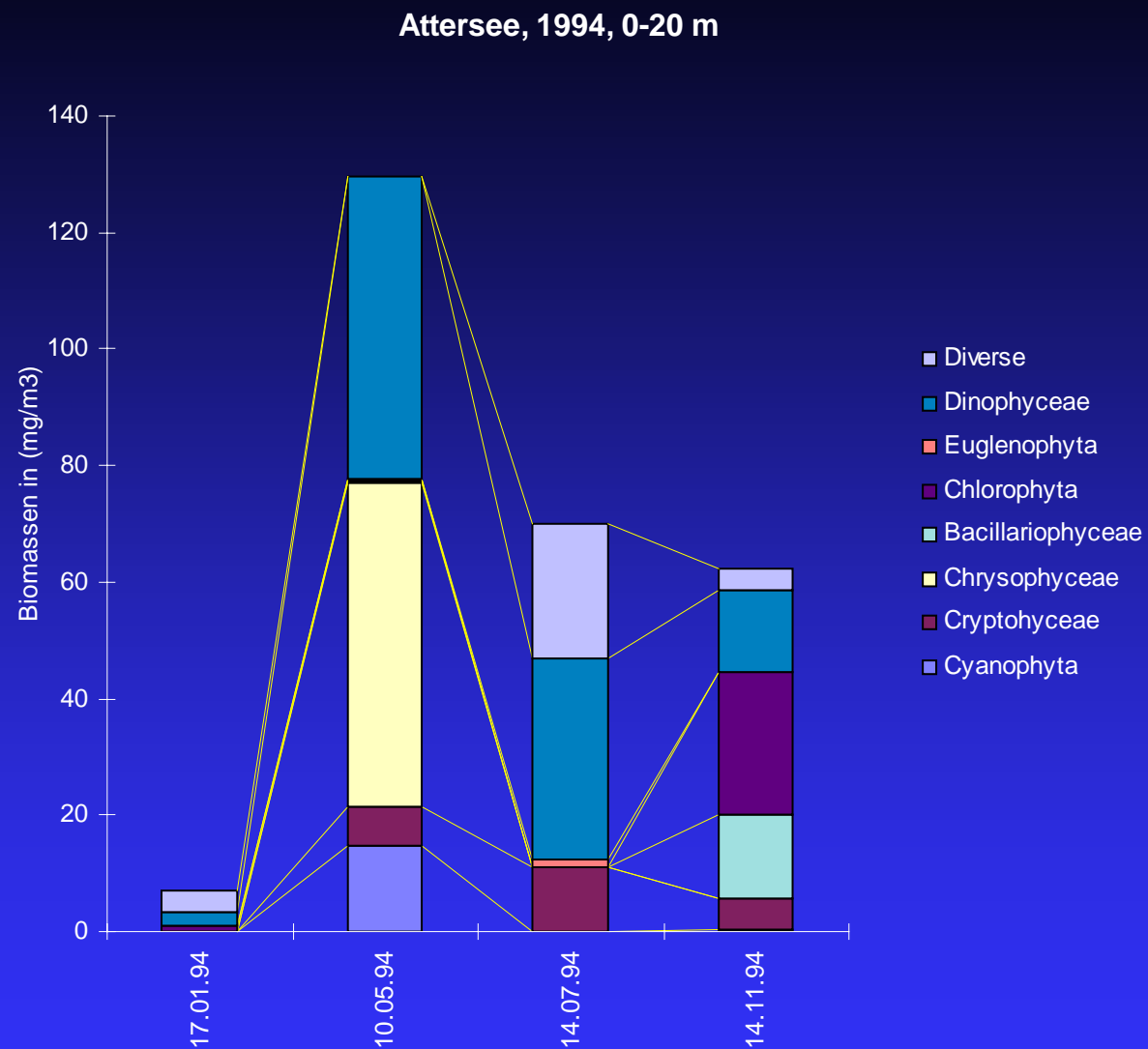


Abb. 9: Das Phytoplankton des Attersees 1994

# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Attersee 94-01-17 0-21 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
Coccale Formen	65	59202	3,8	54,4
<i>Peridinium sp.</i>	6500	228	1,5	21,0
<i>Tetraedron minimum</i>	110	9162	1,0	14,3
<i>Peridinium sp.</i>	3200	228	0,7	10,3
Cyanophyta				
Cryptophyceae				
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae				
Chlorophyta			1,0	14,3
Euglenophyta				
Dinophyceae			2,2	31,3
Diverse			3,8	54,4
GESAMTBIOMASSE			7,1	



Attersee 94-05-10 0-21 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Dinobryon divergens</i>	367	151173	55,5	42,8
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	912	50,0	38,6
<i>Chroococcus</i> sp.	380	36648	13,9	10,7
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	45810	4,6	3,5
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	1026	2,5	1,9
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	228	1,9	1,5
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	3420	0,7	0,5
<i>Cosmarium</i> sp.	2400	114	0,3	0,2
<i>Cyclotella</i> sp.	950	228	0,2	0,2
<i>Cyclotella</i> sp.	390	342	0,1	0,1
Cyanophyta			14,6	11,3
Cryptophyceae			7,0	5,4
Chrysophyceae			55,5	42,8
Bacillariophyceae			0,2	0,2
Chlorophyta			0,3	0,2
Euglenophyta				
Dinophyceae			52,0	40,1
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			129,7	



Attersee 94-07-14 0-21 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
Coccale Formen	65	355212	23,1	33,0
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	342	18,8	26,8
<i>Peridinium sp.</i>	3200	4581	14,7	21,0
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	100782	10,1	14,4
<i>Trachelomonas sp.</i>	5800	228	1,3	1,9
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	114	1,0	1,4
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	342	0,8	1,2
<i>Mallomonas sp.</i>	2000	114	0,2	0,3
Cyanophyta				
Cryptophyceae			10,9	15,6
Chrysophyceae			0,2	0,3
Bacillariophyceae				
Chlorophyta				
Euglenophyta			1,3	1,9
Dinophyceae			34,4	49,2
Diverse			23,1	33,0
GESAMTBIOMASSE			69,9	



Attersee 94-11-14 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Lauterbornia</i> sp.	190	128268	24,4	39,1
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	132849	13,3	21,3
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	228	12,5	20,1
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	45810	4,6	7,4
Coccale Formen	65	41229	2,7	4,3
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	456	1,1	1,8
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	114	1,0	1,5
Coccale Formen	520	1824	0,9	1,5
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	342	0,8	1,3
<i>Peridinium</i> sp.	6500	114	0,7	1,2
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	1140	0,2	0,4
Cyanophyta			0,2	0,4
Cryptophyceae			5,4	8,7
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			14,4	23,2
Chlorophyta			24,4	39,1
Euglenophyta				
Dinophyceae			14,2	22,8
Diverse			3,6	5,8
GESAMTBIOMASSE			62,3	





# ATTERSEE

Aus- fahrts- nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht- tiefe m	Seefarbe n. FU	See- grund m	Luft- temp. °C
---------------------------	-------	---------------------------	----------------------	-------------------	--------------------	----------------------

47	23.01.97	Tiefste Stelle	-19,0	6	-170,5	-0,9
48	10.03.97	Tiefste Stelle	-20,0	5	-170,0	6,5
49	12.05.97	Tiefste Stelle	-13,0	6	-170,0	13,7
50	09.07.97	Tiefste Stelle	-2,6	milchig grün	-170,2	14,6
51	03.09.97	Tiefste Stelle	-4,8	5 milchig	-169,9	22,7
52	10.11.97	Tiefste Stelle	-11,5	7	-171,3	7,2

Aus- fahrts- nummer	Datum	Witterung	Wind- stärke	Uhr- zeit	Winter- decke cm	Extink- tionsko- effizient	1 % Lichttiefe in m
---------------------------	-------	-----------	-----------------	--------------	------------------------	----------------------------------	---------------------------

47	23.01.97	Nebel	1-2	09,00			
48	10.03.97	wolkenlos	0	09,10			
49	12.05.97	heiter	1-2	08,50			
50	09.07.97	bewölkt	2	08,25			
51	03.09.97	heiter, Hochnebel	0	09,25			
52	10.11.97	bedeckt, föhnig	2-3	08,40			



Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
47	23.01.97	-0,0	0,7	12,7	94							
		-2,0	0,7	12,7	94	8,00	253	2,65	0	3	1	2
		-5,0	2,5	12,3	95	8,05	257	2,55	0	4	1	3
		-8,0	2,8	11,9	93							
		-10,0	3,1	11,9	94	8,06	257	2,60	0	3	1	2
		-12,0	3,2	11,6	92							
		-15,0	3,2	11,6	91	8,00	256	2,60	0	2	1	1
		-20,0	3,3	11,4	91	8,00	257	2,60	0	3	1	1
		-40,0	3,6	11,0	88	7,95	257	2,60	0	2	1	1
		-60,0	3,8	11,3	91	7,95	257	2,60	0	2	1	1
		-80,0	3,8	11,1	89	7,95	257	2,55	0	2	1	1
		-100,0	3,8	11,2	90	7,95	257	2,55	0	2	1	1
		-120,0	4,0	10,8	87	7,90	259	2,55	0	2	1	1
		-140,0	4,0	10,6	85	7,90	259	2,60	0	2	1	1
		-160,0	4,0	10,3	83	7,85	260	2,60	0	2	1	1
		-170,0	4,0	10,0	81	7,85	261	2,60	1	3	2	1



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

47	23.01.97	-0,0							
		-2,0	0	663	3,5		2,0		
		-5,0	0	658	3,4		2,0		
		-8,0							
		-10,0	0	663	3,4		2,1		
		-12,0							
		-15,0	0	674	3,4		2,0		
		-20,0	0	663	3,4		1,9		
		-40,0	0	650	3,4		2,0		
		-60,0	0	652	3,4		2,0		
		-80,0	0	657	3,4		1,9		
		-100,0	0	667	3,4		2,0		
		-120,0	0	670	3,4		2,3		
		-140,0	0	682	3,3		2,6		
		-160,0	0	607	3,3		2,8		
		-170,0	0	512	3,3		3,0		

**B e m e r k u n g e n :**

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
48	10.03.97	-0,0	2,1	11,6	89							
		-1,0	2,5									
		-2,0	2,6	11,4	89	7,90	258	2,60	0	2	1	1
		-3,0	3,7									
		-4,0	3,8									
		-5,0	3,8	11,4	92	8,00	259	2,55	0	2	1	1
		-8,0	3,8	11,4	92							
		-10,0	3,8	11,4	92	7,95	260	2,50	0	2	1	1
		-12,0	3,8	11,5	92							
		-15,0	3,8	11,5	92	7,90	261	2,55	0	3	1	2
		-20,0	3,8	11,4	91	7,95	261	2,55	0	2	1	1
		-40,0	3,8	11,4	92	8,00	260	2,55	0	2	1	1
		-60,0	3,8	11,3	91	7,95	260	2,55	0	2	1	1
		-80,0	3,8	11,3	91	8,00	262	2,55	0	2	1	1
		-100,0	3,8	11,2	90	8,00	262	2,55	0	2	1	1
		-120,0	3,8	11,1	89	8,00	263	2,55	0	2	1	1
		-140,0	3,8	11,0	89	8,00	263	2,60	0	2	1	1
		-160,0	4,0	11,0	88	7,95	264	2,60	0	2	1	1
		-169,5	4,0	10,9	87	8,00	264	2,55	0	3	1	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

48	10.03.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	655	3,2		2,1		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	661	3,2		2,1		
		-8,0							
		-10,0	0	658	3,2		2,1		
		-12,0							
		-15,0	0	629	3,2		2,1		
		-20,0	0	621	3,2		2,1		
		-40,0	0	608	3,2		2,1		
		-60,0	0	639	3,2		2,6		
		-80,0	0	658	3,2		2,1		
		-100,0	0	662	3,2		2,2		
		-120,0	0	576	3,2		2,3		
		-140,0	0	668	3,2		2,2		
		-160,0	0	668	3,2		2,3		
		-169,5	0	659	3,2		2,3		

**B e m e r k u n g e n :** teilweise gab es am See eine Eisbedeckung

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
49	12.05.97	-0,0	7,7	11,8	105							
		-1,0	7,3									
		-2,0	7,3	11,7	103	8,10	260	2,55	0	3	1	2
		-3,0	7,0									
		-4,0	6,7									
		-5,0	6,6	11,8	102	8,15	262	2,60	0	3	1	2
		-6,0	6,6									
		-7,0	6,6									
		-8,0	6,6	11,8	102							
		-9,0	6,5									
		-10,0	6,5	11,8	102	8,15	263	2,60	0	3	1	2
		-12,0	6,0	11,8	101							
		-15,0	5,7	11,8	100	8,15	263	2,55	0	3	1	2
		-20,0	5,7	11,8	100	8,15	263	2,60	0	3	1	2
		-40,0	4,7	11,7	96	8,10	263	2,60	0	2	1	1
		-60,0	4,5	11,4	94	8,10	264	2,60	0	2	1	1
		-80,0	4,4	11,3	92	8,10	265	2,60	0	2	1	1
		-100,0	4,3	11,1	91	8,10	265	2,65	0	3	1	2
		-120,0	4,2	11,2	91	8,10	266	2,60	0	2	1	1
		-140,0	4,2	11,2	91	8,10	265	2,60	0	2	1	1
		-160,0	4,4	11,1	91	8,10	266	2,65	0	3	1	2
		-170,0	4,2	10,9	89	8,10	277	2,60	0	3	1	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
49	12.05.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	657	3,2		1,9		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	674	3,1		1,8		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	0	684	3,1		2,1		
		-12,0							
		-15,0	0	688	3,1		2,2		
		-20,0	0	594	3,1		2,1		
		-40,0	0	678	3,1		2,2		
		-60,0	0	654	3,1		2,2		
		-80,0	0	678	3,1		2,3		
		-100,0	0	688	3,1		2,1		
		-120,0	0	678	3,1		2,1		
		-140,0	-0,0	-823,0	-3,1		-2,0		
		-160,0	-0,0	-572,0	-3,1		-2,1		
		-170,0	-0,0	-685,0	-3,1		-2,4		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
50	09.07.97	-0,0	16,2	9,8	106							
		-1,0	16,1									
		-2,0	16,1	9,8	106	8,35	247	2,45	3	5	3	2
		-3,0	16,1									
		-4,0	15,9									
		-5,0	15,4	10,3	109	8,30	253	2,50	2	6	4	2
		-6,0	14,7									
		-7,0	14,5									
		-8,0	14,2	10,8	112							
		-9,0	14,0									
		-10,0	13,5	11,1	113	8,30	255	2,50	1	6	2	4
		-12,0	11,9	11,8	116							
		-15,0	11,0	11,6	111	8,25	255	2,50	1	7	1	6
		-20,0	8,7	12,4	112	8,25	262	2,55	1	5	2	3
		-40,0	5,7	11,3	95	8,10	265	2,60	1	3	2	1
		-60,0	5,0	11,1	92	8,10	266	2,60	0	3	1	2
		-80,0	4,5	11,0	90	8,10	267	2,60	0	2	1	1
		-100,0	4,5	10,9	89	8,05	268	2,60	0	2	1	1
		-120,0	4,4	10,8	88	8,05	269	2,65	0	3	1	2
		-140,0	4,4	10,8	88	8,05	269	2,60	1	2	2	0
		-160,0	4,3	10,6	86	8,05	270	2,65	0	3	2	1
		-169,7	4,4	10,5	86	8,05	270	2,60	1	4	1	3





Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

50	09.07.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	6	605	3,4		1,6		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	4	622	3,4		1,3		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	9	645	3,1		1,4		
		-12,0							
		-15,0	3	374	2,8		1,6		
		-20,0	1	357	2,8		1,9		
		-40,0	2	704	3,1		2,2		
		-60,0	0	700	3,6		2,3		
		-80,0	0	716	3,6		2,3		
		-100,0	0	707	3,3		2,4		
		-120,0	0	619	3,2		2,5		
		-140,0	-0,0	-700,0	-3,1		-2,6		
		-160,0	-0,0	-701,0	-3,1		-2,6		
		-169,7	-0,0	-697,0	-3,0		-2,7		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
51	03.09.97	-0,0	20,9	9,1	108							
		-1,0	20,9									
		-2,0	20,9	9,1	108	8,35	241	2,40	0	2	1	1
		-3,0	20,8									
		-4,0	20,6									
		-5,0	20,5	9,6	113	8,35	242	2,40	0	2	1	1
		-6,0	20,3									
		-7,0	19,3									
		-8,0	19,0	10,1	115							
		-9,0	18,3									
		-10,0	17,3	10,7	118	8,35	250	2,50	0	2	1	1
		-12,0	15,8	11,0	118							
		-15,0	11,5	11,6	113	8,30	258	2,55	0	2	1	1
		-20,0	7,6	11,6	103	8,20	263	2,60	0	2	1	1
		-40,0	6,4	10,8	93	8,05	264	2,60	0	2	1	1
		-60,0	5,8	10,9	92	8,10	263	2,60	0	2	1	1
		-80,0	4,6	10,8	88	8,05	265	2,65	0	2	1	1
		-100,0	4,4	10,7	87	8,10	265	2,65	0	2	1	1
		-120,0	4,4	10,8	88	8,10	266	2,60	0	2	1	1
		-140,0	4,6	10,6	87	8,05	266	2,60	0	2	1	1
		-160,0	4,6	9,8	80	8,00	267	2,65	0	5	2	3
		-169,4	4,6	9,1	75	7,95	269	2,65	1	5	2	3



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

51	03.09.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	564	2,8		0,4		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	1	514	2,7		0,4		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	3	601	2,7		0,8		
		-12,0							
		-15,0	7	634	2,8		1,5		
		-20,0	14	654	2,8		1,9		
		-40,0	0	709	2,8		2,2		
		-60,0	0	592	2,8		2,1		
		-80,0	0	623	2,8		2,3		
		-100,0	0	663	2,8		2,3		
		-120,0	0	589	2,8		2,4		
		-140,0	0	695	2,8		2,5		
		-160,0	0	684	2,8		2,6		
		-169,4	1	677	2,8		2,8		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
52	10.11.97	-0,0	9,5	10,6	99							
		-2,0	9,3	10,5	97	8,25	248	2,45	0	2	0	2
		-5,0	9,3	10,5	97	8,25	253	2,55	0	2	1	1
		-6,0	9,3									
		-7,0	9,3									
		-8,0	9,3	10,5	97							
		-9,0	9,3									
		-10,0	9,3	10,6	98	8,25	253	2,50	0	2	1	1
		-12,0	9,3	10,5	97							
		-15,0	9,3	10,6	97	8,25	253	2,50	0	2	1	1
		-20,0	8,9	10,9	100	8,20	254	2,50	0	2	1	1
		-40,0	5,2	10,3	86	8,00	265	2,60	0	1	1	0
		-60,0	4,7	10,5	87	8,05	265	2,60	0	1	0	1
		-80,0	4,5	10,5	86	8,00	266	2,60	0	1	1	0
		-100,0	4,4	10,5	85	8,05	267	2,60	0	1	1	0
		-120,0	4,4	10,4	85	8,00	267	2,60	0	1	1	0
		-140,0	4,3	10,3	84	8,00	267	2,60	0	1	1	0
		-160,0	4,3	10,0	81	8,00	268	2,65	0	2	1	1
		-170,8	4,3	8,5	69	7,95	272	2,65	1	4	2	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
52	10.11.97	-0,0							
		-2,0	7	562	3,0		1,1		
		-5,0	6	447	3,0		1,1		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	6	504	3,0		1,0		
		-12,0							
		-15,0	6	560	3,0		1,0		
		-20,0	5	539	3,0		1,2		
		-40,0	0	675	3,0		2,0		
		-60,0	0	697	3,0		2,1		
		-80,0	0	636	3,0		2,3		
		-100,0	0	691	3,0		2,4		
		-120,0	0	627	3,0		2,4		
		-140,0	0	683	3,0		2,4		
		-160,0	0	600	3,0		2,6		
		-170,8	4	620	3,0		3,1		

**B e m e r k u n g e n :**

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

# Gleinkersee



Inhalt

## Allgemeine Beurteilung

Der Gleinkersee ist der größte See im Flußgebiet der Steyr und liegt im Gemeindegebiet Spital a. Pyhrn im Bereich zwischen  $47^{\circ} 41'$  und  $47^{\circ} 42'$  n. B. und bei etwa  $13^{\circ} 58'$  ö. L. am Nordrand der nördlichen Kalkalpen. Er wird nach Westen, Süden und Osten von zum Teil steilen felsigen Hängen aus Dachsteinkalk umrahmt. Nach Norden ist das Seebecken durch einen flachen Moränenhügel, den ein eiszeitlicher Gletscher vom Warscheneck aufgeschoben hatte, abgeschlossen.

Der Gleinkersee besitzt keinen größeren Zufluß, auch der Abfluß ist relativ wasserarm. Es ist anzunehmen, daß aus dem karstigen Einzugsgebiet unterirdische Quellaustritte im See münden.

Durch die geschützte Lage und die schwache Durchflutung kommt es





im Sommer zu einer starken Erwärmung der Oberflächenschicht, weshalb er zu einem beliebten Badesee wurde.

Die im Verhältnis zur Tiefe des Sees kleine Wasseroberfläche hat zur Folge, daß der Wasserkörper nur schwer bzw. meist überhaupt nicht voll durchmischt. Dadurch kann es im Tiefenbereich zu einem vollkommenen Sauerstoffschwund kommen, verbunden mit einer Anreicherung von Schwefelwasserstoff.



Gleinkersee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	2		15,8	16,1
Sichttiefe		2		5,6	6,4
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		5,0	34,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		38,0	51,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	2		0,0	0,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		167,0	1290,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		2,0	1060,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		129,4	165,9
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		2,2	4,9

Charakteristische Werte aus dem Jahr 1994

Untersuchungen am 25. Mai. und 26. September 1994

Sichttiefe: Die Meßwerte an den beiden Untersuchungsterminen betrugen 5,6 m für den Mai und 6,4 m für den September. Gegenüber der Untersuchung vom September 1979 (MÜLLER 1982), bei der die Sichttiefe noch 8,0 m betrug, bedeutet dies eine deutliche Verringerung.



Temperatur: Im Vergleich zu anderen Seen erwärmt sich der Gleinkersee sehr rasch. Eine Oberflächentemperatur von 16,0 °C konnte im Mai 1994 bei keinem anderen See beobachtet werden. Der Temperaturrückgang nahm bis 5 m Tiefe

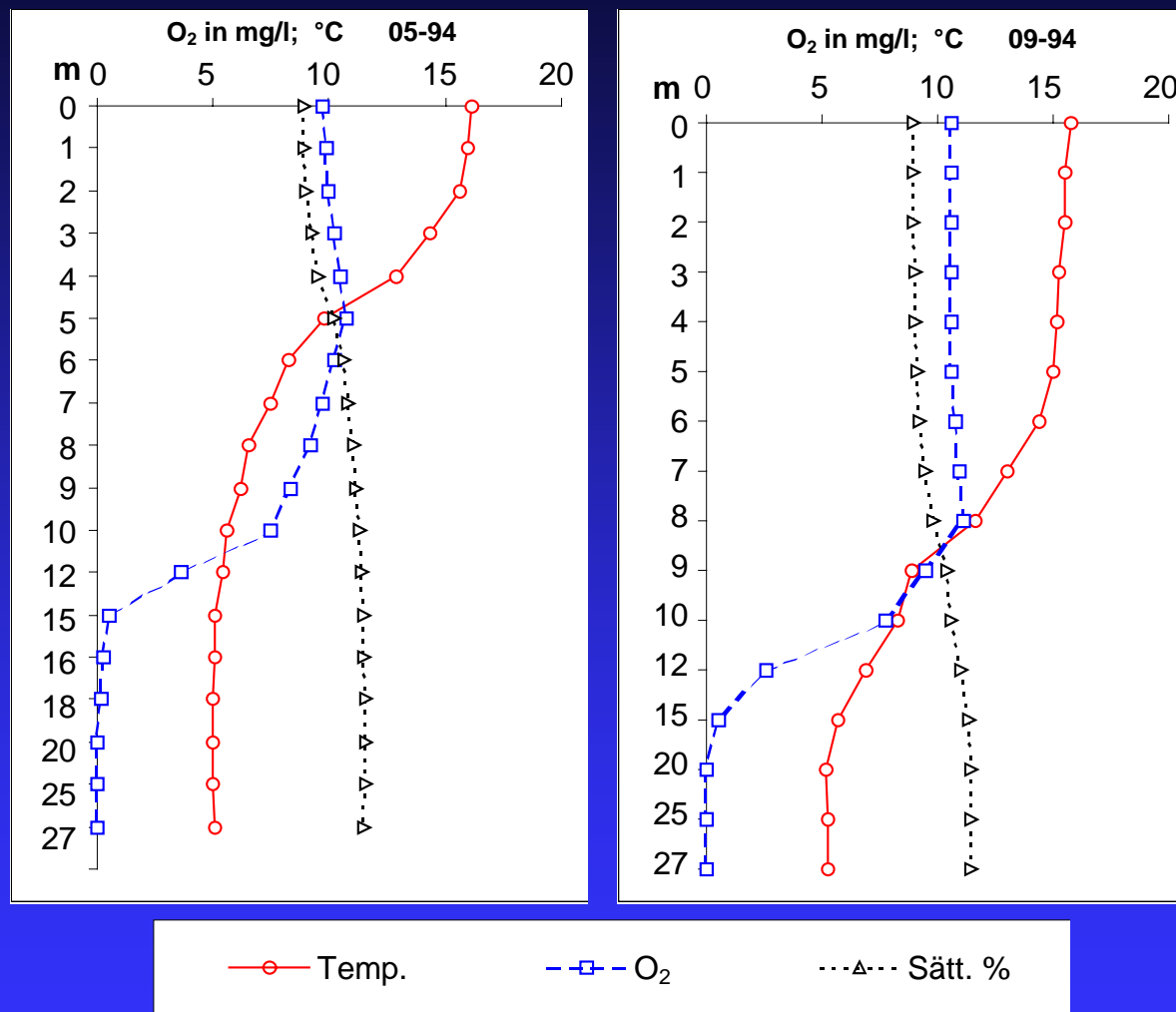


Abb. 1: Verlauf von Temperatur und Sauerstoff a) am 25.5. und b) am 26.9.1994

konstant zu, ab etwa 10,0 °C verringerten sich die Temperaturunterschiede, bis die Tiefentemperatur von 5,3 °C erreicht wurde.

Andererseits kühlt er wieder rasch ab. Das Epilimnion reichte im September bis 7 m.

Sauerstoff: Im Mai konnte im Epilimnion eine leichte Übersättigung festgestellt werden. Zwischen 0 und 5 m Tiefe nahm der Sauerstoffgehalt noch leicht zu, ab 5 m sank er langsam auf 7,5 mg/l ab, und im Bereich zwischen 10 und 15 m verringerte er sich auf weniger als 1,0 mg/l. Ab 20 m war der See frei von Sauerstoff.

Im September verlief der Sauerstoffgradient bis etwa 8 m orthograd, zwischen 8 und 15 m nahm der Sauerstoff bis auf 0,5 mg/l ab. Unter 20 m gab es keinen Sauerstoff.

Die Frage, ob der Gleinkersee nur potentiell meromiktisch ist, kann nur nach mehrjährigen Untersuchungen beantwortet werden.

Leitfähigkeit: Infolge des sauerstoffarmen Milieus im Hypolimnion gibt es dort stärkere Rücklösungen von Ionen, welche die elektrische Leitfähigkeit des Wassers mit zunehmender Tiefe erhöhen. Der konstante Anstieg der Leitfähigkeit mit zunehmender Tiefe hatte zur Folge, daß in 27 m Tiefe die Differenz zwischen Oberfläche und Grund mehr als 100 µS/cm betrug. (Oberfläche 208 µS/cm, Grund 318 µS/cm im September 1994).



pH-Wert: Im selben Ausmaß, wie die elektrische Leitfähigkeit mit der Tiefe zunahm, fiel der pH-Wert ab. So konnten im September 1994 an der Oberfläche noch 8,60 gemessen werden, in 27 m Tiefe waren es nur noch 7,50, was einen Anstieg der  $H^+$ -Ionen um mehr als das 10fache bedeutet.

Alkalinität: Auch bei der Alkalinität konnte dieser Trend beobachtet werden:

Oberflächenwerte:	Mai	2,30 mval/l	entsprechend	6,4 °dH
	Sept.	2,10 mval/l	entsprechend	5,9 °dH
Über Grund:	Mai	3,30 mval/l	entsprechend	9,2 °dH
	Sept.	3,25 mval/l	entsprechend	9,1 °dH

Gesamt-Phosphor: Die Gesamt-Phosphor-Konzentration hat sich im Epilimnion gegenüber 1979 leicht verringert. Sie betrug im September 1979 im Bereich von 0 - 10 m 8 bis 15  $mg/m^3$ ; im September 1994 waren es 6 bis 11  $mg/m^3$ . Die Werte vom Mai 1994 lagen noch etwas darunter (5 bis 8  $mg/m^3$ ).

Andererseits waren 1994 an beiden Probestermen die Konzentrationen im Hypolimnion höher als 1979. Legt man zur Feststellung des Trophiegrades das Vollenweider'sche Modell zugrunde, nach welchem auch der Phosphorgehalt



mit einbezogen wird, könnte das Epilimnion in Bezug auf den Phosphor als mesotroph eingestuft werden. Das Hypolimnion lag bereits im eutrophen Bereich.

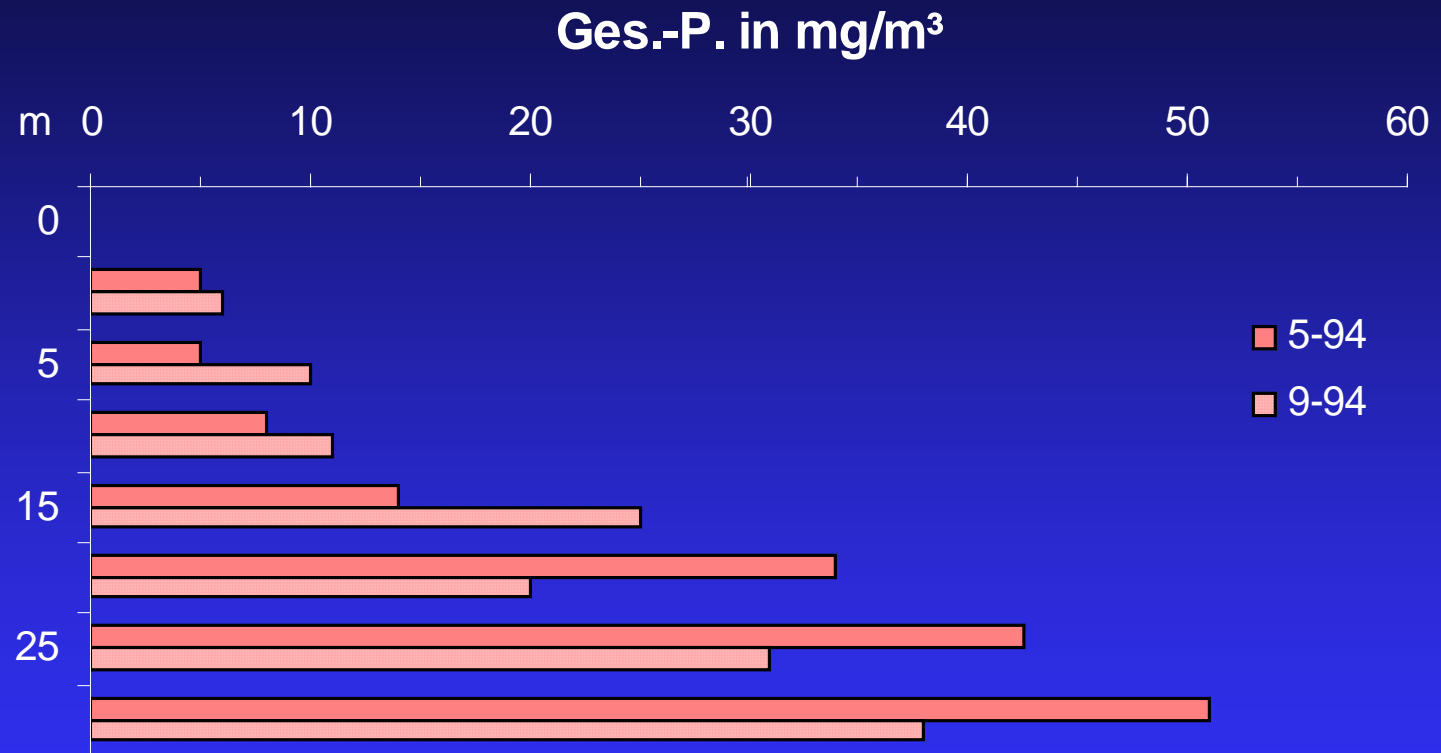


Abb. 2: Gesamt-Phosphor-Konzentrationen im Gleinkersee an den beiden Probennahmeterminen 1994

Ammonium-Stickstoff: Die Abbildung 3 zeigt den Verlauf des Ammonium-Stickstoffs an den beiden Probennahmeterminen (25.05. und 26.09.1994). Bis zu einer Tiefe von 10 m erreichten die Ammoniumwerte gerade noch 15 bzw. 17 mg/m<sup>3</sup>. Ähnlich wie beim Phosphor sind im Epilimnion die Ammoniumwerte leicht gesunken. In der Tiefenzone, mit zunehmendem Sauerstoffschwund, stiegen die Konzentrationen aber sprunghaft an und erreichten Werte von über 1 g/m<sup>3</sup> (Mai 1994: 1290 mg/m<sup>3</sup>).

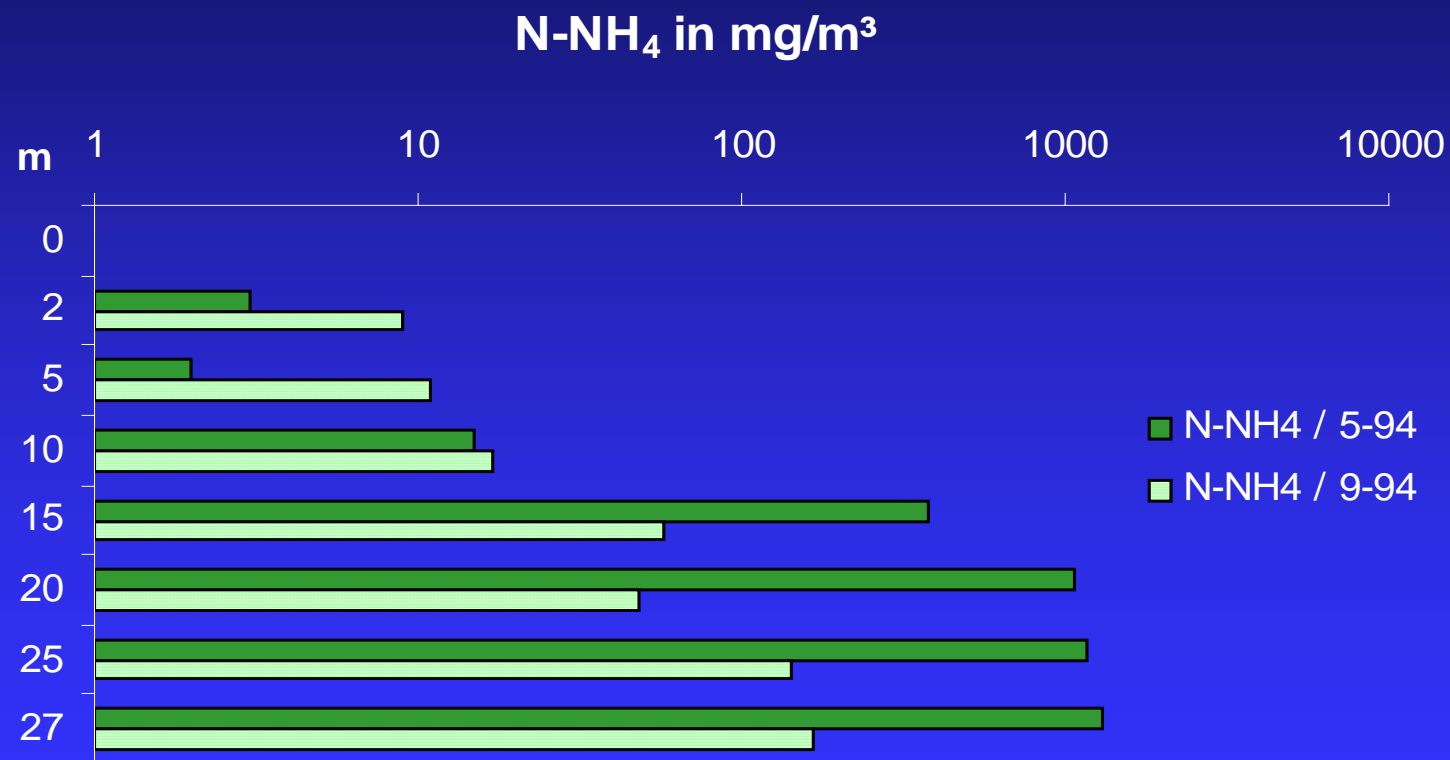


Abb. 3: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs an den beiden Probennahmeterminen 1994 in logarithmischer Skalierung



Nitrat-Stickstoff: Mit dem steilen Anstieg des Ammoniums gegen die Tiefe hin nahm der Nitratgehalt ab. Im Gegensatz zu 1979 blieb er zwar immer noch nachweisbar (20 bis 26 mg/m<sup>3</sup>), das reduzierende Milieu des Hypolimnions wurde aber trotzdem deutlich spürbar.

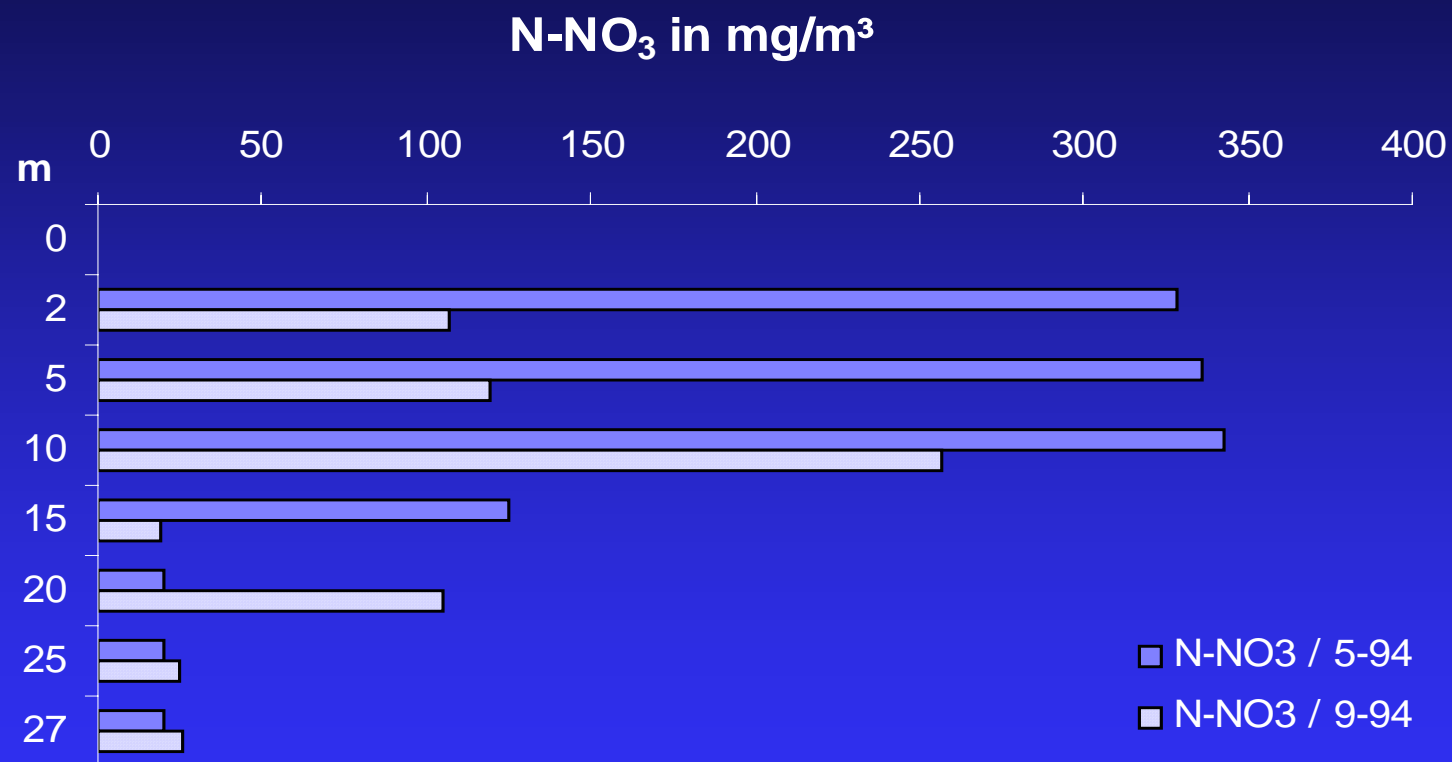


Abb. 4: Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs an den beiden Probennahmeterminen 1994

Der Gehalt an Nitrat-Stickstoff im Epilimnion hat sich seit 1979 deutlich verringert. Die Werte von 1979: Oberfläche bis 10 m: 2,2 bis 1,2 mg/l Nitrat, das entspricht etwa 497 bis 271 mg/m<sup>3</sup> N-NO<sub>3</sub>. Die Septemberwerte von 1994 betragen: 107 bis 257 mg/m<sup>3</sup> N-NO<sub>3</sub>.

Der Rückgang des Nitrat-Stickstoffs dürfte auf die Assimilation des Phytoplanktons zurückzuführen sein.

Chlorid: Die Chloridgehalte im Gleinkersee sind nach wie vor sehr niedrig (0,2 bis 2,4 mg/l).

Silikat: Im Epilimnion blieben die Konzentrationen unter 1 mg/l. Im Hypolimnion stieg die Konzentration an und erreichte ein Maximum von 9,3 mg/l (Mai 1994).

Chlorophyll: Der Chlorophyllgehalt im Bereich von 0 bis 20 m betrug 4,85 mg/m<sup>3</sup> im Mai 1994 und 2,22 mg/m<sup>3</sup> im September.

Phytoplankton: Im Hinblick auf die Phytoplankton-Biomasse, die nur für den Bereich von 0 - 20 m erfaßt wird, kann der Gleinkersee mit seinem Maximum von 165,9 mg/m<sup>3</sup> sogar dem oligotrophen Seentyp zugeordnet werden. Allerdings bildet die Hauptmasse der Algen die berüchtigte Burgunderblutalge (*Oscillatoria rubescens*), deren dominierendes Auftreten keine so guten Prognosen zuläßt.



Da auch mehrfach von Massenentwicklungen dieser Alge berichtet wurde, muß man davon ausgehen, daß sich solche Ereignisse wiederholen können. Der Vergleich mit 1979 rechtfertigt die Sorge, daß sich *Oscillatoria* im Gleinkersee immer stärker durchsetzt. Denn 1979 dominierten noch *Peridinium* und *Dinobryon*, über die Alge *Oscillatoria rubescens* wird nur berichtet, daß sie neben anderen Algen auch vorkommt.



### Gleinker See, 1994, 0-20 m

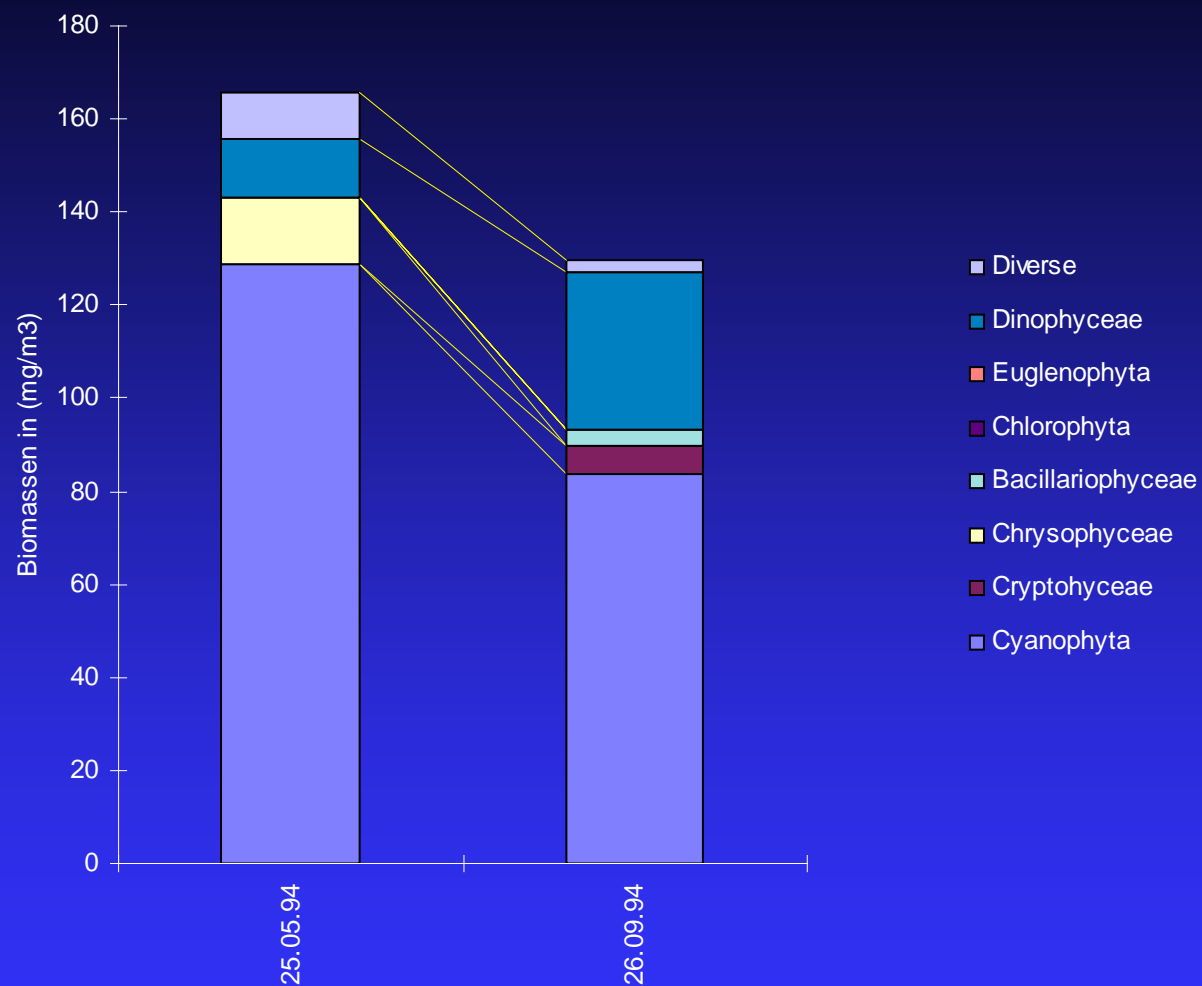


Abb. 5: Phytoplankton des Gleinkersees 1994

# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Gleinker See 94-05-25 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	656640	128,7	77,6
<i>Kephyrion sp.</i>	122	118404	14,4	8,7
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	228	12,5	7,5
Coccale Formen	65	157872	10,3	6,2
Cyanophyta			128,7	77,6
Cryptophyceae				
Chrysophyceae			14,4	8,7
Dinophyceae			12,5	7,5
Diverse			10,3	6,2
GESAMTBIOMASSE			165,9	



## Gleinker See 94-09-26 0-20 m

Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	426360	83,6	64,6
<i>Peridinium cinctum fo. westi</i>	47130	684	32,2	24,9
<i>Cyclotella sp.</i>	390	9162	3,6	2,8
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	9162	3,5	2,7
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	1140	2,7	2,1
Coccale Formen	65	39468	2,6	2,0
<i>Gymnodinium sp.</i>	5500	228	1,3	1,0
Cyanophyta			83,6	64,6
Cryptophyceae			6,2	4,8
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			3,6	2,8
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae			33,5	25,9
Diverse			2,6	2,0
GESAMTBIOMASSE			129,4	



# GLEINKERSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. ° C
-------------------	-------	---------------------------	------------------	-------------------	----------------	-------------------

1	25.05.94	Tiefste Stelle	-5,6	10	-28,3	
2	26.09.94	Tiefste Stelle	-6,4	10	-28,1	

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
-------------------	-------	-----------	-------------	----------	--------------------	--------------------------	---------------------------

1	25.05.94	stark bewölkt	0	09,40		0,3	15,9
2	26.09.94	heiter, Nebel	0	08,55			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
1	25.05.94	-0,0	16,1	9,7	109							
		-1,0	16,0									
		-2,0	15,6	10,0	111	8,30	229	2,30	1	5	2	3
		-3,0	14,3									
		-4,0	12,9									
		-5,0	9,8	10,7	104	8,10	242	2,40	1	5	2	3
		-6,0	8,2									
		-7,0	7,5									
		-8,0	6,5	9,2	83							
		-9,0	6,2									
		-10,0	5,6	7,5	66	7,85	251	2,45	1	8	2	6
		-12,0	5,4	3,6	31							
		-15,0	5,1	0,5	4	7,50	276	2,70	0	14	2	12
		-16,0	5,1	0,3	3							
		-18,0	5,0	0,2	2							
		-20,0	5,0	0,0	0	7,45	307	3,10	0	34	2	32
		-25,0	5,0	0,0	0							
		-27,4	5,1	0,0	0	7,45	317	3,30	14	51	16	35





Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
1	25.05.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	3	328	1,7		0,5		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	2	336	1,7		0,8		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	15	343	2,1		1,5		
		-12,0							
		-15,0	380	125	2,4		3,8		
		-16,0							
		-18,0							
		-20,0	1060	20	0,6		7,1		
		-25,0							
		-27,4	1290	20	2,4		9,3		

**B e m e r k u n g e n :** bei 18 m mittlerer -, bei 20 m und über Grund starker H<sub>2</sub>S Geruch

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
2	26.09.94	-0,0	15,8	10,6	118							
		-1,0	15,5									
		-2,0	15,5	10,6	118	8,60	208	8,10	0	6	3	3
		-3,0	15,3									
		-4,0	15,2									
		-5,0	15,0	10,6	116	8,60	212	2,15	0	10	2	8
		-6,0	14,4									
		-7,0	13,0									
		-8,0	11,6	11,1	113							
		-9,0	8,9									
		-10,0	8,3	7,8	73	7,95	258	2,55	0	11	3	8
		-12,0	6,9	2,6	24							
		-15,0	5,7	0,5	4	7,60	289	2,85	0	25	3	22
		-20,0	5,2	0,0	0	7,60	281	2,75	0	20	3	17
		-25,0	5,3	0,0	0	7,50	314	3,20	2	31	4	27
		-27,2	5,3	0,0	0	7,50	318	3,25	7	38	8	30



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
2	26.09.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	9	107	2,2		0,3		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	11	119	2,2		0,3		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	17	257	3,0		0,8		
		-12,0							
		-15,0	58	19	3,1		3,1		
		-20,0	48	105	2,8		2,5		
		-25,0	141	25	2,7		6,2		
		-27,2	167	26	3,0		7,4		

**B e m e r k u n g e n :** bei 15 m leichter -, bei 20 m und über Grund starker H<sub>2</sub>S Geruch

Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

# Vorderer Gosausee



Inhalt



## Allgemeine Beurteilung

Der Vordere Gosausee ist der vorderste von drei hintereinander liegenden Seen, die vom Gosaukamm auf der Westseite und den Randbergen des Dachsteinmassivs im Süden umgeben sind. Er liegt zwischen  $47^{\circ} 31'$  und  $47^{\circ} 32'$  n. B. und zwischen  $13^{\circ} 30'$  und  $13^{\circ} 31'$  ö. L. Das Einzugsgebiet ist karstig mit mehreren kleinen Zuflüssen. Am Nordrand des Sees bildete sich beim Rückzug einer Zunge des Dachsteingletschers ein Moränenwall, durch den sich der Gosaubach, der Seeabfluß, einen tiefen Graben schuf. Um die Jahrhundertwende wurde dieser Graben durch einen künstlichen Damm geschlossen und der See auf seine ursprüngliche nacheiszeitliche Höhe aufgestaut. Seither wird der See energiewirtschaftlich genutzt. Diese Nutzung verursacht extreme Schwankungen



des Wasserspiegels, welche die Ausbildung eines echten Litorals verhindern. Als Stauziel werden 923,25 m ü. A. als Absenkziel 860 m ü. A. angegeben. Zwischen 15. Juni und 15. Oktober müssen jedoch 915 m ü. A. eingehalten werden, weshalb die Spiegelschwankungen der letzten Jahre durchschnittlich nur 26 m betrugen.

Der Gosausee ist nur natürlich belastet und weist niedrige Nährstoffkonzentrationen auf. Dementsprechend ist er als oligotrophes Gewässer einzustufen.

Gosausee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	2		12,1	16,3
Sichttiefe		2		8,0	19,8
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		2,0	6,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		3,0	3,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	2		10,2	10,7
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		0,0	0,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		0,0	10,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		34,0	670,0
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		1,2	3,2

Charakteristische Werte aus dem Jahr 1994

Untersuchungen am 16. Juni und 13. September 1994



Sichttiefe: Die Sichttiefen betrugen für die beiden Probentermine 8,0 m bzw. 19,8 m. Am 16. 6. dürfte die verminderte Transparenz des Wassers durch mineralische Trübung bedingt gewesen sein, da bei einer 20fachen Phytoplankton-Biomasse im September die Sichttiefe um fast zweieinhalbmal größer war.

Temperatur: Beim Probennahmetermin am 16. Juni 1994 war noch keine Temperaturschichtung zu erkennen. Die Temperaturabnahme mit zunehmender Tiefe (von 12,1 °C auf 6,0 °C) verlief bis etwa 40 m nahezu linear. Ab 40 m Tiefe verflachte sich der Temperaturgradient und näherte sich langsam der Minimaltemperatur von 5,0 °C.

Im September war bereits eine Schichtung angedeutet: ein flacher Temperaturrückgang von der Oberfläche (16,3 °C) bis etwa 15 m Tiefe. Zwischen 15 und 20 m erfolgte eine rasche Abnahme der Temperatur von 12,1 °C auf 7,5 °C. Unterhalb von 40 m blieb die Temperatur im Bereich zwischen 5,0 und 6,0 °C.

Sauerstoff: Der Gosausee ist einer der wenigen Seen Oberösterreichs, der über Grund am Ende des Sommers noch eine 90%ige Sauerstoffsättigung aufweisen kann. Bei der Untersuchung am 16. Juni 1994 gab es im Oberflächenbereich eine leichte Übersättigung, die bis zu einer Tiefe von 8 m anstieg und 125 % erreichte. Die Sauerstoffkonzentration betrug von der Oberfläche bis 8 m Tiefe zwischen 11,2 und 12,6 mg/l. Bis zu einer Tiefe von 40 m blieb die Konzentration fast konstant im Bereich um 12,0 mg/l. Erst ab 50 m begann die Zone der leichten Untersättigung.



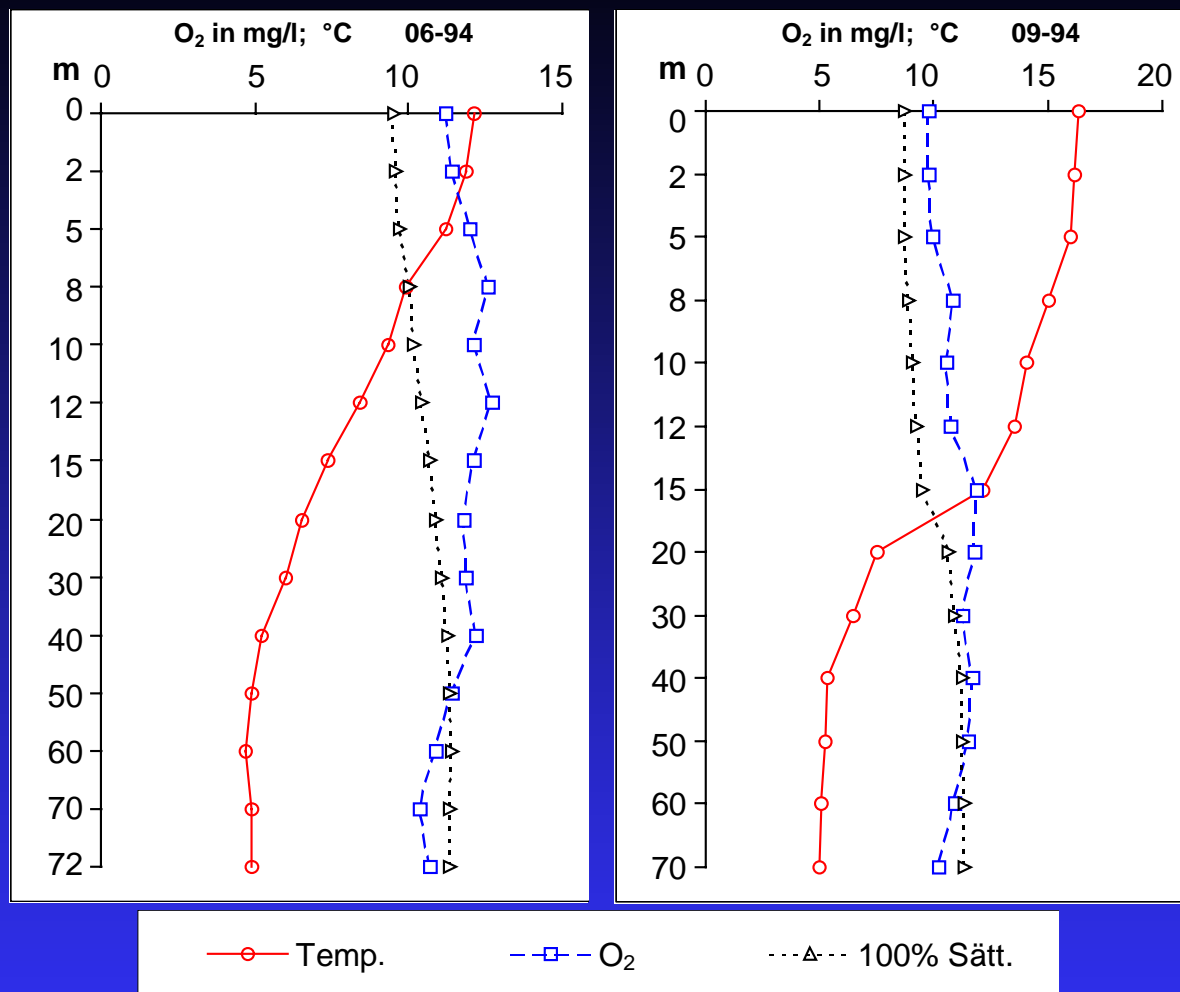


Abb. 1: Temperatur- und Sauerstoffverlauf am Gosausee an den beiden Probennahmetermen a) 16.6.1994 b) 13.9.1994



Die Sauerstoffverteilung der Septemberserie verlief beinahe orthograd im Bereich zwischen 9,8 mg/l und 10,2 mg/l, wobei zwischen 15 m und 50 m Tiefe die Maximalwerte lagen.

Leitfähigkeit: Der Gosausee wies die niedrigste Leitfähigkeit aller untersuchten Seen auf. Sie stieg von der Oberfläche bis zum Grund nur leicht an. Der Mittelwert war im Juni 159  $\mu\text{S/cm}$  und im September 154  $\mu\text{S/cm}$  (Schwankungsbereich 141 bis 168  $\mu\text{S/cm}$ ).

pH-Wert: Beim Probennahmetermin im Juni lag der pH-Wert im Oberflächenbereich bei 8,45. Im Bereich der 5 m-Schicht erhöhte sich der pH auf 8,55, was vermutlich durch die Assimilation des Phytoplanktons verursacht wurde. Ab dieser Schicht nahm der pH kontinuierlich bis zum Grund ab (Minimum: 7,90). Beim Septembertermin war der pH nur geringfügig höher. Die Werte von 1979 lagen mit 8,00 bis 8,15 durchaus in der gleichen Größenordnung.

Alkalinität: Die Alkalinität des Gosausees ist niedrig:

Juni durchschnittlich	1,70 mval/l	das sind	4,7 °dH
September durchschnittlich	1,60 mval/l	das sind	4,6 °dH



Gesamt-Phosphor: Der Gehalt an Gesamt-Phosphor hat sich seit 1979 weiter verringert. 1979 wurden noch 5 - 11 mg/m<sup>3</sup> gemessen. 1994 waren es nur noch 2 - 6 mg/m<sup>3</sup>. Der Verlauf der Konzentrationen ist in Abbildung 2 dargestellt.

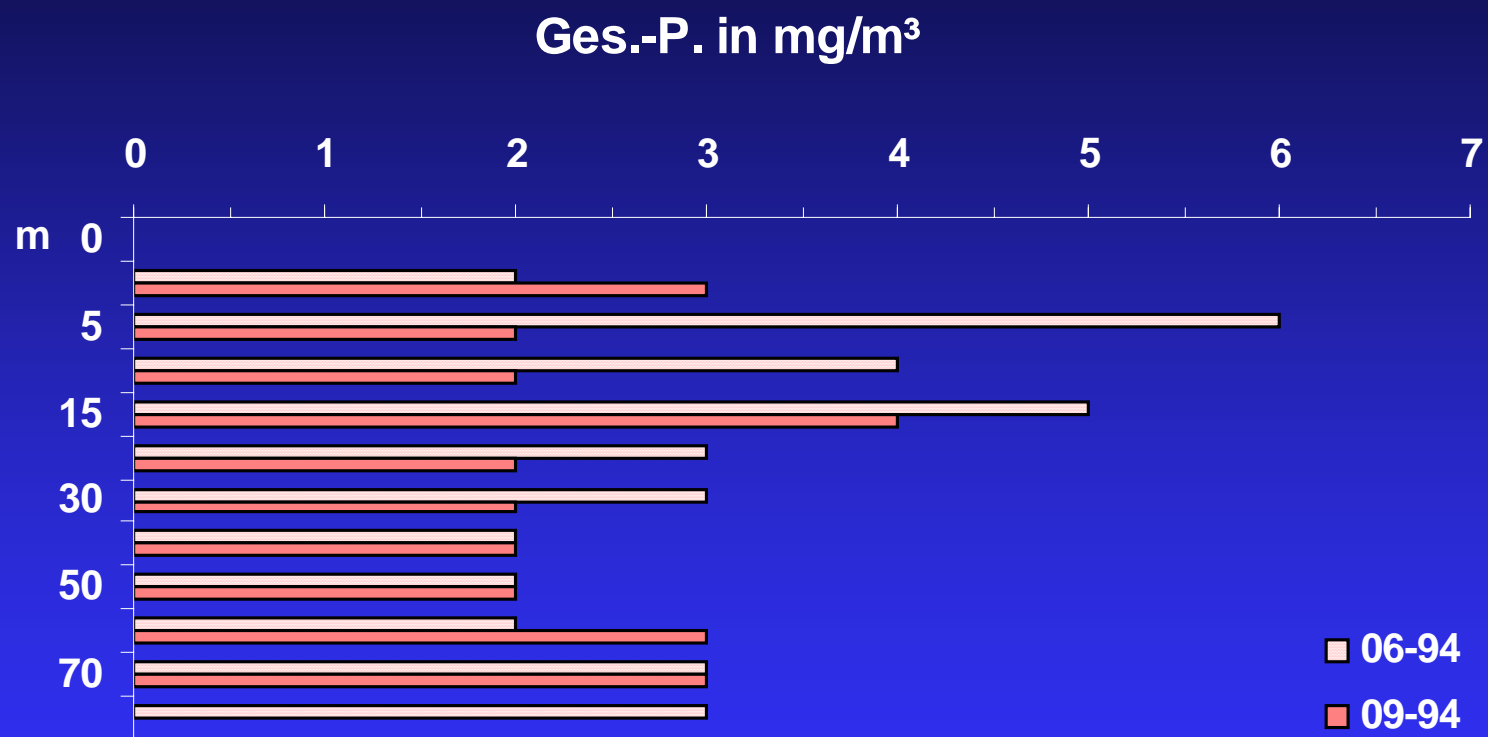


Abb. 2: Gesamt-Phosphor-Konzentrationen für den Bereich Oberfläche bis Grund von Mai und September 1994

Ammonium-Stickstoff: Das Ammonium konzentrierte sich vor allem auf die oberen Schichten. Ab 40 m Tiefe war der See frei von Ammonium (siehe Abbildung 3). Im Juni war die höchste Konzentration von 10 mg/m<sup>3</sup> im Bereich der Oberfläche. Ein zweiter Peak bei 30 m Tiefe erreichte nur mehr 4 mg/m<sup>3</sup>.

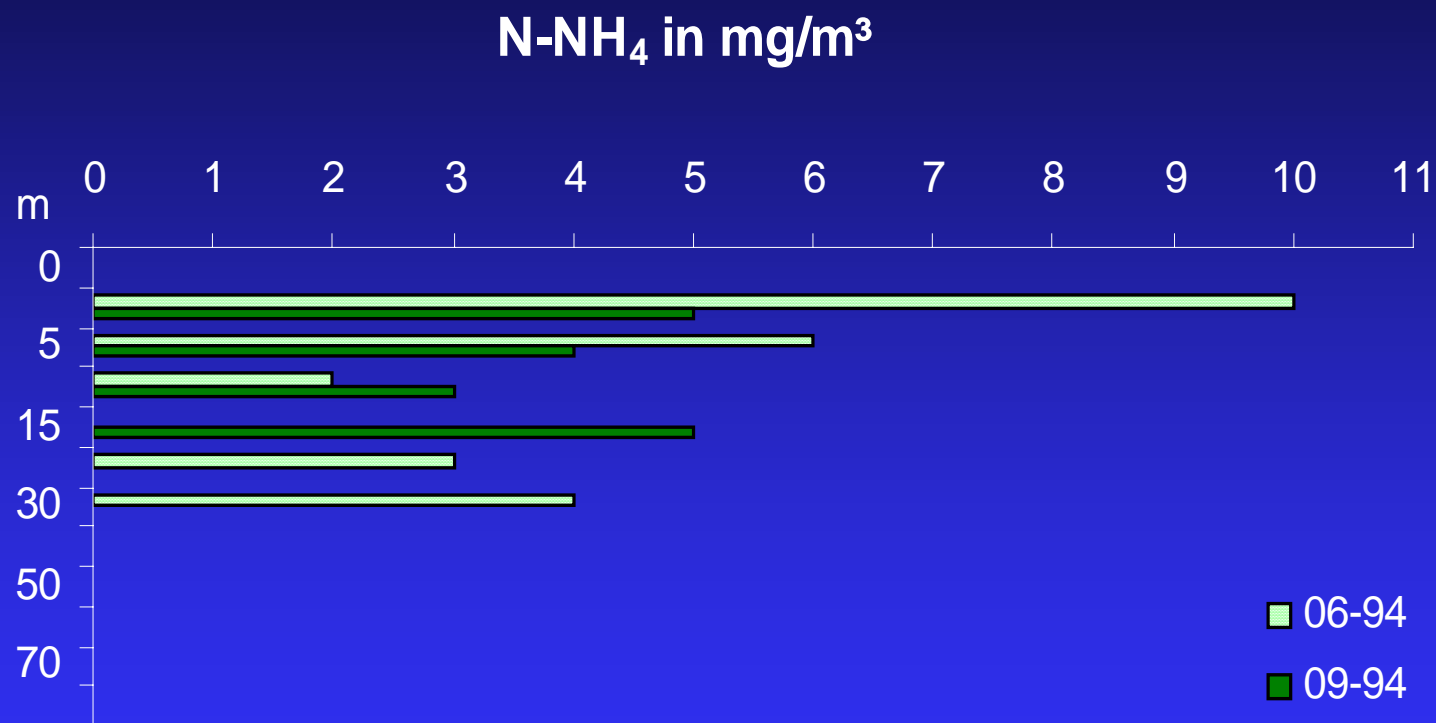


Abb. 3: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs für den Bereich Oberfläche bis Grund von Mai und September 1994

Im September waren die Werte noch niedriger und bereits ab 20 m Tiefe nicht mehr nachweisbar. Seit 1979 trat hinsichtlich der Ammoniumkonzentration keine Änderung ein.

Nitrat-Stickstoff: Die Nitratkonzentrationen nahmen an beiden Probennahmeterminen von der Oberfläche gegen die Tiefe zu. Im Bereich zwischen 40 und

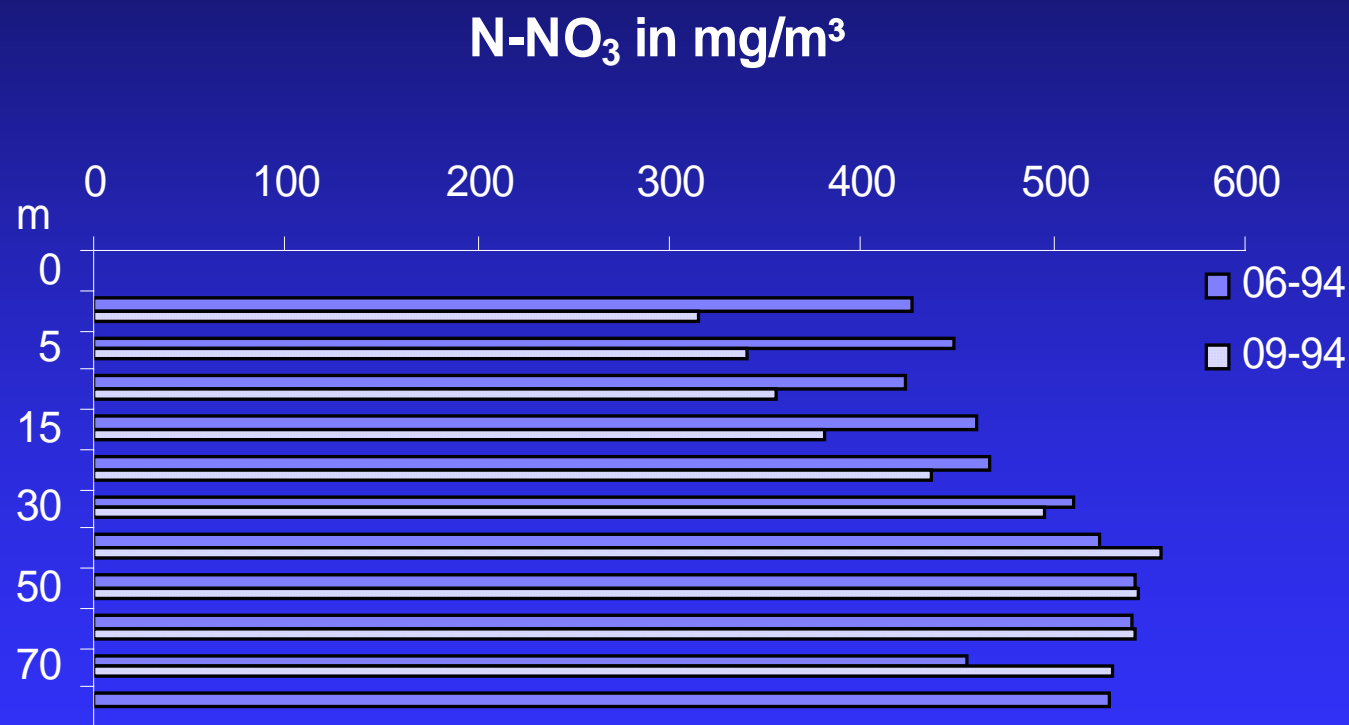


Abb. 4: Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs für den Bereich Oberfläche bis Grund von Mai und September 1994

50 m Tiefe wurde jeweils das Maximum von 543 bzw. 557 mg/m<sup>3</sup> erreicht, das sich bis zum Grund nur minimal verringerte. An der Oberfläche traten jeweils die niedrigsten Konzentrationen auf: im Juni 427 mg/m<sup>3</sup>, im September 315 mg/m<sup>3</sup>. Gegenüber 1979 kann von einer leichten Verringerung des Nitratgehaltes gesprochen werden.

Chlorid: Das Chlorid war 1979 noch in geringen Mengen vorhanden. 1994 war es in keiner Tiefenstufe nachweisbar.

Silikat: Die Silikatkonzentrationen reichten von 0,3 bis 1,9 mg/l und nahmen mit der Tiefe zu. Im Epilimnion erreichten die Werte im Durchschnitt 0,5 bzw. 0,3 mg/l, im Hypolimnion 0,8 bzw. 0,9 mg/l.

Chlorophyll: Entsprechend der höheren Phytoplankton-Biomasse im Juni erhöhte sich auch der Chlorophyllgehalt: Juni 1994 3,20 mg/m<sup>3</sup>, September 1,15 mg/m<sup>3</sup>.



Phytoplankton: Das Fröhjahrsplankton des Gosauses war am 16.06.1994 in voller Entfaltung. Die Biomasse erreichte eine für den Gosausee beachtliche Höhe von 670 mg/m<sup>3</sup>, die zu 90 % aus zwei Dinobryonarten bestand, nämlich aus *D. divergens* und *D. sociale var. stipitatum*. Daneben gab es noch zwei *Cyclotella* Arten, die zusammen etwa 9 % erreichten. *Ceratium* und *Peridinium* traten nur vereinzelt auf.

Beim 2. Probennahmetermin, am 13.09.1994, war die Biomasse bereits wieder auf 34 mg/m<sup>3</sup> zusammengeschrumpft. Die Hauptmasse bildeten *Cyclotella* sp. mit 74 % und *Ceratium hirundinella* mit etwa 18 %. Der Rest setzte sich aus verschiedenen Ordnungen zusammen. Es ist aber bemerkenswert, daß in diesem Rest auch *Oscillatoria rubescens* und *Anabaena spiroides* vereinzelt auftauchten.



### Vorderer Gosausee, 1994, 0-20 m

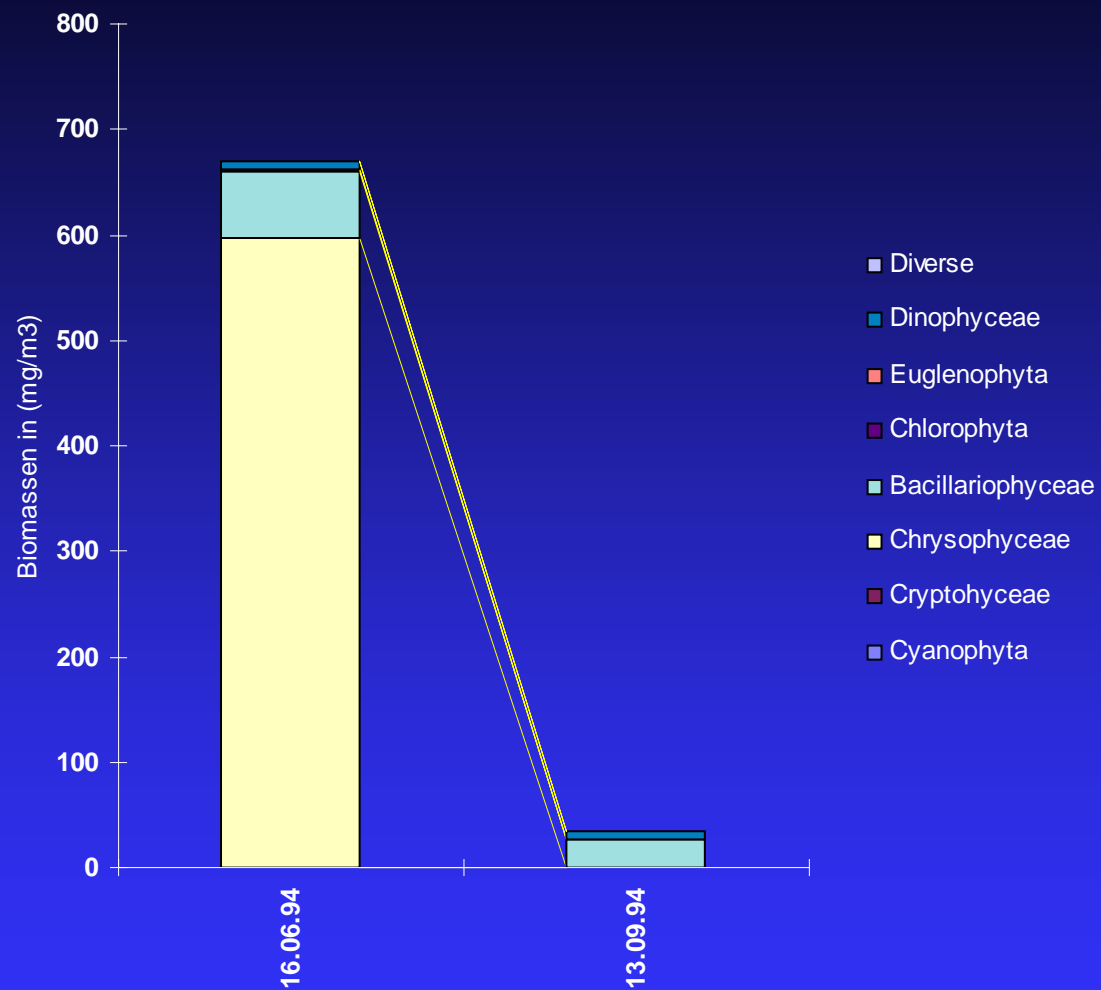


Abb. 5: Phytoplankton des Gosausees für den Bereich 0 bis 20 m vom Mai und September 1994

## Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Vorderer Gosausee 94-06-16 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Dinobryon divergens</i>	367	897876	329,5	49,2
<i>Dinobryon sociale var. stipitatum</i>	400	668826	267,5	39,9
<i>Cyclotella sp.</i>	390	82458	32,2	4,8
<i>Cyclotella sp.</i>	950	32067	30,5	4,5
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	114	6,3	0,9
<i>Cosmarium sp.</i>	204	9162	1,9	0,3
<i>Peridinium sp.</i>	5000	228	1,1	0,2
<i>Cyclotella sp.</i>	2500	228	0,6	0,1
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	4581	0,5	0,1
Cyanophyta				
Cryptophyceae				
Chrysophyceae			597,1	89,1
Bacillariophyceae			63,7	9,5
Chlorophyta			1,9	0,3
Euglenophyta				
Dinophyceae			7,4	1,1
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			670,0	





Vorderer Gosausee 94-09-13 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cyclotella</i> sp.	390	64134	25,0	73,7
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	114	6,3	18,4
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	18324	1,8	5,4
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	2280	0,4	1,3
<i>Oocystis lacustris</i>	200	1368	0,3	0,8
<i>Anabaena spiroides</i>	30	4560	0,1	0,4
Cyanophyta			0,6	1,7
Cryptophyceae				
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			26,8	79,1
Chlorophyta			0,3	0,8
Euglenophyta				
Dinophyceae			6,3	18,4
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			34,0	



# Vorderer GOSAUSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. ° C
-------------------	-------	---------------------------	------------------	-------------------	----------------	-------------------

1	16.06.94	Tiefste Stelle	-8,0	10	-74,0	
2	13.09.94	Tiefste Stelle	-19,8	5	-70,9	

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
-------------------	-------	-----------	-------------	----------	--------------------	--------------------------	---------------------------

1	16.06.94	bedeckt	0-	10,45		0,31	14,9
2	13.09.94	stark bewölkt	0-	08,55			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
1	16.06.94	-0,0	12,1	11,2	118							
		-1,0	11,9									
		-2,0	11,9	11,4	119	8,45	149	1,60	0	2	1	1
		-3,0	11,8									
		-4,0	11,5									
		-5,0	11,2	12,0	123	8,55	151	1,65	0	6	1	5
		-6,0	10,6									
		-7,0	10,3									
		-8,0	9,9	12,6	125							
		-9,0	9,3									
		-10,0	9,3	12,1	119	8,30	154	1,65	0	4	1	3
		-12,0	8,4	12,7	122							
		-15,0	7,4	12,1	113	8,10	156	1,65	0	5	1	4
		-20,0	6,5	11,8	108	8,05	157	1,70	0	3	1	2
		-30,0	6,5	11,9	109	8,00	159	1,70	0	3	1	2
		-40,0	5,2	12,2	108	8,00	161	1,70	1	2	1	1
		-50,0	4,9	11,4	100	7,95	164	1,70	1	2	1	1
		-60,0	4,7	10,9	95	7,95	165	1,75	0	2	1	1
		-70,0	4,9	10,4	91	7,95	165	1,75	0	3	1	2
		-73,1	4,9	10,7	94	7,90	165	1,75	1	3	1	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
1	16.06.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	10	427	0,0		0,4		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	6	449	0,0		0,4		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	2	423	0,0		0,4		
		-12,0							
		-15,0	0	460	0,0		0,6		
		-20,0	3	467	0,0		0,6		
		-30,0	4	510	0,0		0,7		
		-40,0	0	524	0,0		0,7		
		-50,0	0	543	0,0		0,8		
		-60,0	0	541	0,0		0,9		
		-70,0	0	455	0,0		0,9		
		-73,1	0	529	0,0		0,9		



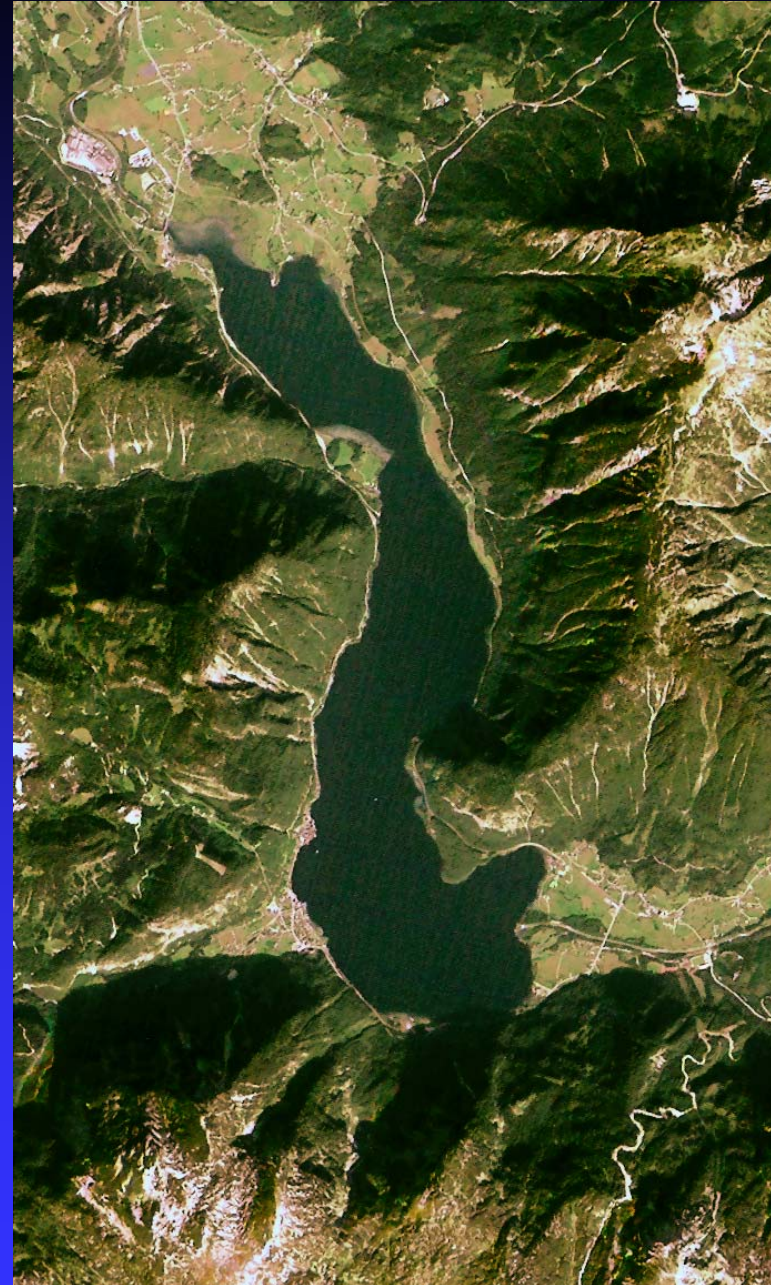
Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
2	13.09.94	-0,0	16,3	9,8	113							
		-1,0	16,2									
		-2,0	16,2	9,8	113	8,50	141	1,35	0	3	1	2
		-3,0	16,1									
		-4,0	16,1									
		-5,0	16,0	10,0	114	8,50	144	1,60	0	2	1	1
		-6,0	16,0									
		-7,0	15,7									
		-8,0	15,0	10,8	121							
		-9,0	14,3									
		-10,0	14,1	10,6	116	8,40	146	1,60	0	2	1	1
		-12,0	13,5	10,7	116							
		-15,0	12,1	11,9	125	8,45	149	1,65	0	4	1	3
		-20,0	7,5	11,8	111	8,15	152	1,65	0	2	1	1
		-30,0	6,5	11,3	103	8,00	154	1,65	0	2	1	1
		-40,0	5,3	11,7	104	8,05	157	1,65	1	2	1	1
		-50,0	5,2	11,5	102	8,05	164	1,75	1	2	1	1
		-60,0	5,1	10,9	96	8,05	168	1,75	1	3	2	1
		-70,0	5,0	10,2	90	8,00	168	1,80	2	3	3	0



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
2	13.09.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	5	315	0,0		0,3		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	4	341	0,0		0,3		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	3	356	0,0		0,3		
		-12,0							
		-15,0	5	381	0,0		0,3		
		-20,0	0	437	0,0		0,5		
		-30,0	0	496	0,0		0,6		
		-40,0	0	557	0,0		0,7		
		-50,0	0	544	0,0		0,9		
		-60,0	0	542	0,0		1,1		
		-70,0	0	531	0,0		1,2		



# Hallstättersee



Inhalt



## Allgemeine Beurteilung

Der Hallstättersee erstreckt sich von den Nordabfällen des Dachsteinmassivs zwischen den Abhängen des Sarsteins und den Ausläufern des Plassens in Richtung Süd-Nord und liegt im Bereich zwischen  $47^{\circ} 33'$  und  $47^{\circ} 37'$  n. B. und zwischen  $13^{\circ} 38'$  und  $13^{\circ} 40'$  ö. L.

Die fjordartig zwischen den Steilhängen aus Dachsteinkalk eingebettete Seewanne verdankt ihre Entstehung dem Schurf des mächtigen Dachsteingletschers. Im nördlichen Drittel wird sie durch den Schuttkegel des Gosaubaches (Abfluß des Gosausees) bis auf 400 m eingeschnürt und so in zwei Teile geteilt: ein kleines nördliches Becken mit etwa 2,03 km<sup>2</sup> Fläche und einer Tiefe von maximal 44,5 m und ein großes südliches Becken von 6,52 km<sup>2</sup> Fläche und einer Tiefe von maximal 125 m.





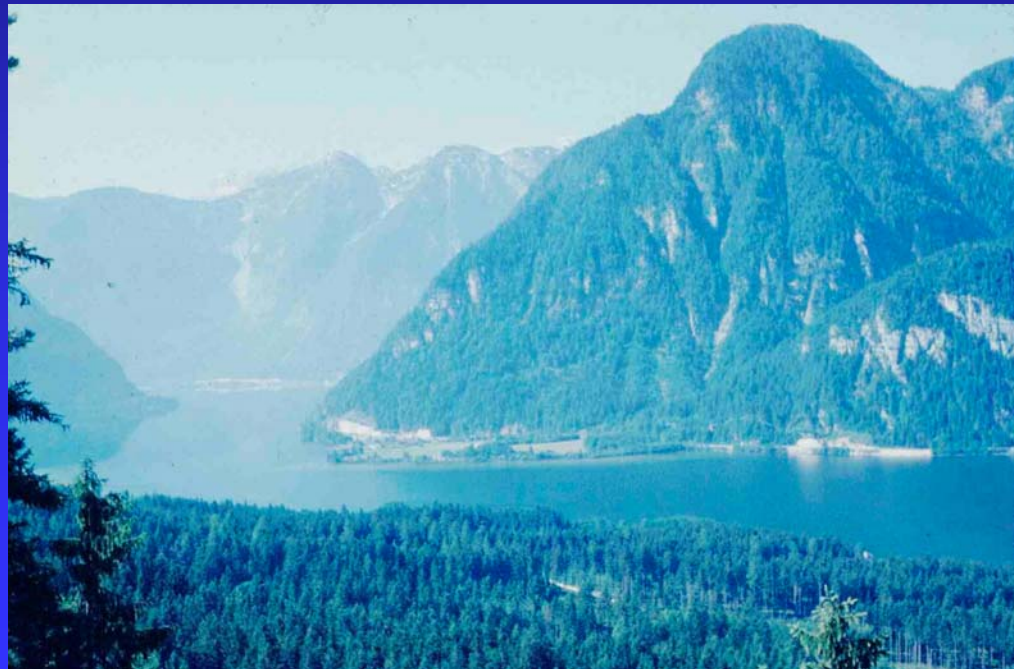
Das zum größten Teil im Kalkgestein liegende Einzugsgebiet ist ca. 75mal größer als die Seeoberfläche. Der größte Zufluß des Hallstättersees ist die Traun, die eine Reihe von Seen des Steirischen Salzkammergutes entwässert: Kammersee, Toplitzsee, Grundlsee, Altaussee und Ödensee. Sie bringt etwa 53 % der Gesamtwasserfracht, der Rest wird von drei größeren Bächen, dem Waldbach, dem Gosaubach und dem Leislingbach, sowie zahlreichen unter- und oberirdischen Quellen geliefert. Der kleinere Mühlbach, der im Ortsgebiet von Hallstatt in den See einmündet, weist oft hohe Chloridkonzentrationen auf, da sich in seinem Einzugsgebiet die Hallstätter Salzlagertstätten befinden. Der Abfluß des Hallstättersees ist wieder die Traun, die den See bei Steeg verläßt und bei Ebensee in den Traunsee mündet.



Bedingt durch die sehr starke Durchflutung kann sich der See im Sommer nur wenig erwärmen und zeigt eine nicht sehr deutlich ausgeprägte Temperaturschichtung. Nur selten können 20,0 °C Oberflächentemperatur erreicht werden. Der Hallstättersee friert im Winter selten zur Gänze zu, meist ist es nur der "Untersee", der eine geschlossene Eisdecke trägt. Der See beginnt meist Anfang Jänner mit der Zirkulation. Aber sehr oft wurden die tiefsten Schichten wegen der hohen Chloridkonzentration beim Durchmischen nicht oder nur teilweise erfaßt, so daß die Sauerstoffsättigung am Ende der Zirkulation im April oft nicht einmal 10 % erreichte. Derartige Situationen sind seit 1989 nicht mehr eingetreten.

Obwohl der See kein klassischer Badesee ist, gibt es einen regen Sommer- und Wintertourismus.

Aufgrund der Nährstoffsituation im Epilimnion kann der Hallstättersee heute dem Grenzbereich zwischen oligotrophen und mesotrophen Seetypus zugeordnet werden. In den späten 80er Jahren wäre der See noch eindeutig als mesotroph zu klassifizieren gewesen.



Hallstättersee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	213	9,4	1,6	21,3
Sichttiefe		211	7,0	1,6	14,2
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	211	9,4	0,0	43,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	211	53,0	11,0	689,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	211	2,7	0,1	9,5
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund				
1980 -1986		82	108,0	4,0	427,0
1994		12	17,0	0,0	78,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m				
1980 -1986		80	5,5	0,0	35,0
1994		10	1,9	0,0	13,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	4	50,3	4,2	107,6
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	173	1,63	0,1	6,5

### Charakteristische Werte aus der Zeitreihe 1980 bis 1997

Sichttiefe: Die Sichttiefe des Hallstättersees hängt in ganz besonderem Maße von Niederschlägen ab. Die starken Schwankungen der Sichttiefe sind zum überwiegenden Teil auf mineralische Trübung nach Unwettern zurückzuführen.



## Sichttiefen am Hallstättersee 1980 - 1997

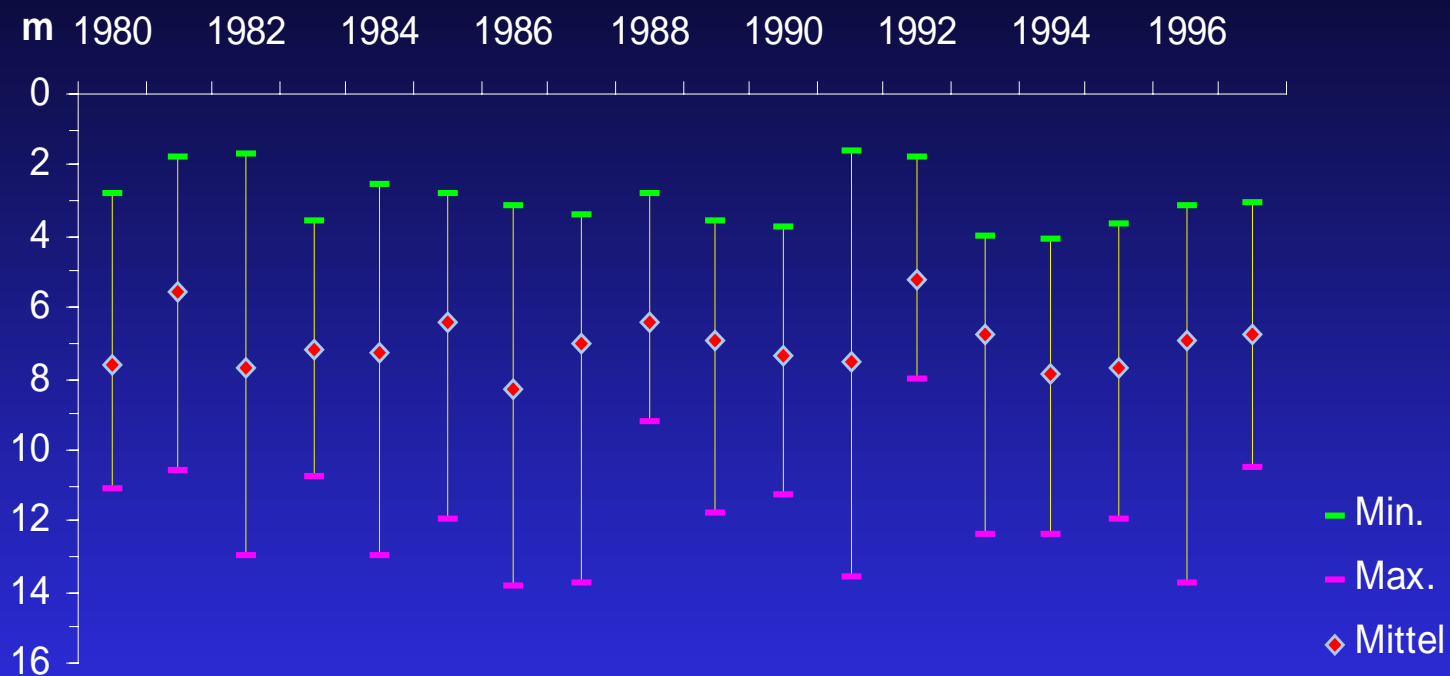


Abb. 1: Sichttiefen des Hallstättersees von 1980 bis 1997

Die höchsten Sichttiefen treten daher meist nach längeren niederschlagsfreien Perioden auf, etwa November bis Februar, manchmal auch im Hochsommer (02.08.1994: 12,4 m). Der Mittelwert von 180 Messungen liegt bei 7,0 m. Die größte Sichttiefe wurde am 28.11.1984 mit 14,2 m gemessen, die niedrigste am 06.08.1991 mit 1,6 m.

Temperatur: Wie schon eingangs erwähnt, ist der Hallstättersee wegen seiner niedrigen Temperaturen kein Badesee. So beträgt seine mittlere Jahrestemperatur nur 7,0 °C, und das Maximum von 21,3 °C war in 15 Jahren nur ein einmaliges Ereignis (August 1990).

Ein Jahr später, im August 1991, lag die Oberflächentemperatur bei 11,9 °C, also 10,0 °C niedriger. Der Temperaturgradient verlief relativ flach, es war kein deutliches Metalimnion ausgeprägt. Bei etwa 60 m Tiefe wurde eine Tiefen-temperatur von 4,5 bis 4,9 °C erreicht. Die niedrigste Oberflächentemperatur wurde im Jänner 1981 mit 1,6 °C gemessen.

Die Abbildung 3 zeigt die mittleren Oberflächentemperaturen von 1980 bis 1997. Der Jahresgang der Oberflächentemperatur ist in Abbildung 2 dargestellt. Der See wird sehr stark durchströmt, was sich in der kurzen Verweildauer von einem knappen halben Jahr ausdrückt.



## Oberflächentemperatur 1994

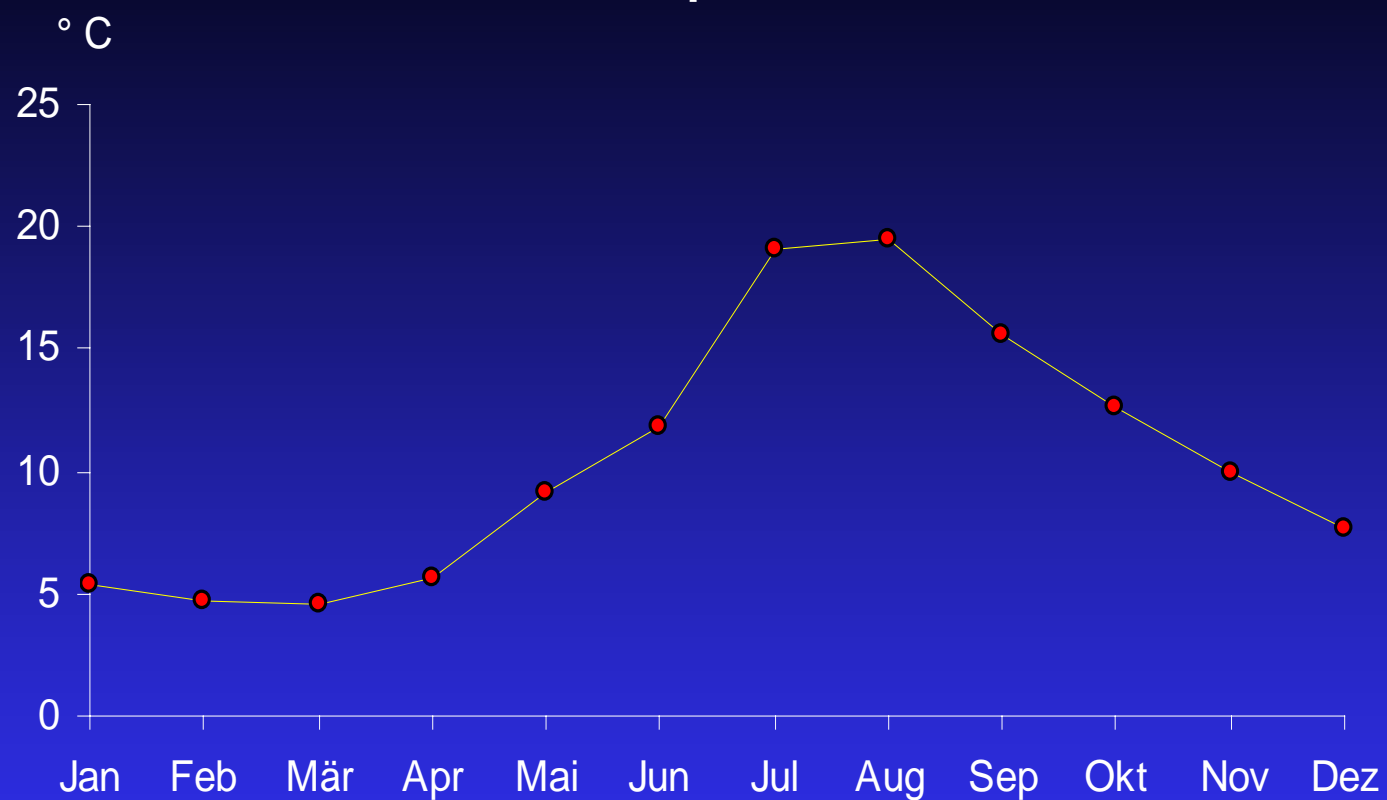


Abb. 2: Jahresgang der Oberflächentemperatur des Hallstättersees 1994





## Oberflächentemperaturen Jahresmittel 1980 - 1997

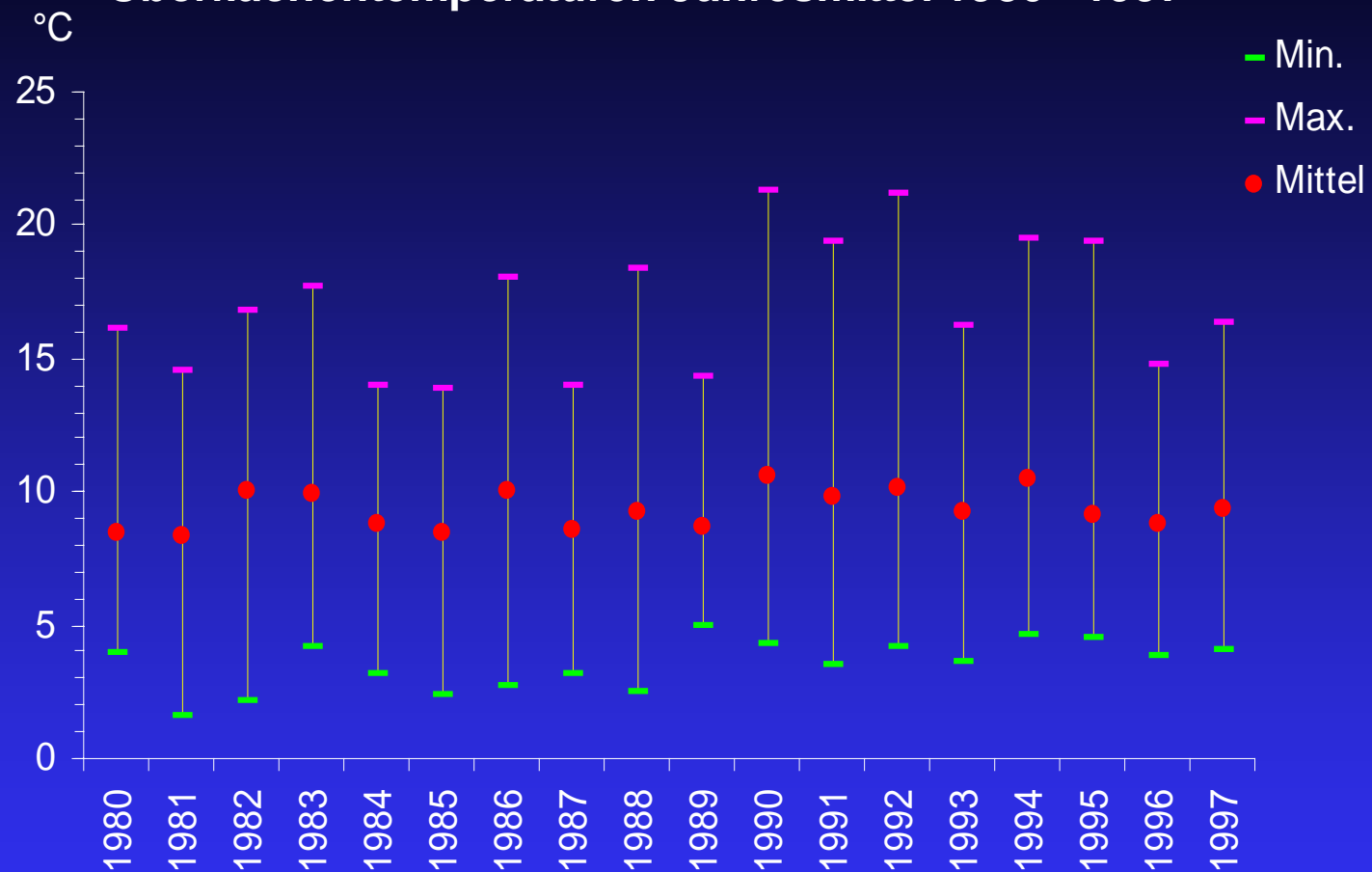


Abb. 3: Jahresmittelwerte der Oberflächentemperaturen von 1980 bis 1997

Der Durchstrom der Traun und der anderen Zuflüsse ist so stark, daß sie dem sehr tiefen See (125,2 m) eine jährliche Zirkulation bis in größere Tiefen ermöglicht. Teildurchmischungen beginnen meist schon im Jänner, werden aber oft im Februar unterbrochen und im März oder April fortgesetzt. Solche Durchmischungen reichen oft nur bis 60 m (1985), meist jedoch bis 80 oder 100 m Tiefe. Eine perfekte Vollzirkulation wurde zwischen 1980 und 1994 nur im April 1990 festgestellt.

Sauerstoff: Der Hallstättersee liegt im Grenzbereich zwischen einem holomiktischen und einem meromiktischen See. Seine im Verhältnis zur Oberfläche große Tiefe läßt allein schon aus der Morphometrie eine Meromixis vermuten. Zusätzlich gibt es im Tiefenbereich infolge von Dichteunterschieden durch die Chloridbelastung ein weiteres stabilisierendes Moment. Diesen beiden die Meromixis begünstigenden Faktoren wirkt allerdings die starke Durchflutung entgegen. So konnte MÜLLER (1982) für die Jahre 1970 bis 1977 eine relativ hohe Korrelation ( $r = 0,86$ ) zwischen Sauerstoffgehalt im Tiefenbereich und Hochwasserereignissen der jeweiligen Jahre feststellen. Für die Jahre zwischen 1980 und 1997 ergab sich leider keine Korrelation ( $r = 0,33$ ). Allerdings nahm seit 1980 die Chloridkonzentration drastisch ab (siehe Abbildung 7), so daß die kontinuierliche Durchflutung des Sees schon ausreichte, die Dichteunterschiede zu überwinden. Dabei kam es 1990 erstmals im Untersuchungszeitraum von 1980 bis 1997 zu einer Vollzirkulation, bei der die Differenzen der Chlorid- und Sauerstoffkonzentrationen von Oberflächen- und Grundprobe aufgehoben wurden.





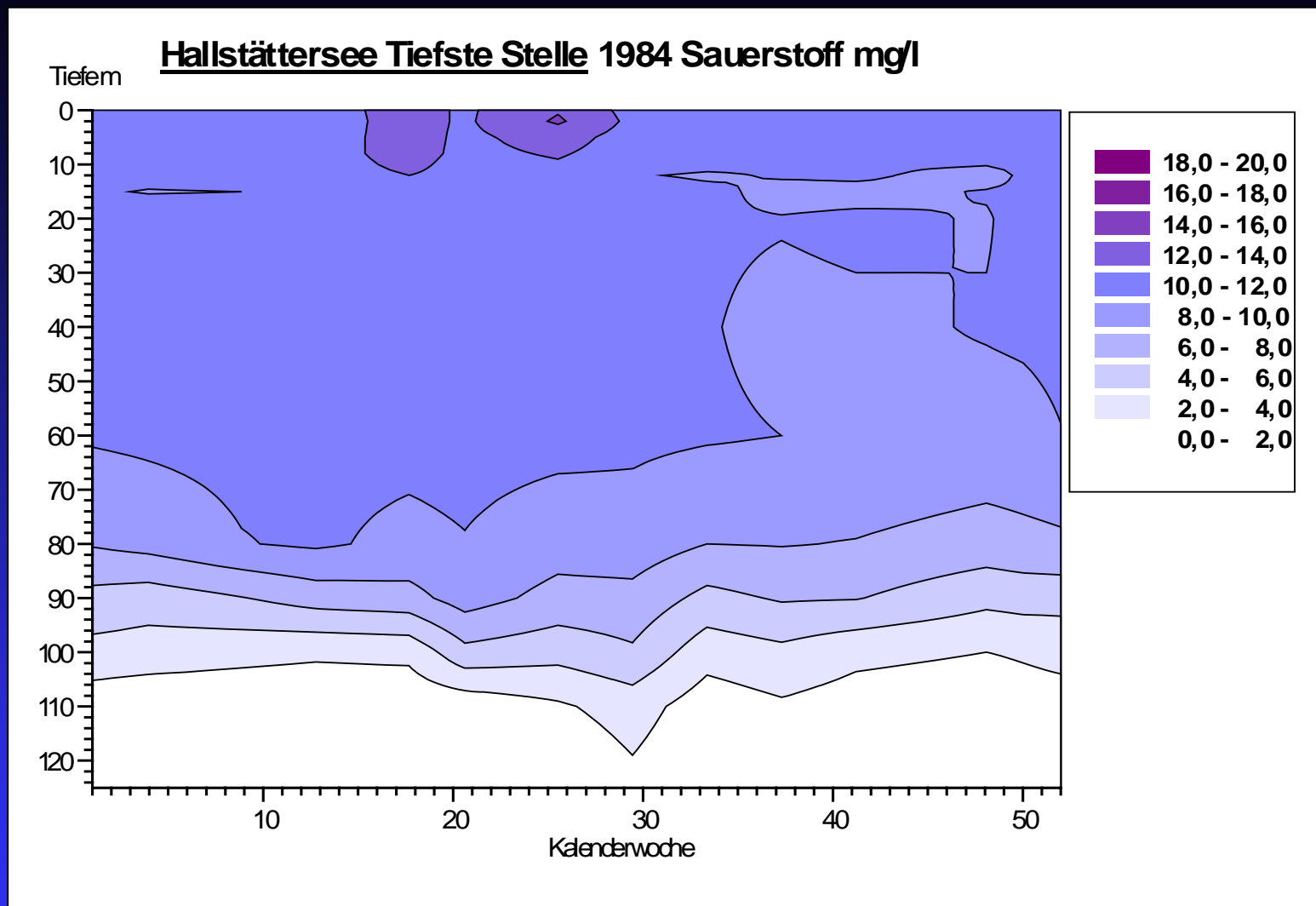


Abb. 4: Sauerstoffkonzentrationen des Jahres 1984 im Hallstättersee



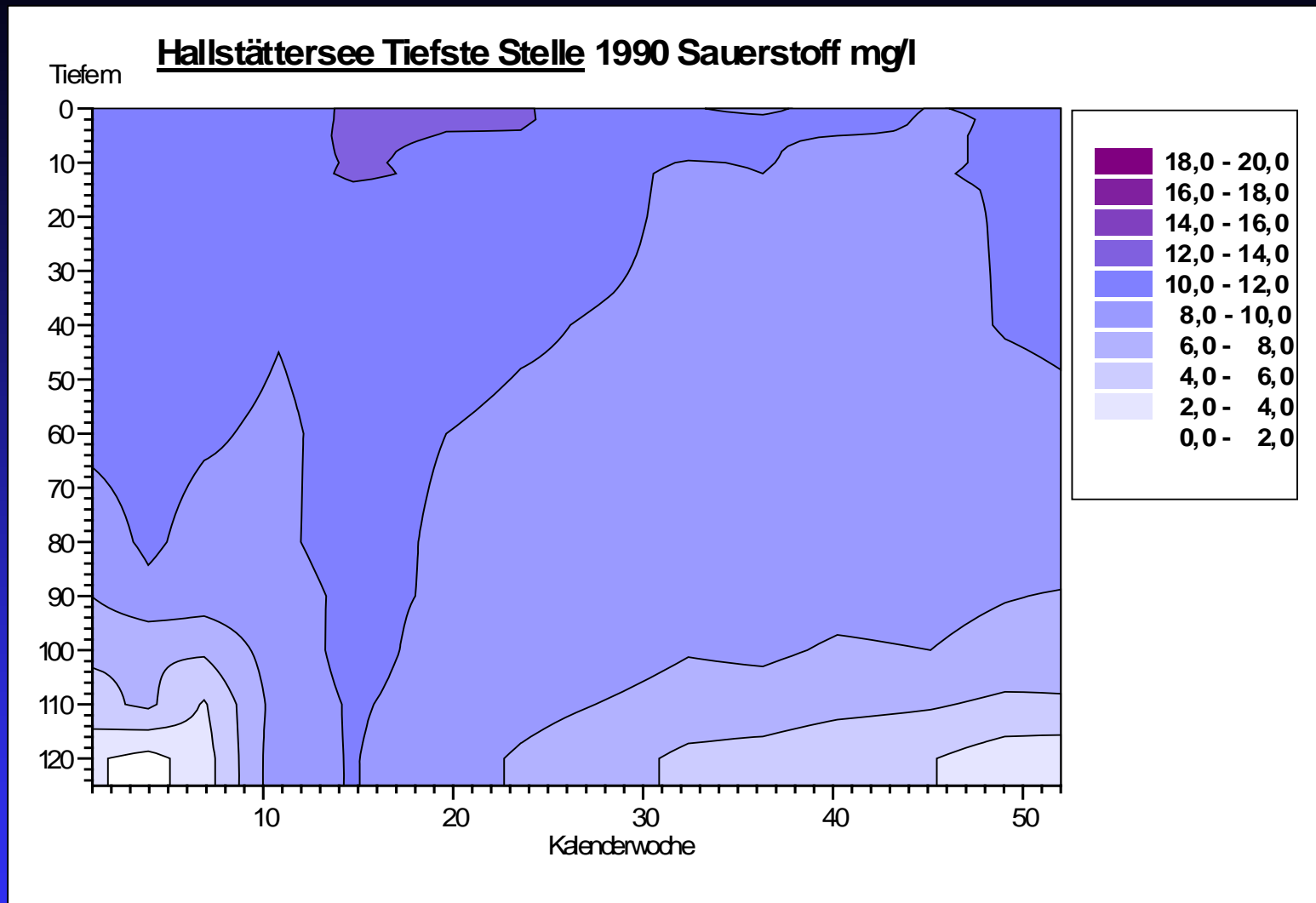


Abb. 5: Sauerstoffkonzentrationen des Jahres 1990 im Hallstättersee

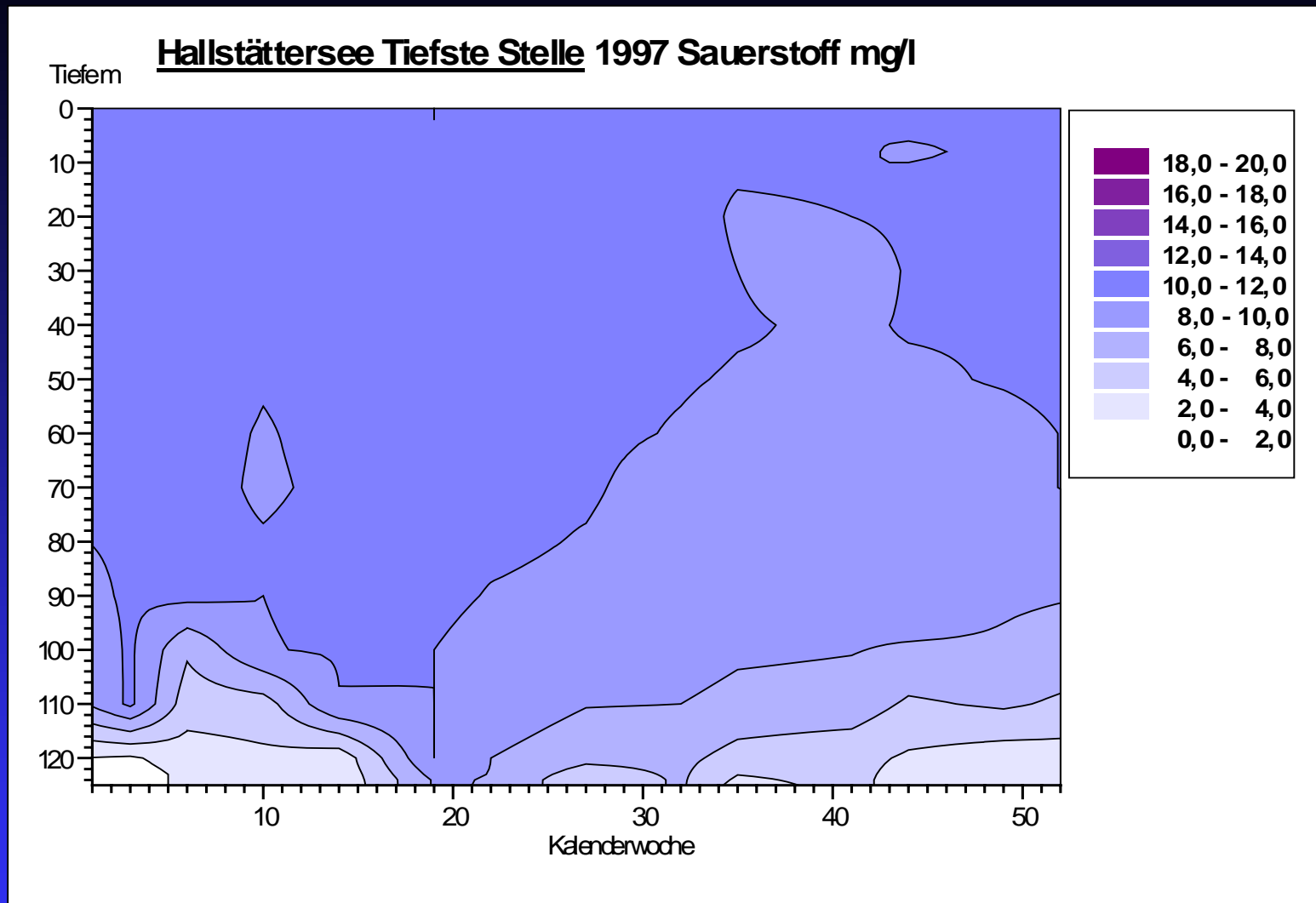


Abb. 6: Sauerstoffkonzentrationen des Jahres 1997 im Hallstättersee

Die Isoplethendarstellungen mit den Sauerstoffkonzentrationen von 1984, 1990 und 1997 (siehe Abbildungen 4 bis 6) zeigen eindrucksvoll die sauerstoffarme Zone unter 100 m (1984) und deren Auflösung 1990 und 1997.

Die Sauerstoffmengen im Hypolimnion (75 m bis Grund) haben aber vor allem durch Jahr für Jahr tiefer wirkende Teilzirkulationen zugenommen.

### Konzentrationen von Chlorid und Sauerstoff im Hypolimnion

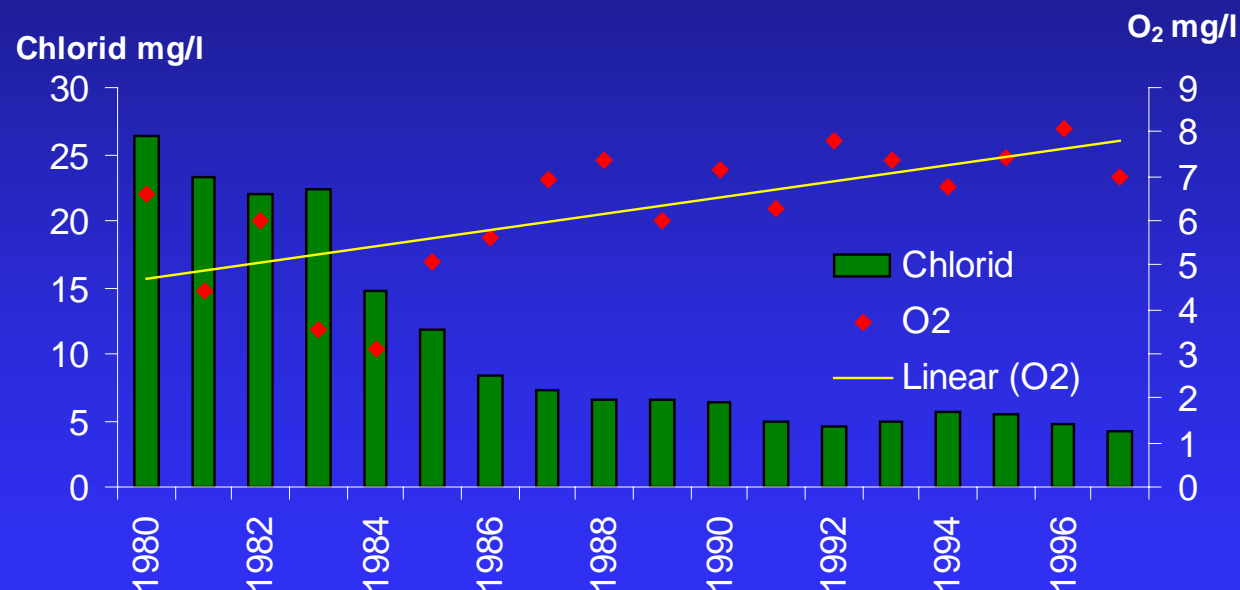


Abb. 7: Sauerstoffinhalte im Hypolimnion im Vergleich mit den Chloridkonzentrationen

Die Abbildung 7 zeigt eine Gegenüberstellung der abnehmenden hypolimnischen Chloridmittelwerte - ausgedrückt in mg/l - mit den mittleren Sauerstoffkonzentrationen im Hypolimnion - ausgedrückt in Tonnen.

Leitfähigkeit: Die Leitfähigkeit im Hallstättersee schwankt unter dem Einfluß der Chloridkonzentration um mehr als 100 % (175  $\mu\text{S/cm}$  bis 389  $\mu\text{S/cm}$ ). Die niedrigste Leitfähigkeit wurde im August 1994 in 5 m Tiefe gemessen, die höchste im Februar 1982 in 120 m Tiefe.

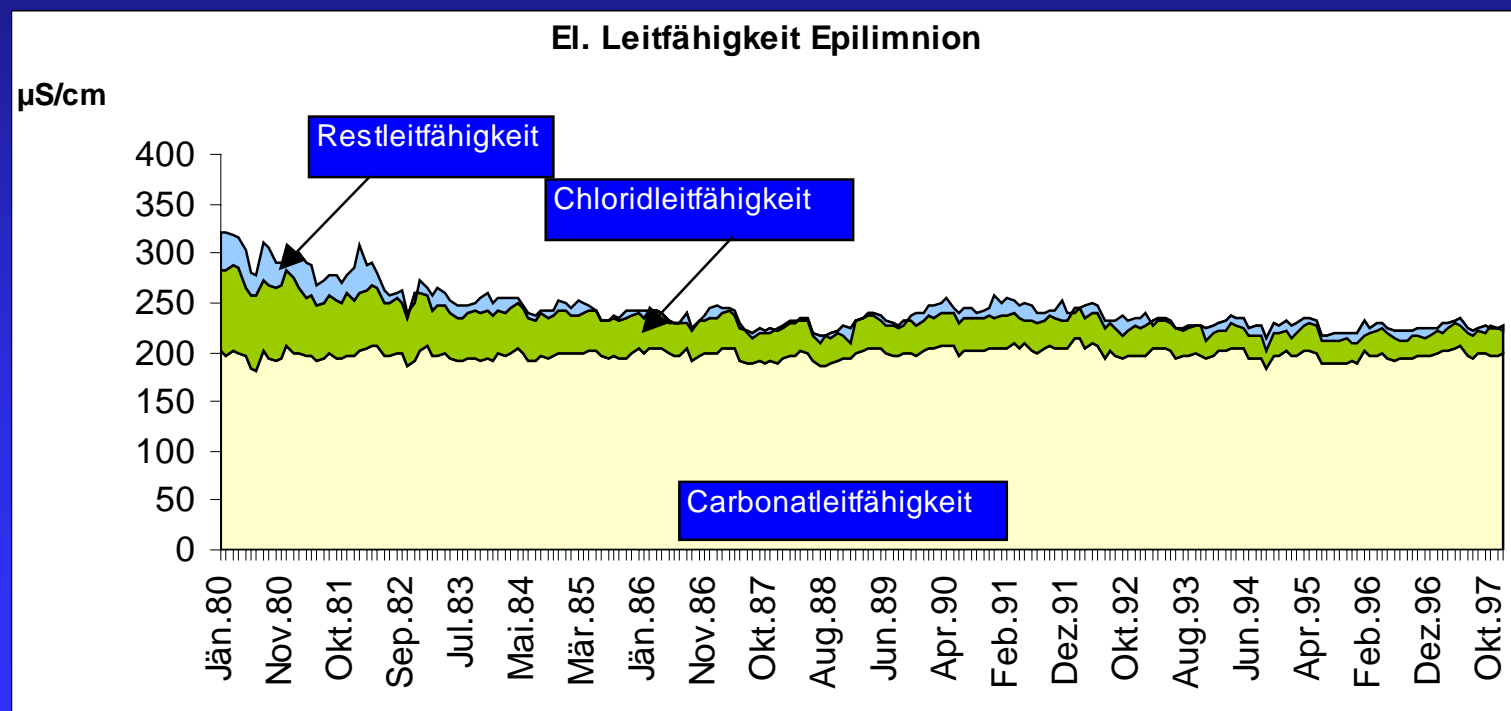


Abb. 8: El. Leitfähigkeit im Epilimnion im Hallstättersee von 1980 bis 1997

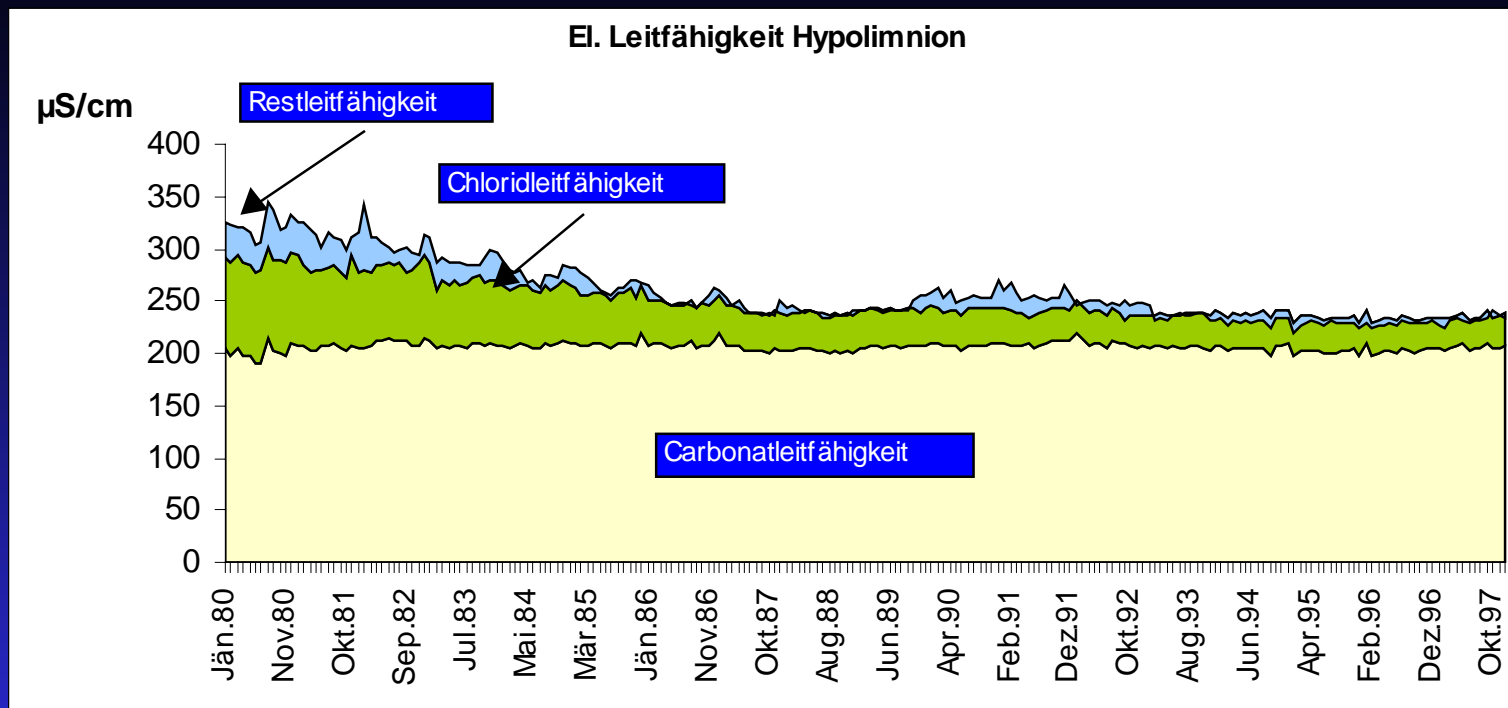


Abb. 9: El. Leitfähigkeit im Hypolimnion im Hallstättersee von 1980 bis 1997

pH-Wert: Die großen Schwankungen des pH-Wertes des Hallstättersees (6,80 - 8,85) fallen in die Zeit zwischen 1980 bis 1984. 10 Jahre später, zwischen 1990 und 1994, verringerte sich die Spannweite auf 7,35 - 8,60. Da die hohen pH-Werte alle zwischen Mai und September und nur in den obersten 10 m auftraten, muß man davon ausgehen, daß sie auf Assimilationsvorgänge zurückzuführen sind.

Alkalinität: Die Alkalinität weist im Oberflächenbereich während der Vegetationsperiode meist Werte zwischen 1,60 und 1,90 mval/l auf, dies entspricht einer Carbonathärte von 4,5 - 5,6 °dH. Nur selten wurden im Sommer Werte von 2,0 mval/l überschritten. Im Winter stiegen die Werte leicht an und erreichten oft 2,30 mval/l. Das Maximum wurde im Februar 1987 in 125 m Tiefe gemessen (3,05 mval/l). Die niedrigste Alkalinität in der Höhe von 1,55 mval/l stammt vom Juni 1980 aus 2 m Tiefe.

Gesamt-Phosphor: Der Hallstättersee wurde nicht nur durch Chlorid belastet, das sich auf die Durchmischung negativ auswirkte, sondern auch durch Düngestoffe, die das Algenwachstum begünstigten.

Vor allem der Phosphor förderte die zunehmende Eutrophierung des Hallstättersees. Die alarmierenden Phosphorkonzentrationen gegen Ende der 70er Jahre stiegen bis 1984 weiter an. In diesem Jahr wurde in 125 m Tiefe eine Konzentration von 689 mg/m<sup>3</sup> gemessen (November 1984). Die mittlere Konzentration des Hypolimnions stieg im Jahresdurchschnitt auf 41,6 mg/m<sup>3</sup> an, dagegen lag sie im Epilimnion bei nur 14 mg/m<sup>3</sup>.

Die von nun an stark fallenden Konzentrationen gaben Anlaß zu vorsichtigem Optimismus. Aber von 1989 bis 1991 stiegen die Werte erneut an. Im Juli 1991 gab es in 125 m Tiefe wieder 172 mg/m<sup>3</sup> und im Epilimnion zwischen 2 und 20 m eine Konzentration von 32 mg/m<sup>3</sup>. Erst ab 1992 sanken die Konzentrationen im Epilimnion auf Werte unter 10 mg/m<sup>3</sup>.

Auch die Konzentrationen des gelösten Phosphors haben vor allem im Hypolimnion deutlich abgenommen. In der trophogenen Zone des Epilimnions wurde



der Phosphor oft bis unter die Nachweisbarkeitsgrenze aufgebraucht. Dagegen wurden im Hypolimnion unter anaeroben Bedingungen, wie sie bis gegen Ende der 80er Jahre häufig vorkamen, große Mengen Orthophosphat aus dem Sedi-

## Ges.-P. Jahresmittelwerte 1980 - 1997

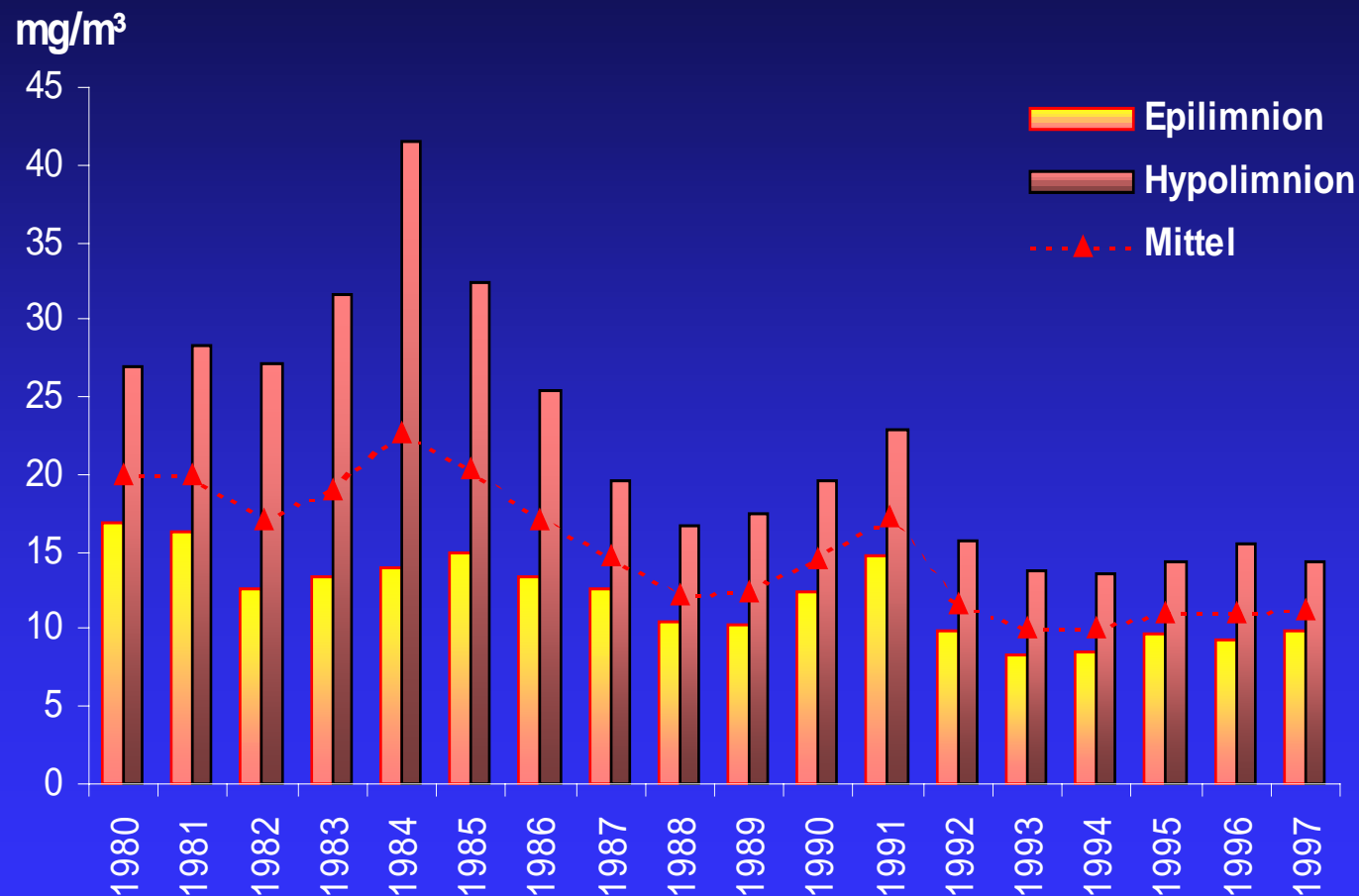


Abb. 8: Konzentrationen des Ges.- P. jeweils am Ende der Sommerstagnation



ment zurückgelöst, weshalb bis 1984 unter 100 m Tiefe Konzentrationen bis  $221 \text{ mg/m}^3$  (Dezember 1984) gefunden wurden. 1994 schwankten diese Werte zwischen 9 und  $24 \text{ mg/m}^3$ . An dieser Verbesserung der Phosphorsituation ist sicher auch die bessere Versorgung mit Sauerstoff im Tiefenbereich mitbeteiligt.

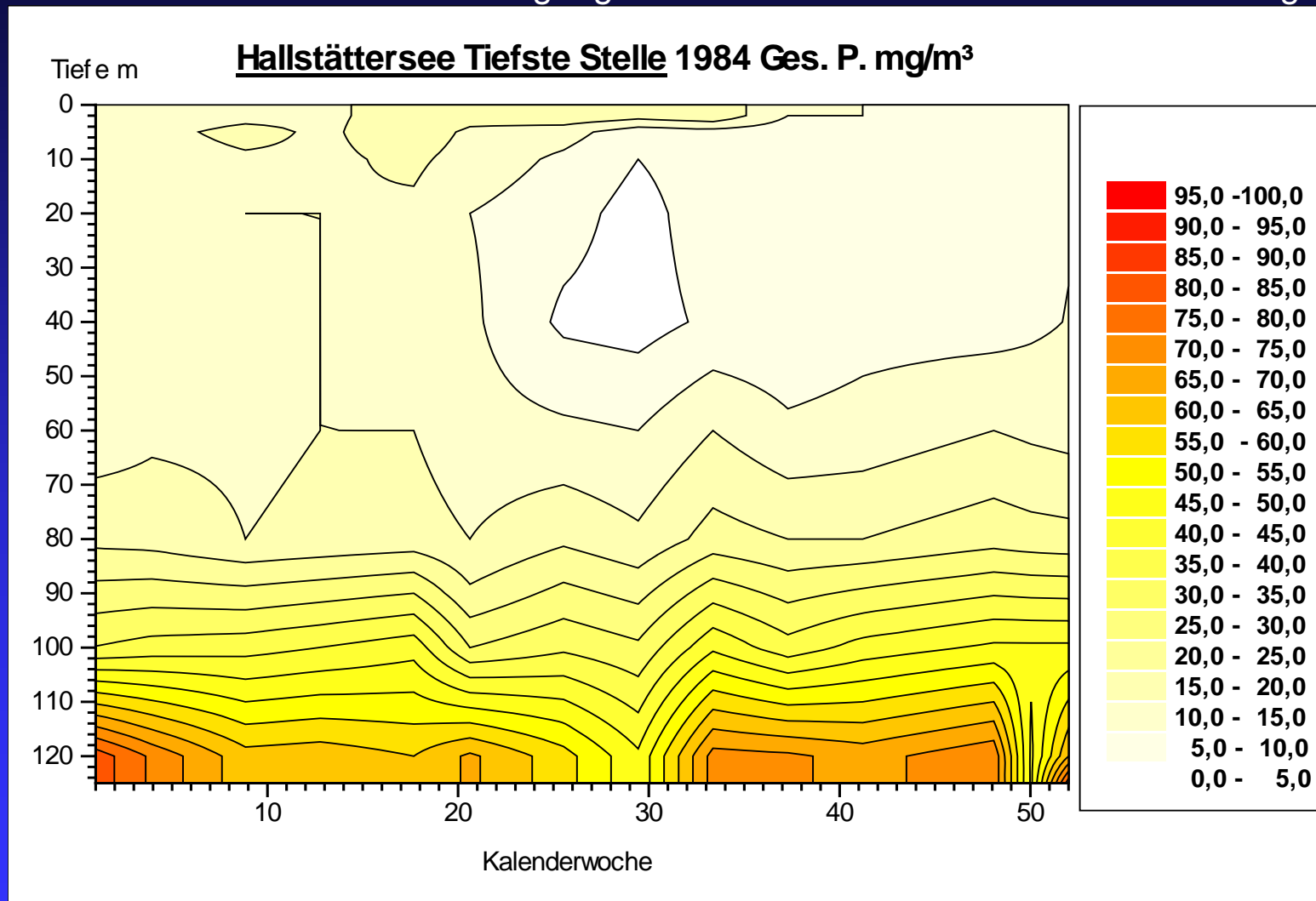


Abb. 9: Verteilung der Ges.-P. Konzentrationen von 1984

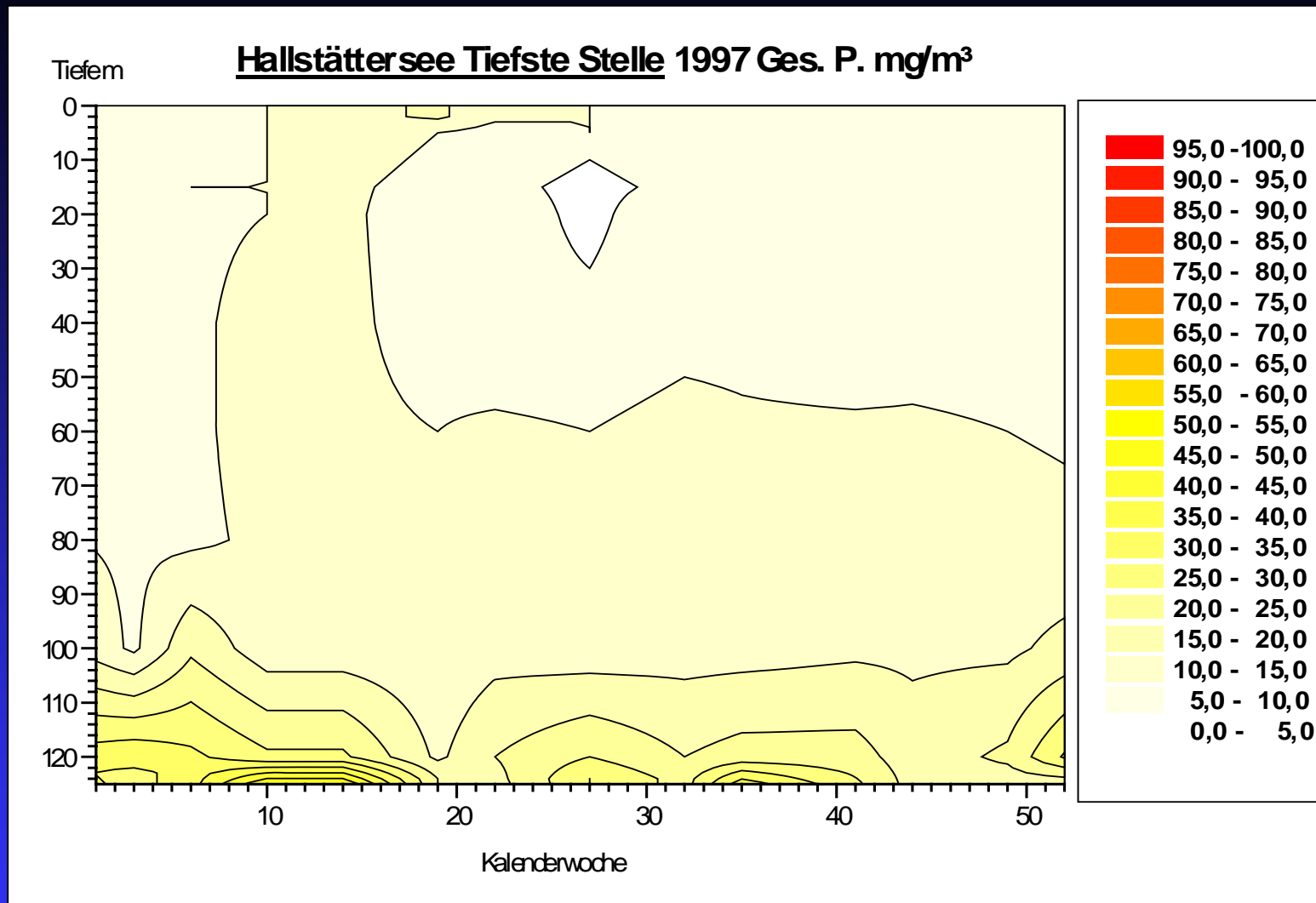


Abb. 10: Verteilung der Ges.-P. Konzentrationen von 1997

Ammonium-Stickstoff: Das Ammonium konzentriert sich vor allem auf den Tiefenbereich zwischen 120 und 125 m. Hier können ab Sommer bis in den Spät-

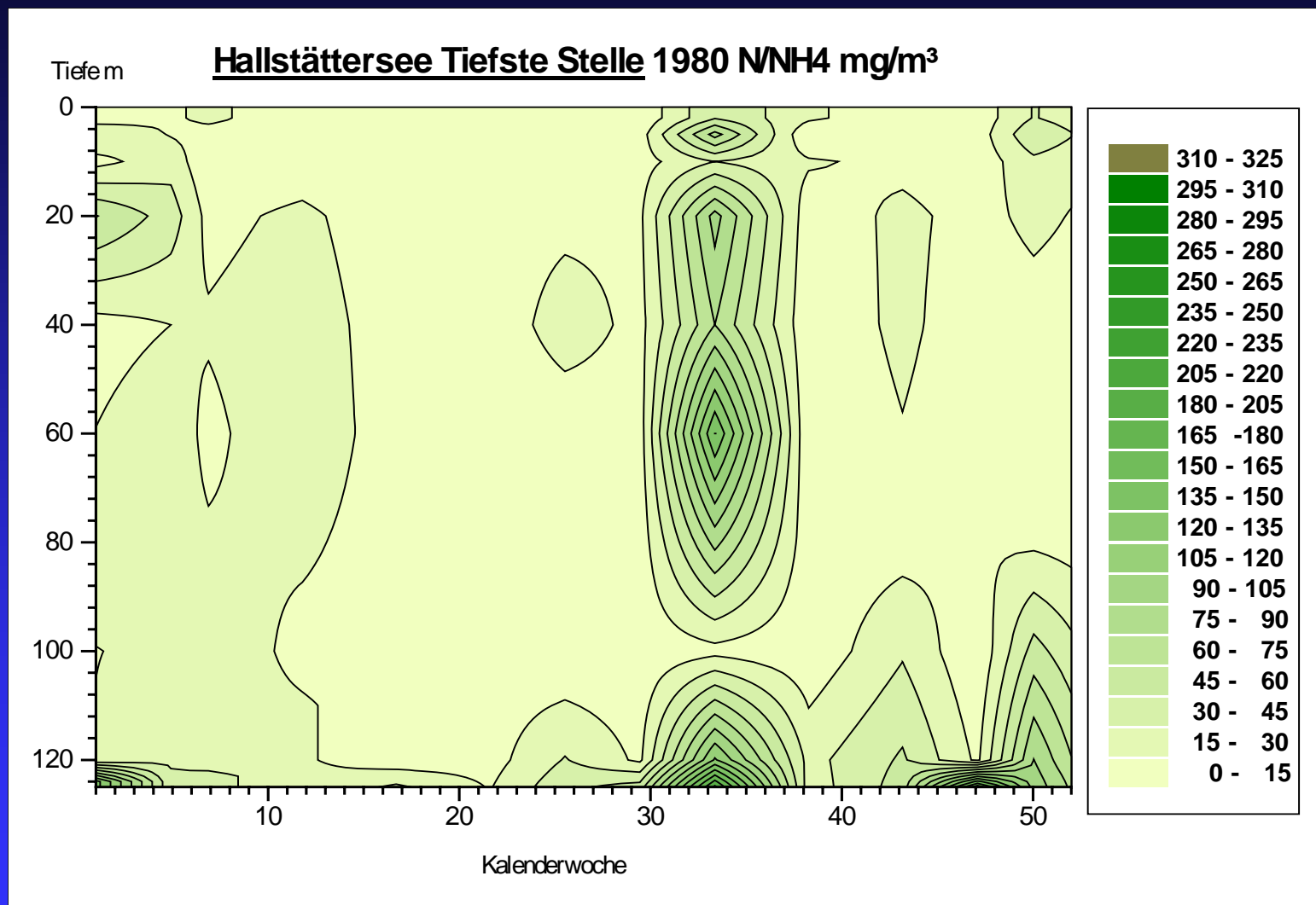


Abb. 11: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1980

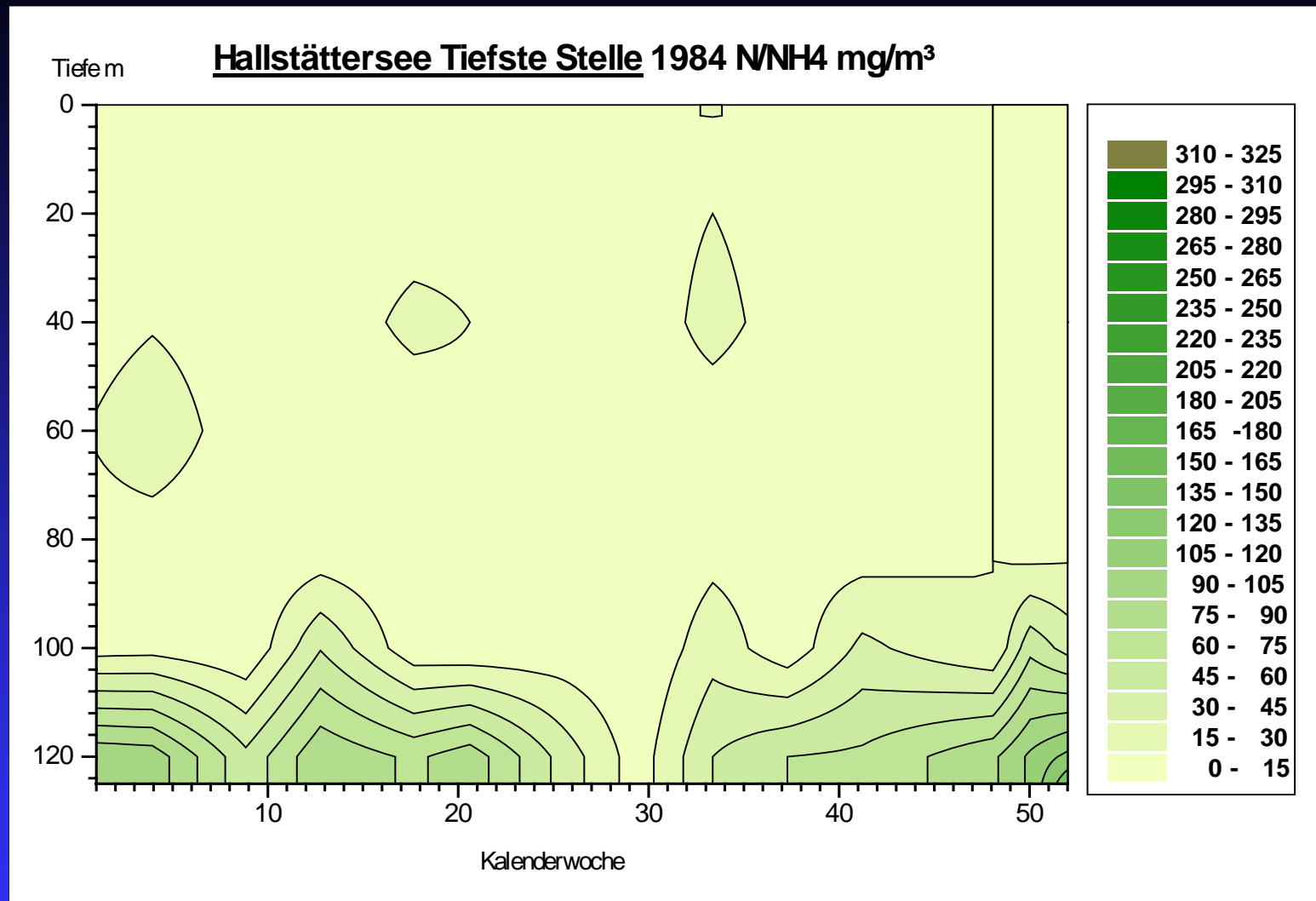


Abb. 12: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1984

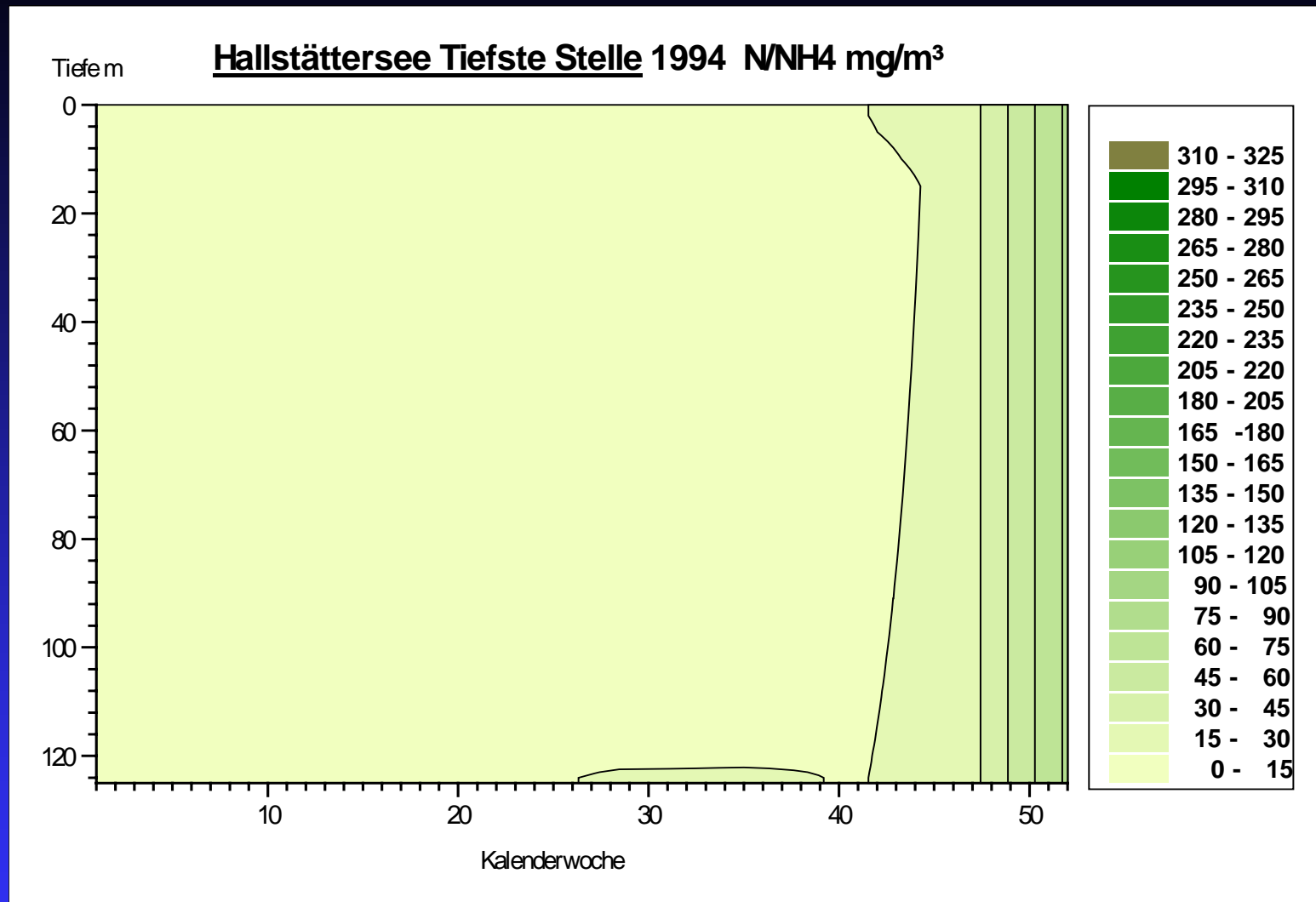


Abb. 13: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1994

herbst hohe Konzentrationen bis über 400 mg/m<sup>3</sup> N-NH<sub>4</sub> auftreten (November 1984). Während die Konzentrationen im Epilimnion von 1981 an konstant abnahmen, stiegen sie im Hypolimnion bis 1984 an. Leider stehen für die Jahre von 1987 bis 1993 keine Stickstoffwerte zur Verfügung, man kann jedoch aus den Abbildungen 11 - 13 entnehmen, daß der Ammonium-Stickstoff sowohl im Epilimnion als auch im Hypolimnion bis auf äußerst geringe Konzentrationen (0,9 bzw. 2,4 mg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel) abgenommen hat.

Nitrat-Stickstoff: Die Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs im Epilimnion schwanken meist zwischen 400 und 550 mg/m<sup>3</sup>. Bis etwa 1984 kam es während der Vegetationsperioden in diesem Bereich mehrmals zu Produktionsschüben des Phytoplanktons (HEINZEL 1982), bei welchen die Nitratkonzentrationen auf Werte unter 200 mg/m<sup>3</sup> absanken (September 1982). Auch über Grund traten beim Nitrat bis etwa 1984 niedrige Werte auf, die manchmal 200 mg/m<sup>3</sup> unterschritten (März 1982: 122 mg/m<sup>3</sup>). Die höchsten Werte traten meist während der Durchmischungsphasen auf (Maximum: 607 mg/m<sup>3</sup> im Februar 1980).



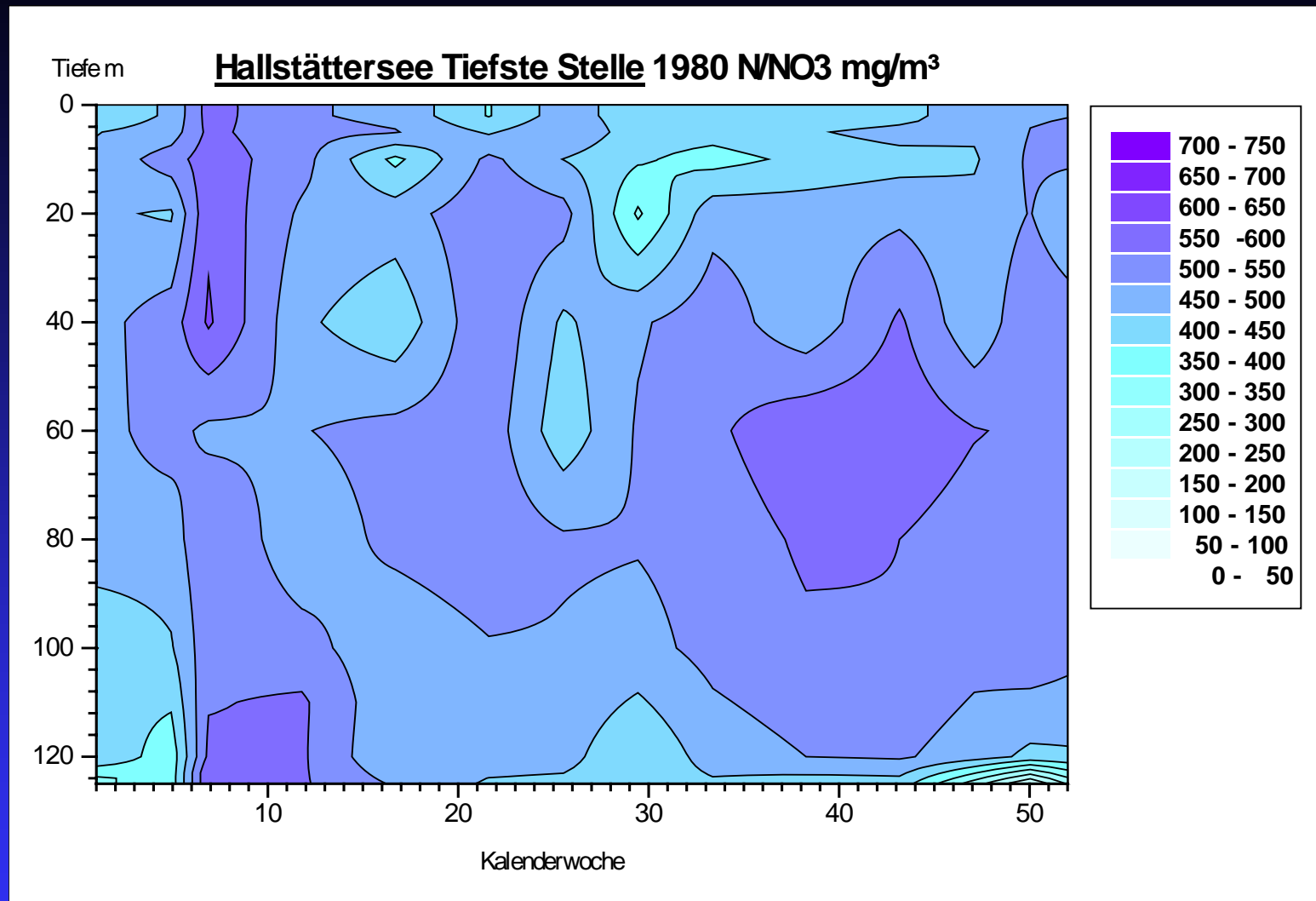


Abb. 14: Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs des Jahres 1980

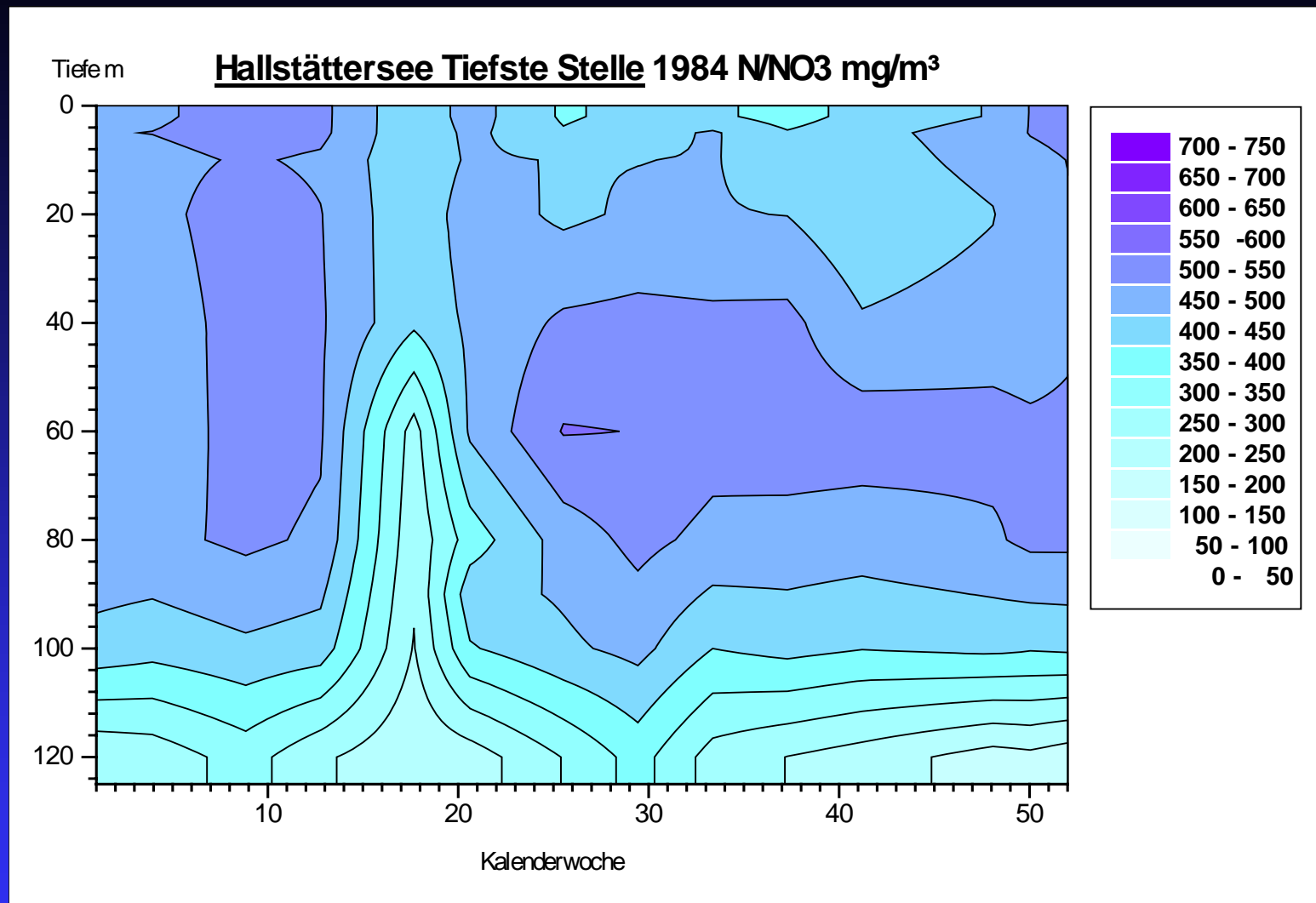


Abb. 15: Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs des Jahres 1984



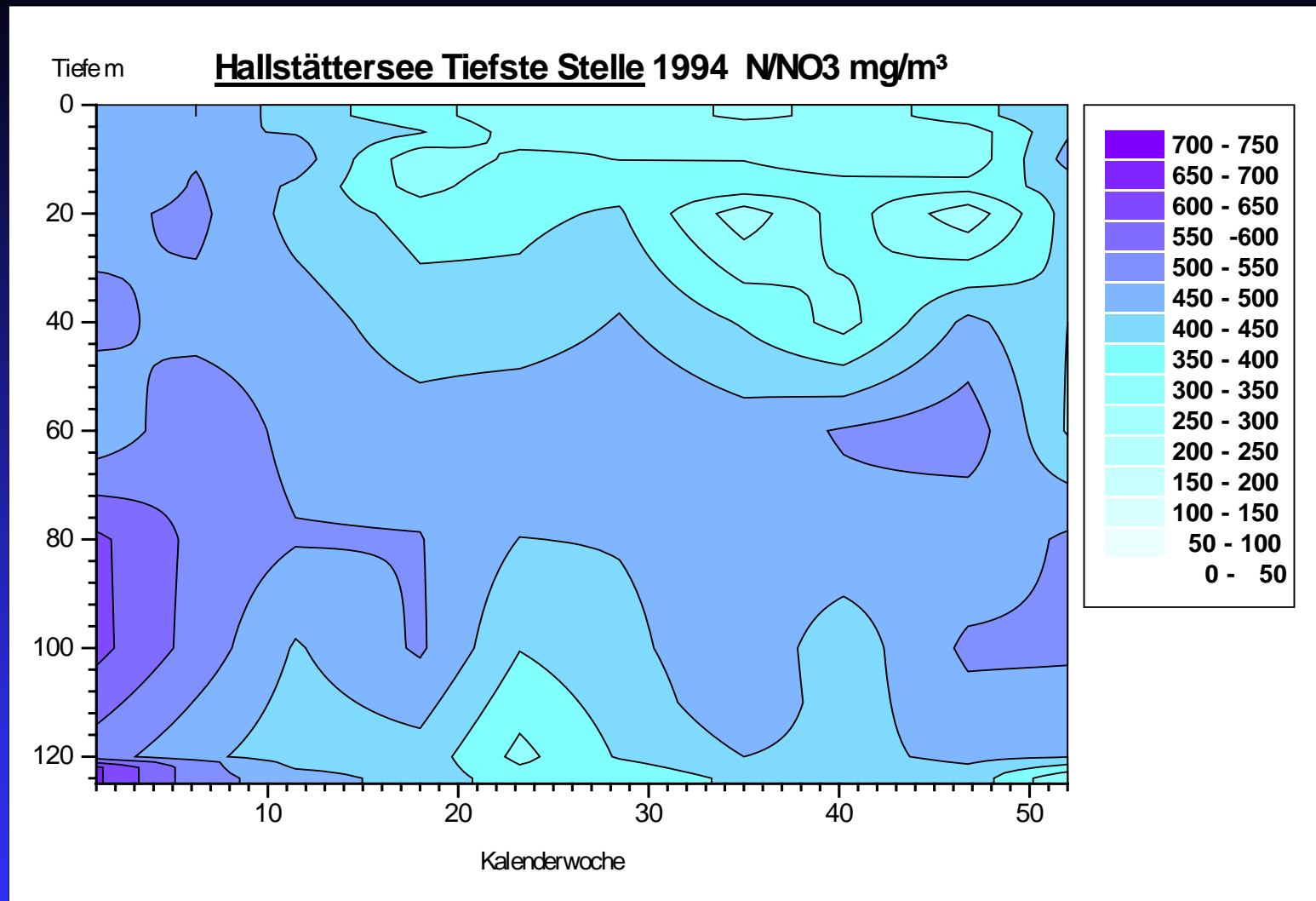


Abb. 16: Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs des Jahres 1994

Chlorid: Wie schon im Zusammenhang mit den Schichtungsverhältnissen des Hallstättersees bei der Beschreibung des Sauerstoffs erwähnt wurde, hat die Konzentration des Chlorids im Untersuchungszeitraum sehr deutlich abgenommen (siehe Abbildungen 18 bis 19).

Nach zwei geglückten Vollzirkulationen im März 1978 und 1979 strebte die Konzentration des Chlorids 1980 einem Höhepunkt entgegen. Im März 1980 betrug der Mittelwert von 2 bis 125 m noch 28,2 mg/l. Von 1980 bis 1983 nahm dann

### Chlorid Jahresmittel 1980 - 1997

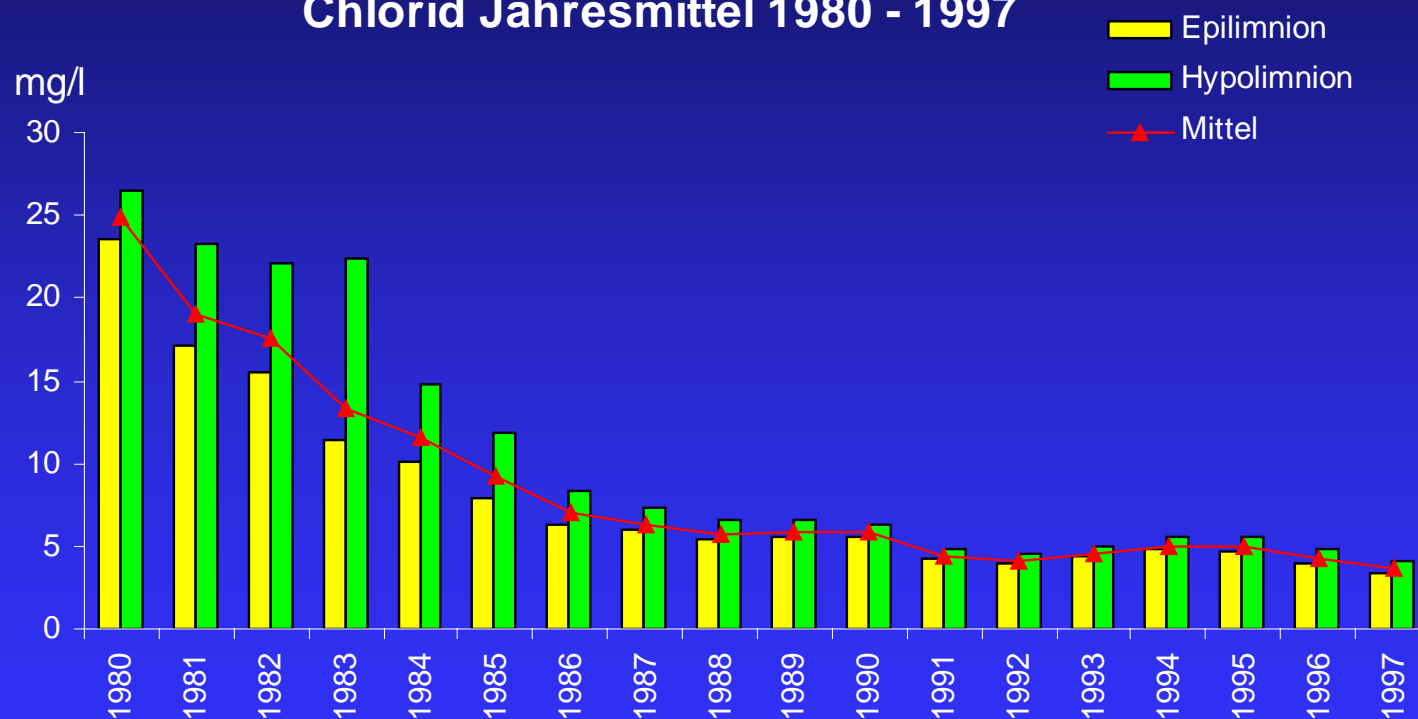


Abb. 17: Jahresmittelwerte der Chloridkonzentrationen von 1980 bis 1997

die Konzentration im Epilimnion stärker ab als im Hypolimnion, erst ab 1984 verringerten sich die mittleren Konzentrationsunterschiede auf weniger als 1 mg/l im Jahre 1994.

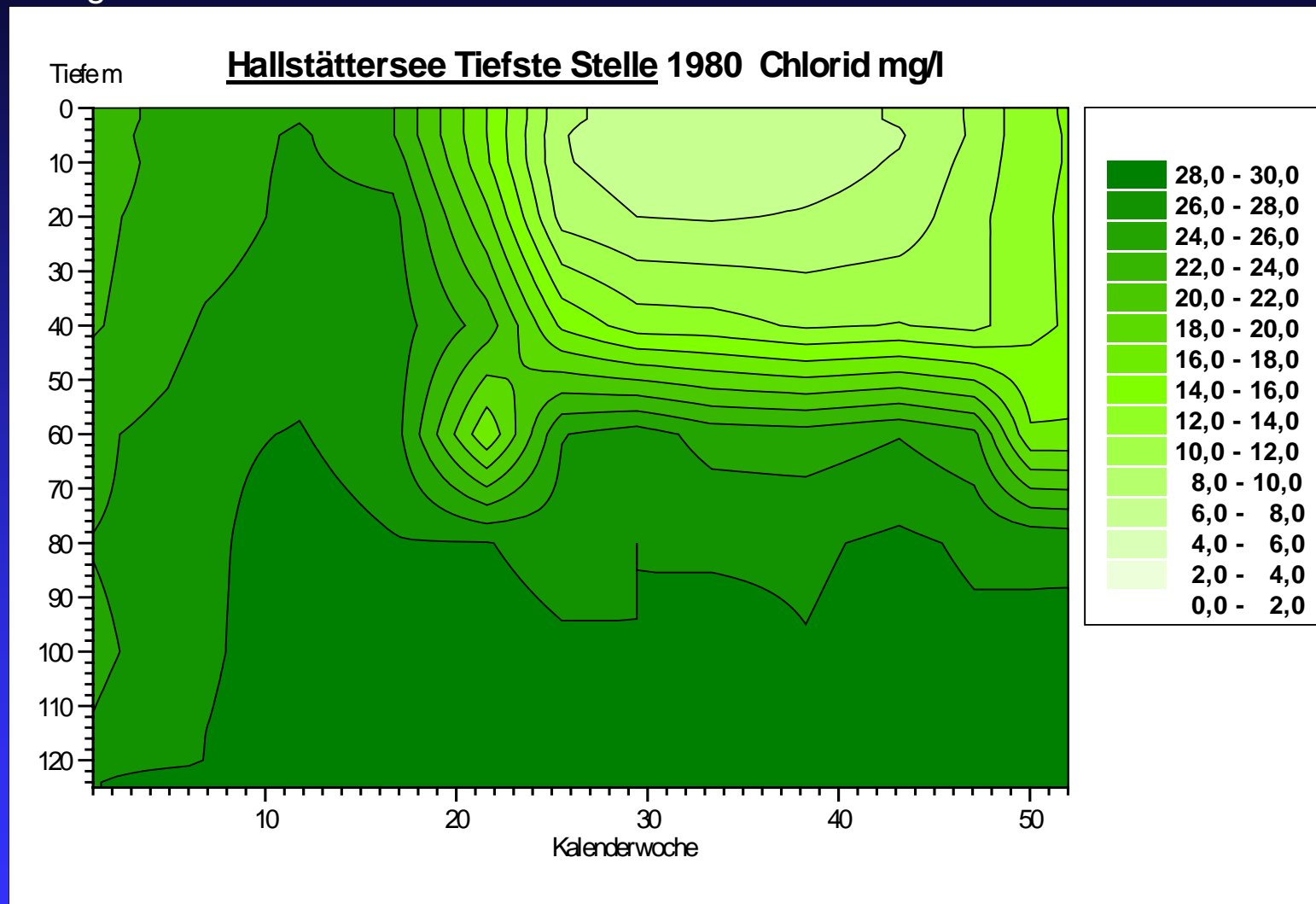


Abb. 18: Verteilung der Chloridkonzentrationen des Jahres 1980

Die auf der nächsten Seite dargestellten Säulendiagramme zeigen die Differenzen zwischen Oberfläche und Grund von Chlorid (grüne Säulen) und vom Sauerstoff (blaue Linien). Darin soll zum Ausdruck kommen, wann eine Vollzir-

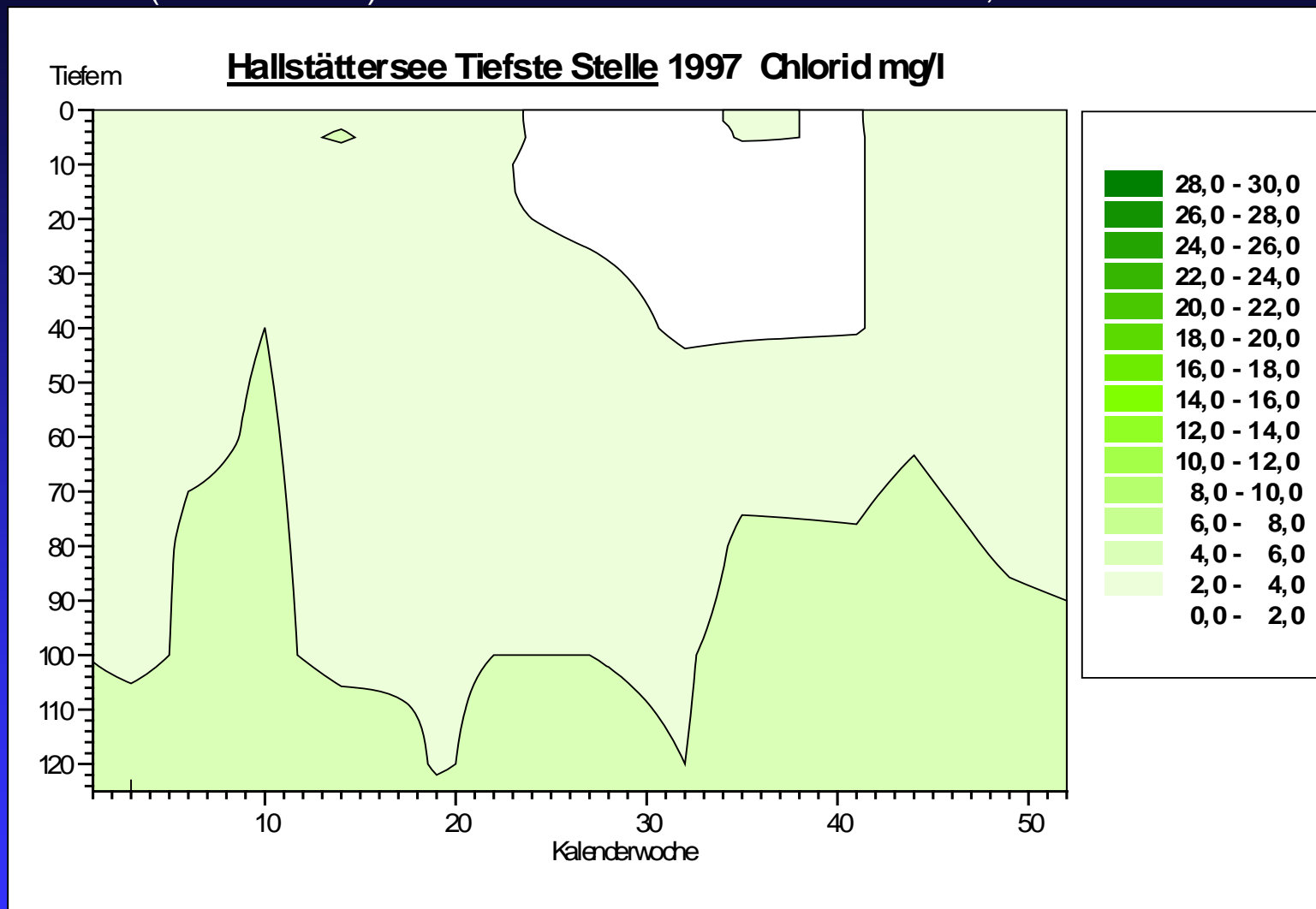


Abb. 19: Verteilung der Chloridkonzentrationen des Jahres 1997

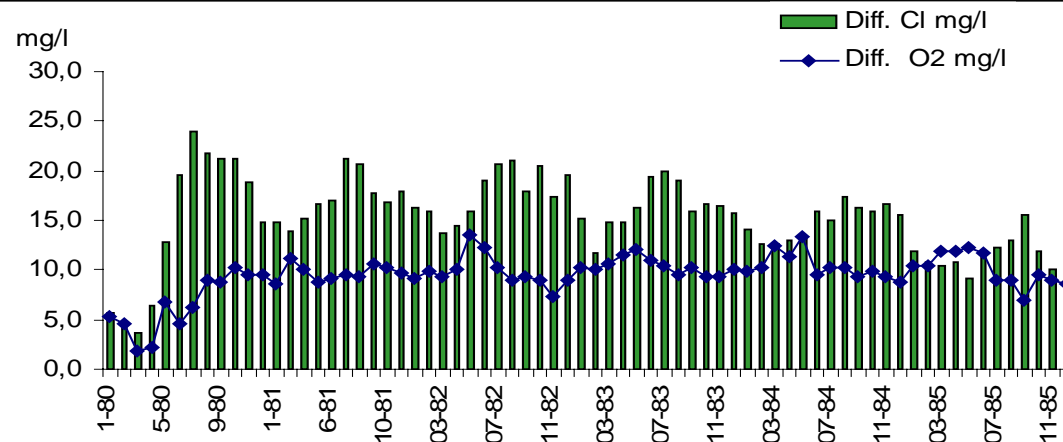
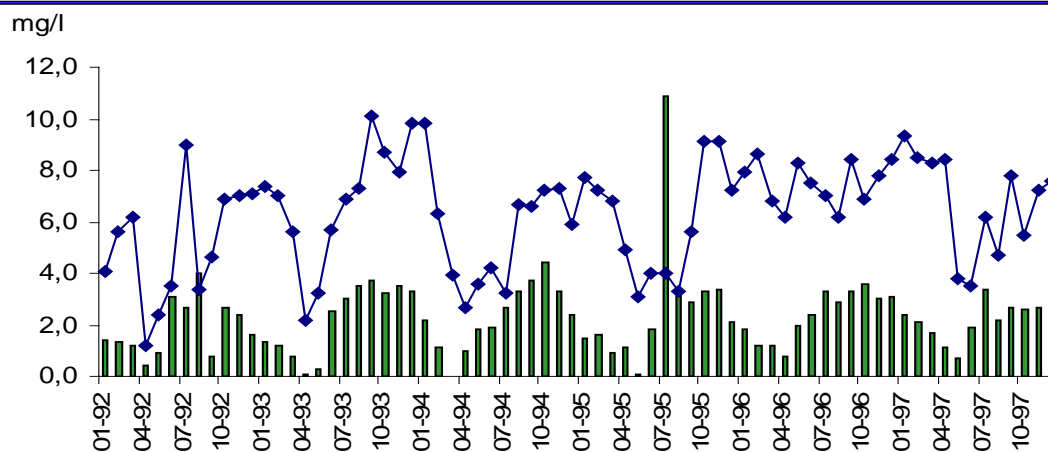
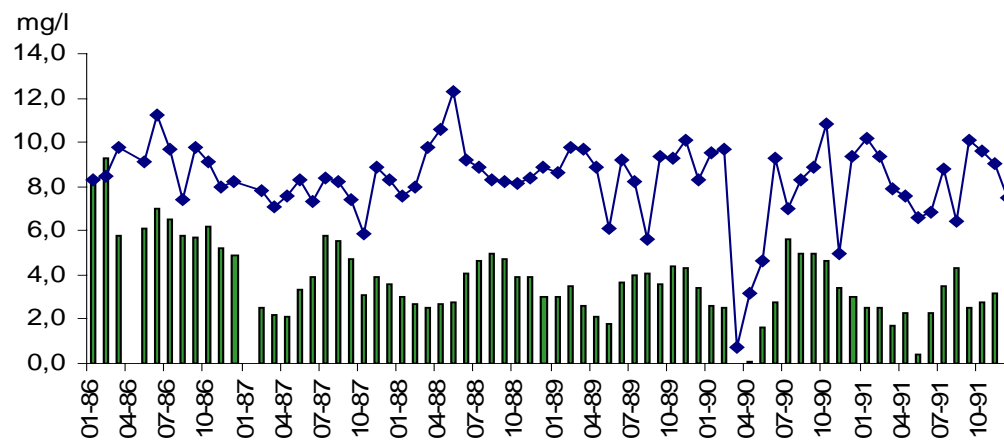


Abb.20:  
Differenzen der  
Oberflächen- und  
Grundkonzentration  
von Chlorid und  
Sauerstoff von 1980  
bis 1997



kulation aufgrund von niedrigen Chloridkonzentrationen im Hypolimnion möglich war.

Aber trotz der im März 1995 vorliegenden perfekten Homothermie und nur 1 mg/l Differenz zwischen Oberflächen- und Grundkonzentration des Chlorids blieb eine Vollzirkulation aus.

Silikat: Die Silikatkonzentrationen liegen während der Vegetationsperioden im Oberflächenbereich (2 - 20 m) meist zwischen 0,4 und 0,8 mg/l. Minimalwerte um 0,2 mg/l sind aber nicht selten. Im Winter steigen die Werte leicht an und liegen zwischen 0,8 und 1,2 mg/l. Erst ab etwa 100 m Tiefe nehmen die Werte weiter zu.

Der mittlere Schwankungsbereich liegt bei 2 - 4 mg/l, vereinzelt können auch Werte 5 mg/l übersteigen. Der Höchstwert von 5,9 mg/l wurde im Oktober 1980 in 125 m festgestellt.

Chlorophyll: Der Hallstättersee weist seit Beginn der Chlorophylluntersuchungen im Jahre 1981 einen relativ niedrigen Chlorophyllgehalt auf. Der Mittelwert aus 174 Serien liegt bei 1,69 mg/m<sup>3</sup>. Der Schwankungsbereich ist aber eher groß. So konnte im Juni 1986 ein Chlorophyllgehalt von 6,5 mg/m<sup>3</sup> festgestellt werden, der vermutlich auf die erste fröhsommerliche Entfaltung des Planktons zurückgeführt werden kann. Die hohen Konzentrationen der Jahre



## Chlorophyll Jahresmittel 1981 - 1997

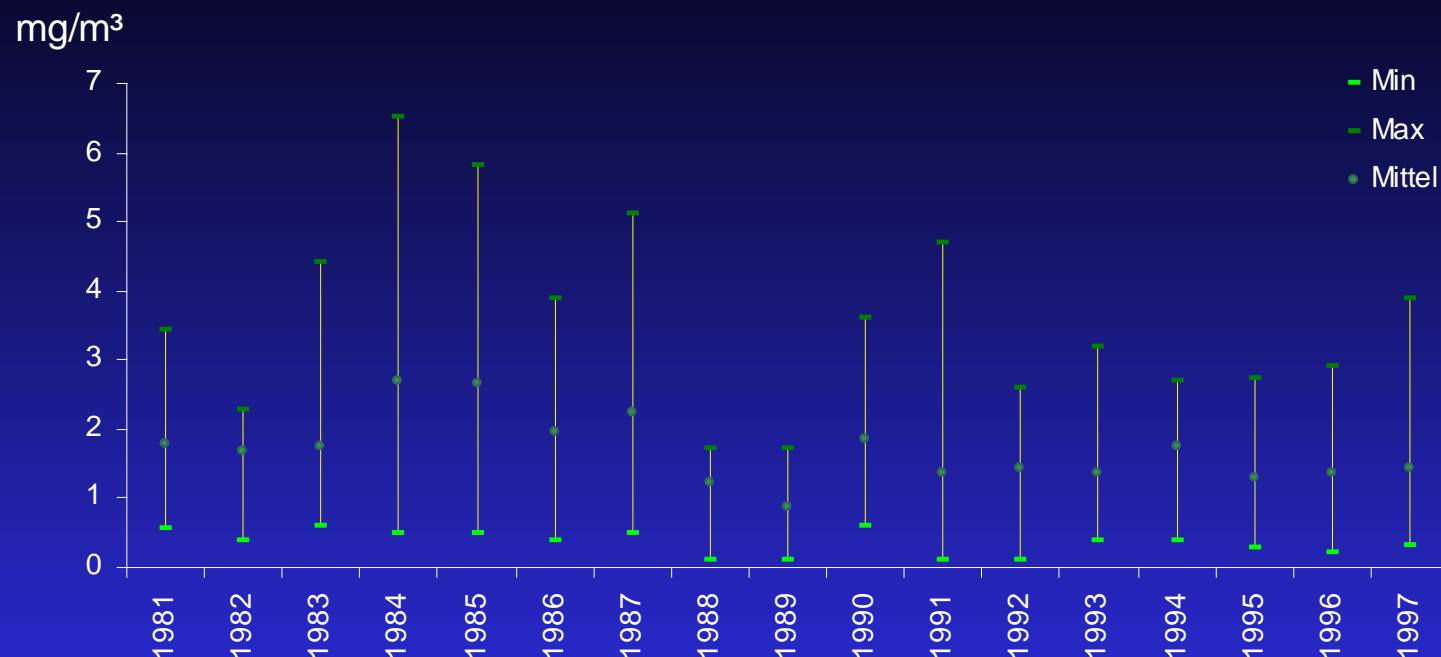


Abb. 21: Jahresmittel der Chlorophyllkonzentrationen von 1981 bis 1997 für den Bereich 0 bis 20 m

1983 und 1984 fallen noch in die Zeit, in welcher zeitweise hohe Algendichten beobachtet wurden. Die Konzentrationen ab Mai 1992 schwanken im üblichen Rahmen zwischen 0,4 und 3,2 mg/m<sup>3</sup>. Die Abbildung 21 zeigt die Konzentrationen des Chlorophylls für die Jahre 1981 bis 1997.



Phytoplankton: Das Phytoplankton vom Jänner bestand nur aus vereinzelt coccalen Formen verschiedener Algenklassen und *Erkenia sp.*; es ist mit einer Biomasse von 4,2 mg/m<sup>3</sup> bedeutungslos.

Im April ließen sich bereits für den Hallstättersee typische Strukturen erkennen. Bei der vorherrschenden *Cryptomonas sp.* handelte es sich vielleicht um *C. ovata*, deren massenhaftes Vorkommen im Hallstättersee von HEINZEL (1982) beschrieben wurde. Zusammen mit *Rhodomonas minuta* erreichten die Cryptomonaden 43 % der Gesamtbiomasse. Von den Diatomeen gab es im April nur *Cyclotella sp.* mit einem Anteil von 21 % der Biomasse, die im April gerade 50 mg/m<sup>3</sup> erreichte.

Im Juli bot sich ein ähnliches Bild mit den dominierenden Algen *Cryptomonas* und *Rhodomonas*. *Dinobryon divergens* war im April und Juli annähernd gleich stark mit 16 bzw. 17 % vertreten. Die Biomasse betrug nur 39 mg/m<sup>3</sup>.

Im November erhöhte sich die Biomasse auf 108 mg/m<sup>3</sup>. Die meist im Spätsommer zur höchsten Entfaltung kommenden Dinophyceen waren mit *Ceratium hirundinella* und *Gymnodinium helveticum* am stärksten vertreten (44 mg/m<sup>3</sup>). Überraschend war das relativ starke Vorkommen von Euglenophyceen mit *Trachelomonas volvocina* (vergl. dazu auch die folgenden Zählprotokolle).





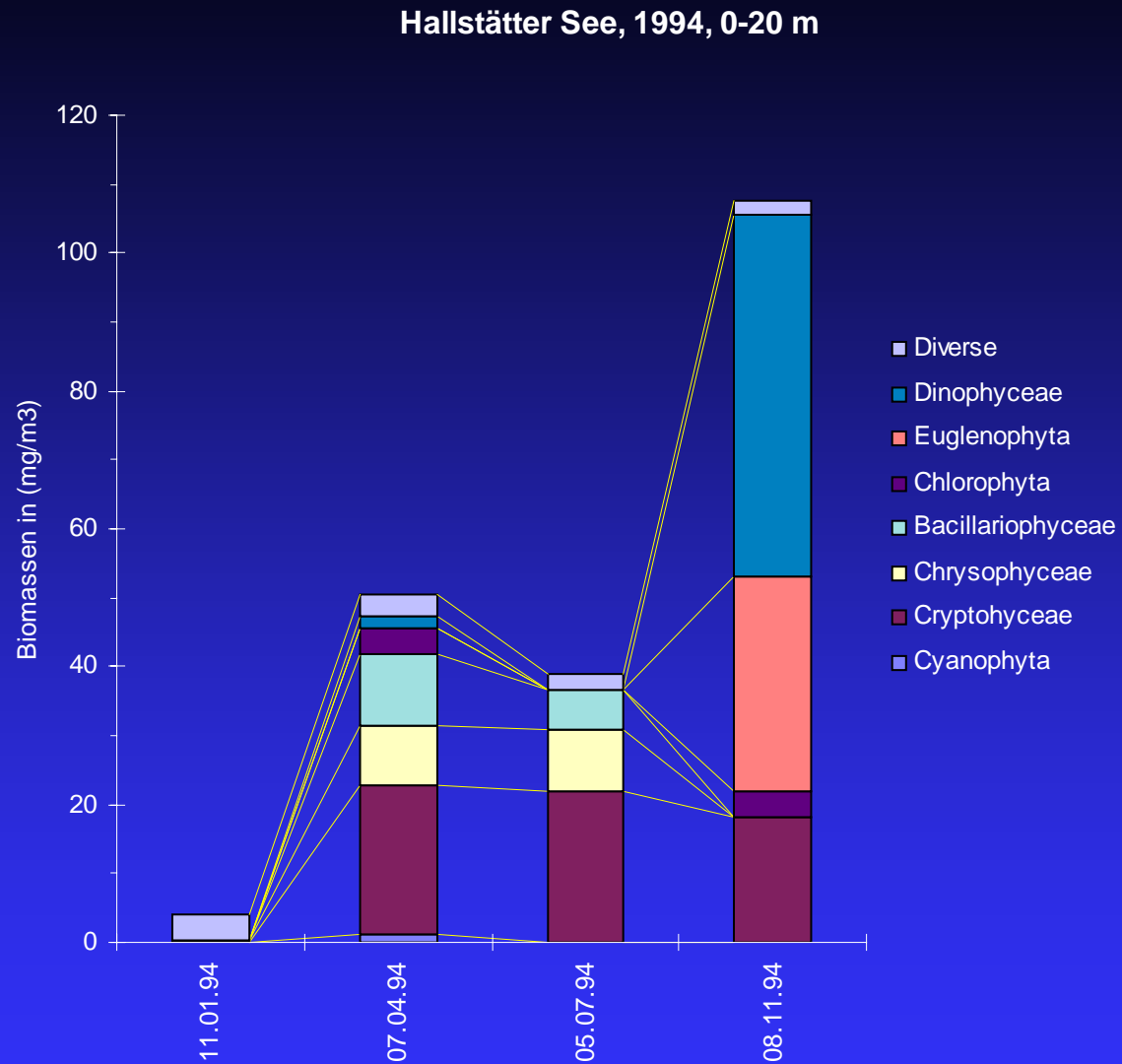


Abb. 22: Phytoplankton des Hallstättersees 1994 für den Bereich 0 bis 20 m

# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Hallstätter See 94-01-11 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
Coccale Formen	65	59202	3,8	92,3
<i>Erkenia sp.</i>	35	9162	0,3	7,7
Cyanophyta				
Cryptophyceae				
Chrysophyceae			0,3	7,7
Bacillariophyceae				
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			3,8	92,3
GESAMTBIOMASSE			4,2	



## Hallstätter See 94-04-07 0-20 m

Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	6384	15,3	30,4
<i>Cyclotella</i> sp.	570	18324	10,4	20,7
<i>Dinobryon divergens</i>	367	22905	8,4	16,7
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	64134	6,4	12,7
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	33	109944	3,6	7,2
Coccale Formen	65	45810	3,0	5,9
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	228	1,9	3,8
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	6042	1,2	2,3
<i>Cyclotella</i> sp.	950	114	0,1	0,2
<i>Anabaena spiroides</i>	30	1026	0,0	0,1
Cyanophyta			1,2	2,4
Cryptophyceae			21,7	43,1
Chrysophyceae			8,4	16,7
Bacillariophyceae			10,6	20,9
Chlorophyta			3,6	7,2
Euglenophyta				
Dinophyceae			1,9	3,8
Diverse			3,0	5,9
GESAMTBIOMASSE			50,4	



## Hallstätter See 94-07-11 0-20 m

Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	5928	14,2	36,6
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	77877	7,8	20,1
<i>Dinobryon divergens</i>	367	18324	6,7	17,3
<i>Cyclotella</i> sp.	250	18324	4,6	11,8
<i>Mallomonas</i> sp.	3000	684	2,1	5,3
Coccale Formen	65	27486	1,8	4,6
<i>Cyclotella</i> sp.	950	1254	1,2	3,1
Coccale Formen	520	912	0,5	1,2
Cyanophyta				
Cryptophyceae			22,0	56,7
Chrysophyceae			8,8	22,6
Bacillariophyceae			5,8	14,9
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			2,3	5,8
GESAMTBIOMASSE			38,8	



Hallstätter See 94-11-08 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	798	43,8	40,7
<i>Trachelomonas volvocina</i>	3400	9162	31,2	29,0
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	109944	11,0	10,2
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	1026	8,6	8,0
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	2964	7,1	6,6
<i>Cosmarium sp.</i>	396	9162	3,6	3,4
<i>Coccale Formen</i>	65	32067	2,1	1,9
<i>Cyclotella sp.</i>	950	228	0,2	0,2
Cyanophyta				
Cryptophyceae			18,1	16,8
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			0,2	0,2
Chlorophyta			3,6	3,4
Euglenophyta			31,2	29,0
Dinophyceae			52,4	48,7
Diverse			2,1	1,9
GESAMTBIOMASSE			107,6	



# HALLSTÄTTERSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. ° C
281	15.01.97	Tiefste Stelle	-8,9	16	-123,5	0,0
282	06.02.97	Tiefste Stelle	-9,0	16	-124,2	2,8
283	06.03.97	Tiefste Stelle	-10,5	14	-125,2	5,8
284	03.04.97	Tiefste Stelle	-5,7	17	-125,2	7,8
285	13.05.97	Tiefste Stelle	-3,1	13	-124,6	15,7
286	03.06.97	Tiefste Stelle	-4,4	15	-125,0	14,9
287	02.07.97	Tiefste Stelle	-6,0	12	-124,3	16,0
288	06.08.97	Tiefste Stelle	-3,8	19	-124,7	18,6
289	02.09.97	Tiefste Stelle	-7,0	16	-125,2	16,4
290	08.10.97	Tiefste Stelle	-5,8	16	-125,0	13,2
291	03.11.98	Tiefste Stelle	-8,4	18	-124,6	2,6
292	04.12.97	Tiefste Stelle	-9,4	18	-124,5	2,0

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
281	15.01.97	wolkenlos	1-2	09,35			
282	06.02.97	stk. bewölkt, l. Schneefall		09,15			
283	06.03.97	bedeckt, leichter Regen	0-	09,30			
284	03.04.97	wolkig	1-2	09,15			
285	13.05.97	heiter	0-	09,10			
286	03.06.97	bedeckt	0-	09,20			
287	02.07.97	heiter, föhnig	0-	09,00			
288	06.08.97	wolkig, Bodennebel	0-	09,05			
289	02.09.97	wolkenlos	0-1	09,05			
290	08.10.97	stk. bewölkt, Nieselregen	0-	09,45			
291	03.11.98	wolkenlos	2-	09,10			
292	04.12.97	bedeckt, l. Schneefall	2-	09,30			



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
281	15.01.97	-0,0	4,5	10,3	85						
		-2,0	4,5	10,4	85	7,90	236	2,10		9	3,6
		-5,0	4,5	10,5	87	7,90	219	2,05		9	3,4
		-8,0	4,5	10,3	85						
		-10,0	4,5	10,3	85	7,90	218	2,05		9	3,4
		-12,0	4,5	10,3	85						
		-15,0	4,5	10,4	85	7,90	219	2,05		9	3,4
		-20,0	4,5	10,4	85	7,90	220	2,10		9	3,4
		-30,0	4,5	10,3	85						
		-40,0	4,5	10,4	85	7,90	220	2,10		9	3,4
		-50,0	4,5	10,3	85						
		-60,0	4,5	10,3	85	7,90	220	2,05		9	3,4
		-70,0	4,5	10,3	85						
		-80,0	4,5	10,3	85	7,90	220	2,10		9	3,4
		-90,0	4,5								
		-100,0	4,5	10,3	85	7,90	220	2,10		9	3,4
		-110,0	4,5	10,4	85						
		-120,0	4,4	1,7	14	7,55	247	2,30		34	5,7
		-123,0	4,4	1,0	8	7,60	249	2,35		28	6,0

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
282	06.02.97	-0,0	4,0	11,0	89						
		-1,0	4,0								
		-2,0	4,0	10,7	87	8,00	217	2,10		9	3,8
		-5,0	4,0	10,6	86	7,95	219	2,15		9	3,8
		-8,0	4,0	10,8	87						
		-10,0	4,0	10,6	86	7,95	219	2,10		9	3,8
		-12,0	4,0	10,7	87						
		-15,0	4,0	10,6	86	7,95	219	2,10		10	3,8
		-20,0	4,0	10,6	86	7,95	219	2,10		9	3,8
		-30,0	4,0	10,6	86						
		-40,0	4,0	10,6	86	7,95	219	2,10		9	3,8
		-50,0	4,0	10,7	87						
		-60,0	4,2	10,5	85	7,95	220	2,10		9	3,8
		-70,0	4,2	10,5	86						
		-80,0	4,2	10,4	85	7,95	221	2,10		9	4,2
		-90,0	4,2	10,5	85						
		-100,0	4,2	6,3	51	7,70	233	2,20		19	4,3
		-110,0	4,2	4,9	40						
		-120,0	4,2								
		-123,3	4,4	2,5	20	7,55	242	2,30		33	5,9

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
283	06.03.97	-0,0	4,4	11,1	90						
		-1,0	4,2								
		-2,0	4,2	10,8	88	7,95	228	2,10		10	3,7
		-3,0	4,1								
		-4,0	4,1								
		-5,0	4,1	10,7	87	7,90	222	2,10		10	3,7
		-8,0	4,1								
		-10,0	4,1	10,7	87	7,80	222	2,15		10	3,7
		-12,0	4,1	10,5	86						
		-15,0	4,1	10,5	86	7,85	222	2,10		10	3,7
		-20,0	4,1	10,6	87	7,85	223	2,10		10	3,7
		-30,0	4,1	10,4	85						
		-40,0	4,0	10,1	82	7,85	225	2,10		12	4,0
		-50,0	4,0	10,1	82						
		-60,0	4,0	9,9	81	7,85	225	2,10		12	4,1
		-70,0	4,0	9,8	80						
		-80,0	4,1	10,1	82	7,85	227	2,10		11	4,2
		-90,0	4,1	10,0	81						
		-100,0	4,1	9,9	81	7,85	227	2,15		12	4,3
		-110,0	4,2	5,1	42						
		-120,0	4,3	3,6	29	7,60	242	2,20		26	5,4
		-125,2	4,4	2,8	23	7,55	247	2,30		50	5,4

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
284	03.04.97	-0,0	4,7	10,8	89						
		-1,0	4,7								
		-2,0	4,7	10,6	88	7,95	230	2,15		13	3,9
		-3,0	4,7								
		-4,0	4,7								
		-5,0	4,7	10,5	86	7,90	227	2,15		13	4,1
		-6,0	4,7								
		-7,0	4,6								
		-8,0	4,5	10,3	85						
		-10,0	4,5	10,4	86	7,90	227	2,15		12	3,6
		-12,0	4,5	10,2	84						
		-15,0	4,5	10,4	86	7,90	227	2,15		11	3,6
		-20,0	4,4	10,4	85	7,90	227	2,15		11	3,6
		-30,0	4,4	10,4	85						
		-40,0	4,4	10,3	85	7,90	228	2,10		11	3,6
		-50,0	4,5	10,4	85						
		-60,0	4,5	10,4	85	7,90	228	2,15		11	3,6
		-70,0	4,5	10,3	85						
		-80,0	4,5	10,4	85	7,90	229	2,15		12	3,6
		-90,0	4,5	10,4	85						
		-100,0	4,5	10,2	84	7,90	229	2,15		12	3,6
		-110,0	4,5	9,9	82						
		-120,0	4,5	2,7	22	7,60	243	2,25		26	5,0
		-124,7	4,5	2,4	19	7,60	249	2,35		50	5,0

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
285	13.05.97	-0,0	10,1	12,0	113						
		-1,0	9,2								
		-2,0	8,1	12,0	108	8,35	220	2,05		16	3,4
		-3,0	7,8								
		-4,0	7,6								
		-5,0	7,4	11,6	103	8,25	217	2,05		10	3,4
		-6,0	7,3								
		-7,0	7,2								
		-8,0	7,1	11,3	99						
		-9,0	7,0								
		-10,0	6,9	11,3	99	8,15	217	2,05		9	3,4
		-12,0	6,7	11,3	98						
		-15,0	6,5	11,1	96	8,15	218	2,05		8	3,4
		-20,0	6,4	11,1	96	8,10	220	2,10		7	3,4
		-30,0	5,9	11,0	94						
		-40,0	5,5	10,9	92	8,05	230	2,15		8	3,9
		-50,0	5,2	10,7	89						
		-60,0	4,8	10,5	87	8,00	231	2,20		10	3,9
		-70,0	4,7	10,3	85						
		-80,0	4,7			8,00	231	2,20		11	3,9
		-90,0	4,7	10,4	86						
		-100,0	4,6	10,0	82	7,95	231	2,20		11	3,9
		-110,0	4,6	10,0	82						
		-120,0	4,6	10,0	82	7,90	233	2,20		14	3,9
		-124,1	4,6	8,2	67	7,85	235	2,20		20	4,1

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
286	03.06.97	-0,0	10,7	11,4	109						
		-1,0	10,5								
		-2,0	10,0	11,4	108	8,20	192	1,85		11	2,4
		-3,0	9,6								
		-4,0	9,4								
		-5,0	9,2	11,3	105	8,20	189	1,85		8	2,4
		-6,0	9,1								
		-7,0	9,0								
		-8,0	8,9	11,0	103						
		-9,0	8,8								
		-10,0	8,6	11,2	102	8,10	192	1,80		7	2,2
		-12,0	8,5	11,3	103						
		-15,0	8,4	11,2	102	8,10	194	1,85		6	2,2
		-20,0	8,1	11,1	100	8,10	213	1,85		7	2,2
		-30,0	6,8	10,9	95						
		-40,0	6,7	10,8	94	8,05	216	2,00		6	3,0
		-50,0	5,6	10,6	89						
		-60,0	5,2	10,4	87	8,00	228	2,15		11	3,7
		-70,0	4,9	10,3	86						
		-80,0	4,9	10,3	86	7,95	227	2,10		10	3,8
		-90,0	4,9	9,9	83						
		-100,0	4,9	9,4	78	7,90	230	2,15		13	4,0
		-110,0	5,0	9,4	79						
		-120,0	4,8	8,0	66	7,85	232	2,20		20	4,2
		-124,5	4,7	7,9	65	7,80	233	2,20		18	4,3

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
287	02.07.97	-0,0	14,0	10,6	110						
		-1,0	13,8								
		-2,0	13,3	10,6	108	8,25	190	1,70		10	1,1
		-3,0	12,8								
		-4,0	12,6								
		-5,0	12,2	10,8	108	8,25	175	1,70		10	1,2
		-6,0	12,1								
		-7,0	11,9								
		-8,0	11,6	10,8	106						
		-9,0	11,4								
		-10,0	11,1	10,8	104	8,15	175	1,70		5	1,2
		-12,0	10,8	10,8	104						
		-15,0	10,3	10,8	103	8,10	175	1,65		4	1,3
		-20,0	9,5	10,7	100	8,00	178	1,70		4	1,7
		-30,0	7,9	10,4	94						
		-40,0	6,5	10,5	91	7,90	215	2,00		6	2,8
		-50,0	5,5	10,3	87						
		-60,0	5,0	10,3	86	7,95	229	2,15		10	3,4
		-70,0	5,0	10,2	85						
		-80,0	5,0	9,9	83	7,95	230	2,15		11	3,9
		-90,0	4,9	9,6	79						
		-100,0	4,9	9,1	75	7,85	228	2,10		12	4,0
		-110,0	4,9	8,1	68						
		-120,0	4,9	6,6	55	7,75	236	2,20		25	4,2
		-123,8	5,0	4,4	37	7,60	239	2,25		30	4,5

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
288	06.08.97	-0,0	16,3	11,0	120						
		-1,0	15,2								
		-2,0	13,8	10,8	112	8,35	216	1,90		8	1,8
		-3,0	12,0								
		-4,0	11,2								
		-5,0	10,9	10,7	103	8,10	204	1,90		7	1,4
		-6,0	10,6								
		-7,0	10,5								
		-8,0	10,3	11,3	107						
		-9,0	10,2								
		-10,0	10,1	10,7	101	8,10	199	1,90		7	1,4
		-12,0	10,0	10,7	101						
		-15,0	9,8	10,4	98	8,10	197	1,90		6	1,4
		-20,0	9,7	10,6	98	8,00	197	1,90		8	1,4
		-30,0	9,2	10,5	96						
		-40,0	8,7	10,3	90	8,00	198	1,90		8	1,7
		-50,0	7,2	10,1	86						
		-60,0	5,8	9,9	84	7,95	229	2,20		12	3,3
		-70,0	5,7	9,3	78						
		-80,0	5,4	9,2	77	7,95	229	2,10		11	3,4
		-90,0	5,3	9,0	75						
		-100,0	5,2	9,1	76	7,80	232	2,20		13	3,9
		-110,0	5,2	8,0	66						
		-120,0	4,9	6,5	54	7,75	238	2,25		20	4,0
		-124,2	5,0	6,3	46	7,75	239	2,30		23	4,0

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
289	02.09.97	-0,0	15,7								
		-1,0	15,6								
		-2,0	15,3	11,0	118	8,45	201	1,85		6	
		-3,0	14,6								
		-4,0	13,3								
		-5,0	12,9	11,0	117	8,35	192	1,90		6	2,1
		-6,0	12,6								
		-7,0	12,3								
		-8,0	12,0	10,7	108						
		-9,0	11,9								
		-10,0	11,8	10,7	106	8,20	192	1,90		7	1,4
		-12,0	11,2	10,5	103						
		-15,0	10,4	10,0	97	8,00	19,2	1,90		6	1,1
		-20,0	9,8	9,8	93	8,00	193	1,90		5	1,6
		-30,0	9,3	10,0	94						
		-40,0	8,6	10,1	94	8,00	196	1,90		8	1,8
		-50,0	7,0	9,9	90						
		-60,0	5,6	9,6	84	7,90	227	2,15		11	3,5
		-70,0	5,6	9,7	82						
		-80,0	5,1	9,3	79	7,90	231	2,20		12	4,2
		-90,0	5,0	8,9	74						
		-100,0	5,0	8,4	70	7,80	231	2,20		13	4,4
		-110,0	5,0	7,3	61						
		-120,0	5,0	5,3	44	7,65	239	2,25		22	4,4
		-124,7	5,1	3,2	27	7,60	245	2,35		38	4,8

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
290	08.10.97	-0,0	12,2	10,2	101						
		-2,0	12,0	10,2	101	8,10	207	1,90		8	1,9
		-3,0	12,0								
		-4,0	11,6								
		-5,0	11,2	10,0	97	8,10	201	1,90		6	1,9
		-6,0	10,7								
		-7,0	10,6								
		-8,0	10,5	10,2	98						
		-9,0	10,5								
		-10,0	10,5	10,0	96	8,05	202	1,90		7	1,9
		-12,0	10,5	10,0	95						
		-15,0	10,4	10,1	96	8,10	202	1,90		6	1,9
		-20,0	10,2	10,0	95	8,05	200	1,90		6	1,9
		-30,0	9,6	9,4	88						
		-40,0	9,0	9,8	81	8,00	203	1,90		6	1,9
		-50,0	7,4	9,9	87						
		-60,0	5,4	9,5	80	7,95	236	2,15		11	3,6
		-70,0	5,4	9,6	81						
		-80,0	5,3	9,3	78	7,95	238	2,10		12	4,1
		-90,0	5,3	8,8	74						
		-100,0	5,2	8,1	68	7,85	242	2,15		14	4,2
		-110,0	5,2	7,1	60						
		-120,0	5,0	4,7	39	7,70	249	2,25		22	4,2
		-124,5	5,2			7,60	252	2,30		26	4,5

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
291	03.11.97	-0,0	8,7	10,1	93						
		-2,0	8,7	10,1	93	8,00	211	1,95		6	2,8
		-5,0	8,7	10,1	92	8,00	200	1,95		6	2,6
		-6,0	8,7								
		-7,0	8,7								
		-8,0	8,7	9,8	89						
		-9,0	8,7								
		-10,0	8,7	10,0	92	8,00	200	1,95		7	2,6
		-12,0	8,7	10,1	92						
		-15,0	8,7	10,2	93	8,00	201	1,95		6	2,6
		-20,0	8,7	10,2	93	8,00	201	1,95		6	2,6
		-30,0	8,7	10,1	92						
		-40,0	8,5	10,1	92	8,00	205	1,95		7	2,6
		-50,0	7,7	9,8	87						
		-60,0	5,3	9,5	80	7,90	230	2,05		11	3,9
		-70,0	5,1	9,6	80						
		-80,0	5,1	8,9	75	7,85	235	2,15		12	4,5
		-90,0	5,0	9,6	71						
		-100,0	5,0	7,7	64	7,80	235	2,20		14	4,9
		-110,0	5,0	5,7	48						
		-120,0	5,0								
		-124,1	5,1	2,9	24	7,65	245	2,25		18	5,5

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l
292	04.12.97	-0,0	7,2	10,3	90						
		-2,0	7,3	10,2	90	8,00	211	2,00		7	2,4
		-5,0	7,3	10,2	90	8,00	208	2,00		7	2,4
		-8,0	7,3	10,3	91						
		-9,0	7,3								
		-10,0	7,3	10,3	91	8,00	208	2,05		7	2,4
		-12,0	7,3	10,3	91						
		-15,0	7,3	10,2	90	8,00	208	1,95		7	2,4
		-20,0	7,3	10,1	89	8,05	209	2,00		7	2,4
		-30,0	7,3	10,3	91						
		-40,0	7,3	10,1	90	8,00	209	2,00		7	2,5
		-50,0	7,1	10,1	89						
		-60,0	6,3	9,6	83	7,95	222	2,10		10	3,2
		-70,0	5,3	9,6	81						
		-80,0	5,3	9,2	77	7,70	231	2,15		12	3,8
		-90,0	5,1	8,3	69						
		-100,0	5,1	7,7	64	7,85	234	2,20		14	4,5
		-110,0	5,0	6,3	52						
		-120,0	5,0	2,9	24	7,65	243	2,30		21	4,6
		-124,0	5,0	2,7	23	7,70	250	2,35		18	5,0

Bemerkungen:

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

# Heratingersee



Inhalt

## Allgemeine Beurteilung

Der Heratingersee befindet sich in einem "Toteisloch" am NW-Ende des Ibmer Moores westlich von Ibm im Bereich zwischen  $48^{\circ} 04' \text{ n. B.}$  und  $12^{\circ} 57' \text{ ö. L.}$  Die Gemeindegrenze Eggelsberg-Franking durchschneidet das westlich an den





See angrenzende "Kellermoos". Er gehört zu einer Reihe von Seen, die von einer Gletscherzunge des Salzachgletschers in der letzten Eiszeit ausgeschürft wurden. Ursprünglich gab es weit mehr Seen in dieser Seenplatte, ein großer Teil verschwand aber durch Entwässerung der Moore gegen Ende des 19. Jahrhunderts.



Der See wird im Norden von Mineralboden (Moräne), im Süden, Westen und Osten von Moor umgeben. Im Südteil ist der See sehr seicht, die Mudden treten bis nahe an den Wasserspiegel heran. Das Ufer trägt hier bis ca. 50 m landeinwärts Schwingrasencharakter. Den Untergrund bilden ca. 4 m mächtige Schichten aus Seekreide, deren Umfang aber nicht wesentlich über den Schwingrasenbereich hinausgeht. Etwa in der Mitte des Südufers schiebt sich eine Halbinsel aus Schwingrasen in den See vor, die ein kleines SO-Becken vom Hauptbecken abtrennt. Das Nordufer fällt ziemlich steil ein, zum Teil wurde hier für die Badeanstalt aufgeschüttet. Das Ufer westlich der Badeanstalt ist ein bewaldeter Steilhang, an dessen Oberkante zahlreiche Wochenendhäuser stehen. Der Heratingersee hat nur einen unbedeutenden Zufluß, den Enzelmoosbach aus dem Kellermoor. Entwässert wird der See über den Hauptkanal. Hohe Nährstoffkonzentrationen führen fast jährlich zu spektakulären Algenblüten, weshalb der See in den eutrophen Bereich einzustufen ist.



Heratingersee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	13	12,7	1,0	23,7
Sichttiefe		13	2,5	1,3	5,3
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-6 m	13	38,0	10,0	141,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	13	48,0	18,0	86,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	13	1,9	0,0	9,1
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	13	1554,0	54,0	3580,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-6 m	13	585,0	104,0	3580,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-6 m	2		200,0	26600,0
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-6 m	2		1,1	36,8

Charakteristische Werte aus der Zeitreihe 1985 bis 1994

Sichttiefe: Die Sichttiefe eines Sees hängt in erster Linie von der Jahreszeit ab. Dies gilt insbesondere für die drei Innviertler Seen, die ein relativ hohes Nährstoffniveau haben und sich im Sommer rasch erwärmen. Daher sind nur Beobachtungen der Sichttiefe, die sich über das ganze Jahr erstrecken, von hohem Aussagewert.

Bei einer Einzelmessung im Juli 1979 wurden 2,4 m gemessen (MÜLLER 1982). Ein Jahresgang von DOKULIL & JAGSCH (1986) erbrachte ein Minimum von 1,3 m, ein Maximum von 5,3 m und einen Jahresmittelwert (n=11) von 2,4 m. Die beiden Messungen am 27.04. und 06.09.1994 sind wieder als Einzelmessungen zu werten, nämlich 1,8 m und 1,9 m.



Temperatur: Auch bei der Temperatur wurden die 1985 von DOKULIL & JAGSCH erhobenen Daten in das Gesamtkalkül mit einbezogen. Der Jahresgang der Oberflächentemperaturen für 1985 ist aus Abbildung 1 ersichtlich. Bei der Untersuchung am 06.09.1994 konnte ein bemerkenswertes Phänomen beobachtet werden: Die Oberflächentemperatur betrug im September 1994 21,0 °C, in 4 m Tiefe wurden noch 20,3 °C gemessen und in 6 m Tiefe nur mehr 4,9 °C (Abb. 2b).

### Oberflächentemperatur

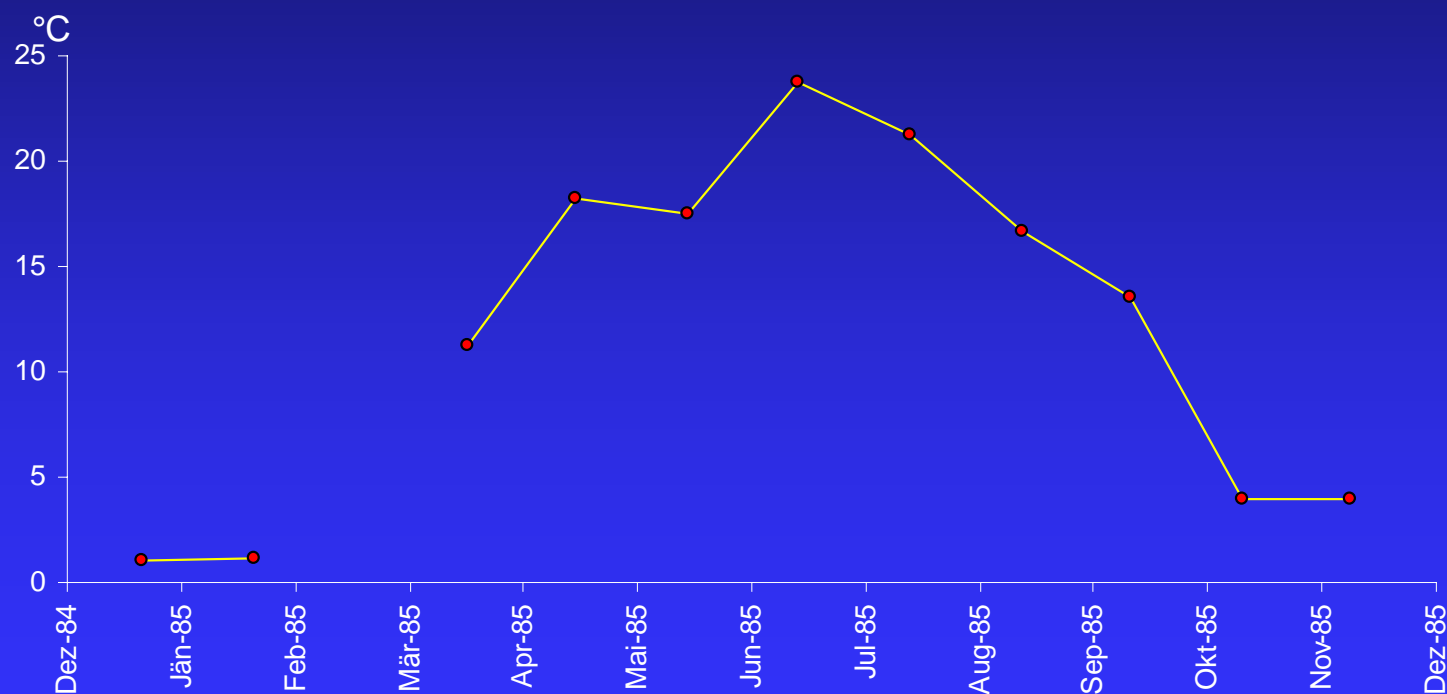


Abb. 1: Oberflächentemperaturen des Heratingersees 1985



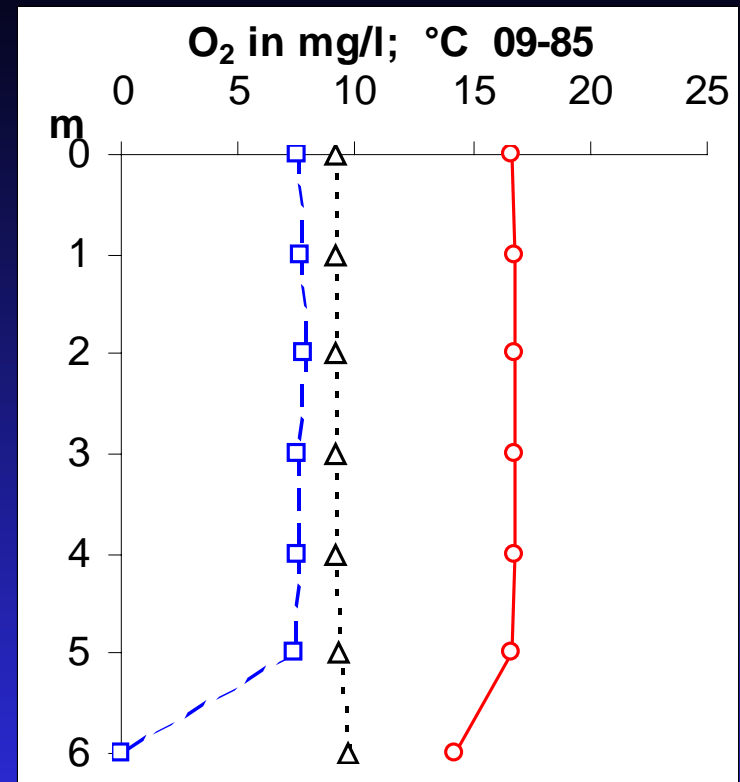
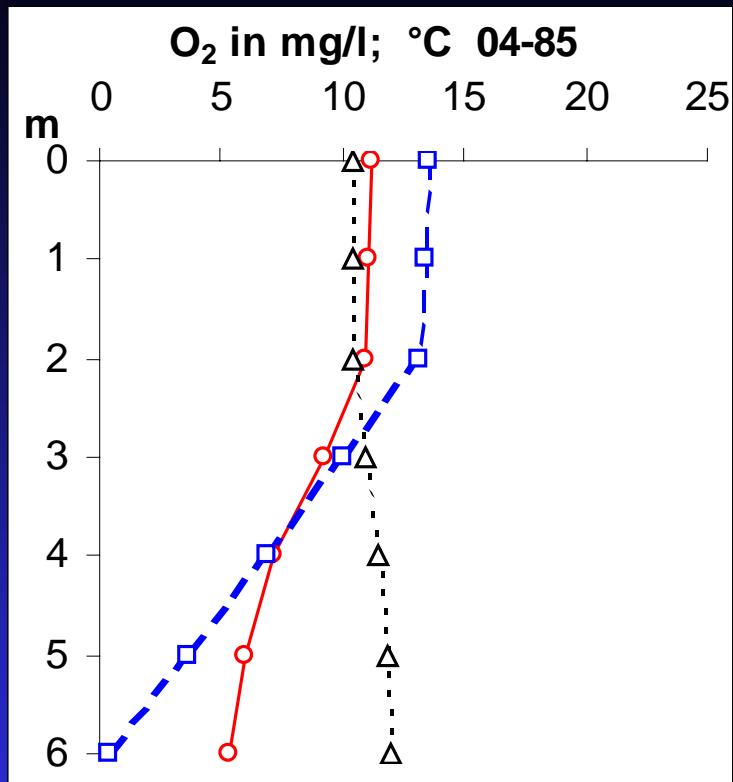


Abb. 2a: Verlauf von Temperatur und Sauerstoff im Heratingersee an den Probestermeninen: a) April 1985, b) September 1985



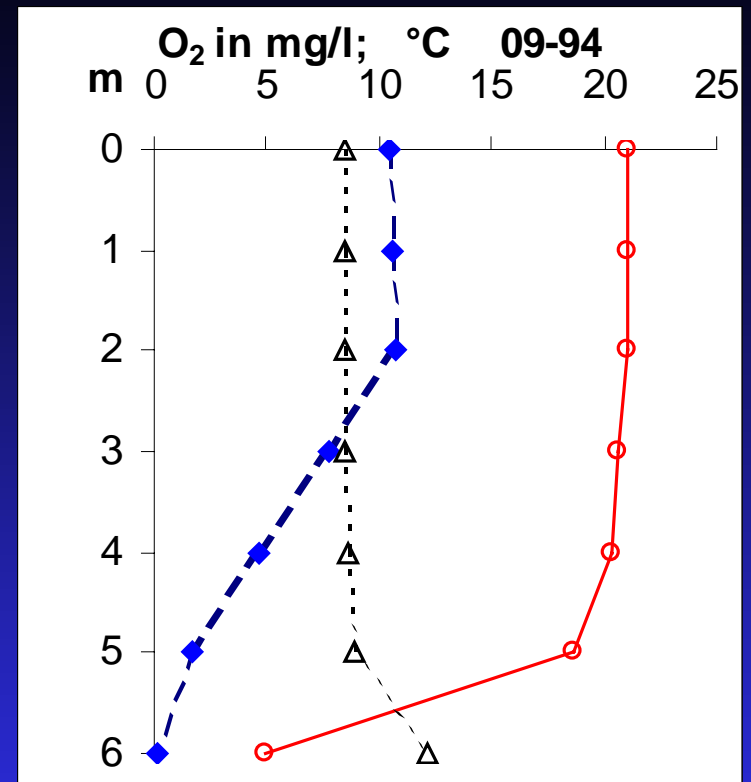
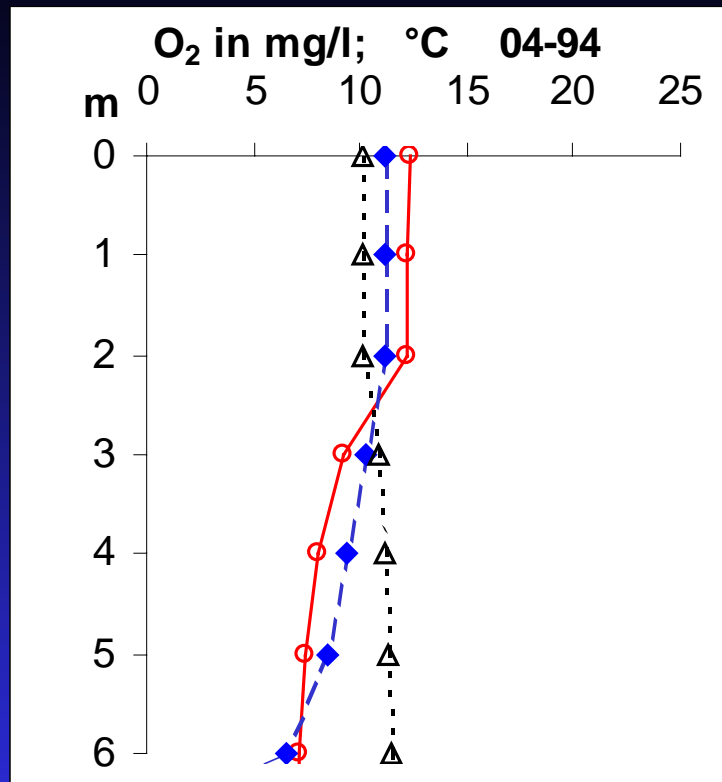


Abb. 2b: Verlauf von Temperatur und Sauerstoff im Heratingersee an den Probestermen c) April 1994 und d) September 1994



Sauerstoff: In der Schicht zwischen Oberfläche und 2 m Tiefe herrschte fast immer eine Sauerstoffübersättigung vor (Ausnahme: 10/85). Während der Hochproduktion des Phytoplanktons konnten die Sättigungswerte auch 160 % übersteigen (5/85 und 7/85). Untersättigungen an der Oberfläche traten nur im Winter unter Eis oder gegen Ende des Sommers auf (9 bis 11/85).

Sauerstoff-Defizite im Tiefenbereich begannen sich schon im Anschluß an die Frühjahrsdurchmischung auszubilden und erreichten ihre höchste Ausprägung zwischen September und November (vergl. auch Abbildung 2).

Leitfähigkeit: Aufgrund des relativ hohen trophischen Niveaus des Heratinger-sees kam es häufig zu starken Produktionsschüben und entsprechend intensiven Abbauvorgängen, die sich auch auf die elektrische Leitfähigkeit, die Alkalinität und den pH-Wert auswirkten. Von der Oberfläche bis zum Grund bildete sich ein Gradient, der im Spätsommer wesentlich steiler ausfiel als im Frühjahr. Dabei haben die Differenzen zwischen Oberflächenwert und Grundwert leicht zugenommen:

Juli	1979:	348 - 394 $\mu\text{S/cm}$ (MÜLLER 1982)
September	1985:	338 - 423 $\mu\text{S/cm}$
April	1994:	372 - 396 $\mu\text{S/cm}$
September	1994:	311 - 448 $\mu\text{S/cm}$



pH-Wert: Die biologischen Auf- und Abbauvorgänge im See beeinflussten auch die pH-Werte, die sich als deutlicher Gradient im Tiefenprofil auswirkten. Hohe Produktionsraten an der Oberfläche und eine Anreicherung von CO<sub>2</sub> in Grundnähe bewirkten starke Unterschiede der pH-Werte.

Die Bereiche der Werte von der Oberfläche bis zum Grund:

Juli	1979:	8,40 - 7,30 (MÜLLER 1982)
September	1985:	7,55 - 6,85
April	1994:	7,90 - 8,30
September	1994:	8,50 - 7,20

Alkalinität: Auch die Alkalinität steht in einem engen Zusammenhang mit den produktionsbiologischen Vorgängen. Obwohl das Wasser relativ gut gepuffert ist, gab es starke Schwankungen. Der Meßbereich umfaßte Werte von 3,05 mval/l bis 4,75 mval/l, das entspricht einer Carbonathärte von 8,5 °dH bis 13,3 °dH.

Gesamt-Phosphor: Wegen der geringen Tiefe ist der See imstande, voll zu durchmischen. Dadurch erhöht sich während oder kurz nach der Mischungsphase die Phosphorkonzentration auch in oberflächennahen Schichten. Im April waren die Konzentrationen von der Oberfläche bis zum Grund relativ gleichförmig (zwischen 30 und 41 mg/m<sup>3</sup> im Jahre 1985, bzw. zwischen 38 und 40 mg/m<sup>3</sup> im Jahre 1994).



Zur Zeit der Hochproduktion traten Werte zwischen 24 und 83 mg/m<sup>3</sup> (MÜLLER 1982) oder zwischen 28 und 141 mg/m<sup>3</sup> im Juli 1985 auf. Die beiden Serien vom April und September 1994 zeigten, daß sich in der Phosphormenge seit 1979 nur wenig geändert hat, nur in den tiefsten Schichten stiegen die Konzentrationen weiter an (siehe Abbildung 3).

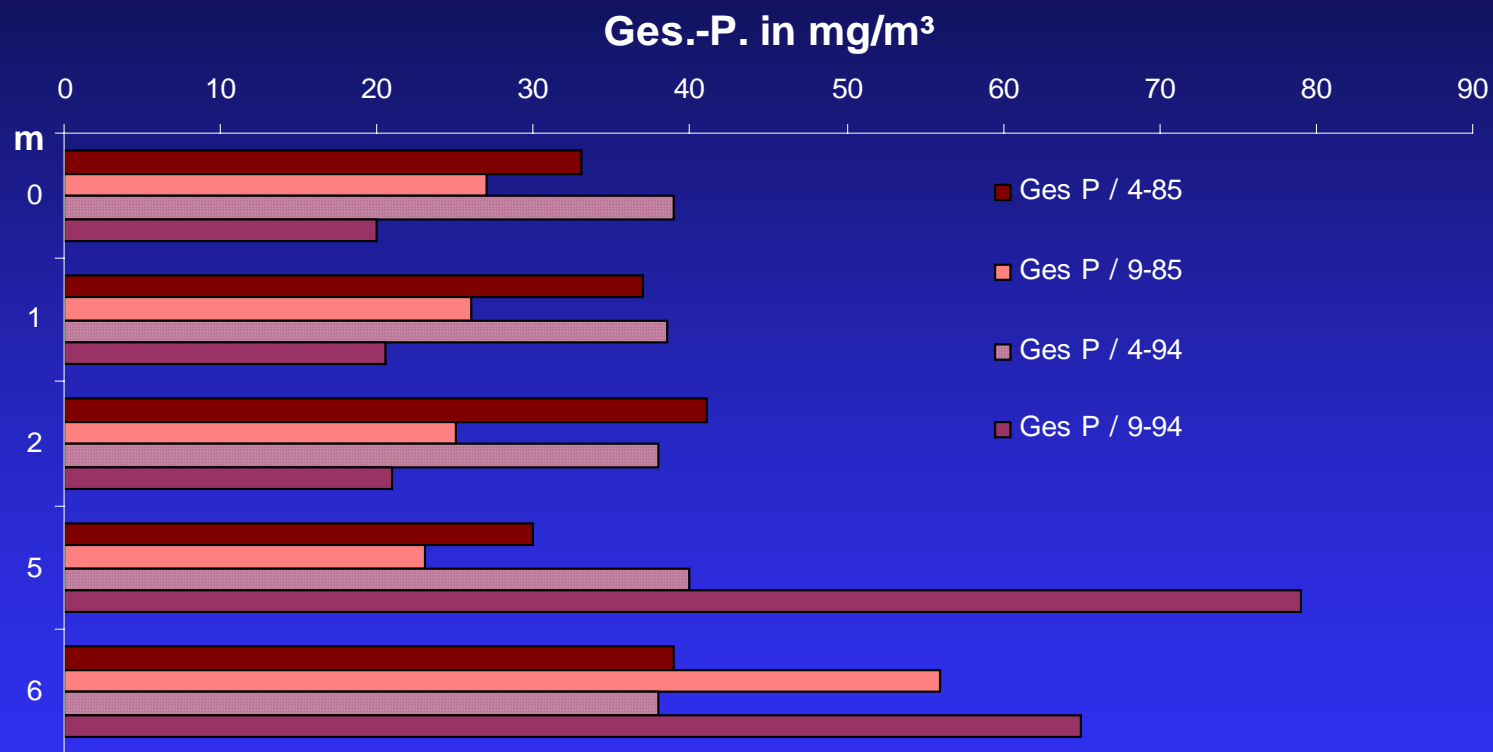


Abb.3: Vergleich der Gesamt-Phosphorwerte von 1985 mit 1994



Ammonium-Stickstoff: In der Schicht zwischen 0 und 2 m lag die Ammoniumkonzentration im Bereich zwischen 8 und 674 mg/m<sup>3</sup>, im Mittel bei 166 mg/m<sup>3</sup>. In der Schicht zwischen 3 m und dem Grund reichten die Konzentrationen von 52 mg/m<sup>3</sup> bis 3580 mg/m<sup>3</sup>, der Mittelwert liegt bei 676 mg/m<sup>3</sup>. Die niedrigsten Werte im Oberflächenbereich traten meist während intensiven Produktionschüben des Phytoplanktons auf. Im Tiefenbereich akkumulierte dagegen das Ammonium und erreichte gegen Ende des Sommers die höchsten Werte.

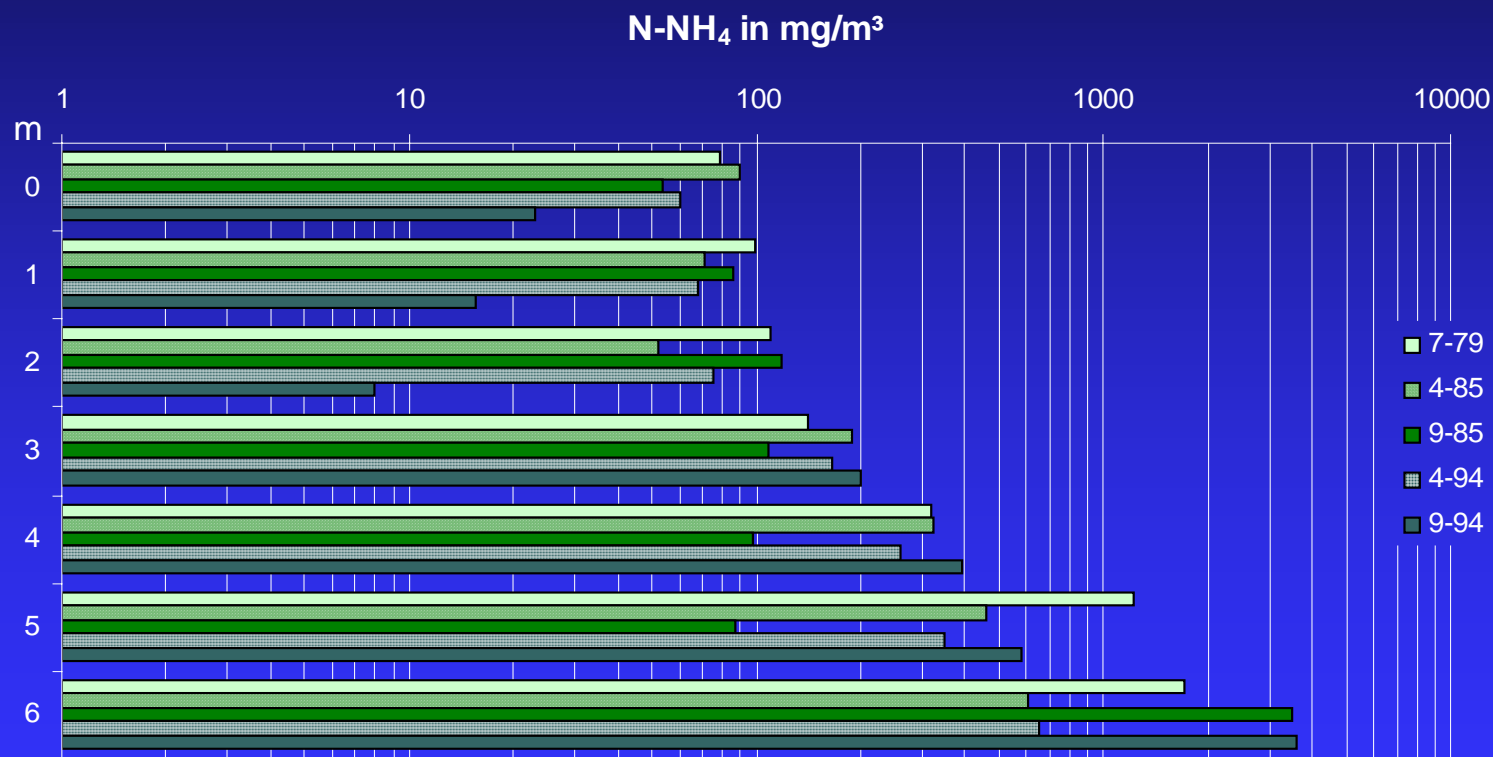


Abb. 4: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs im Heratingersee. Die Werte von 1979 (MÜLLER 1982) sind von NH<sub>4</sub> Werten auf N-NH<sub>4</sub> Werte umgerechnet

Nitrat-Stickstoff: Der Nitratgehalt des Wassers ist sehr stark von den Produktionsraten des Phytoplanktons abhängig. Man findet daher in der trophogenen Zone die höchsten Werte in den Monaten Februar bis April (zwischen 550 und 850 mg/m<sup>3</sup>). Die niedrigsten Werte treten meist zwischen Juli und September auf (weniger als 100 mg/m<sup>3</sup>, Minimum: 20 mg/m<sup>3</sup> im Juli 1985). Nur 1979 gab

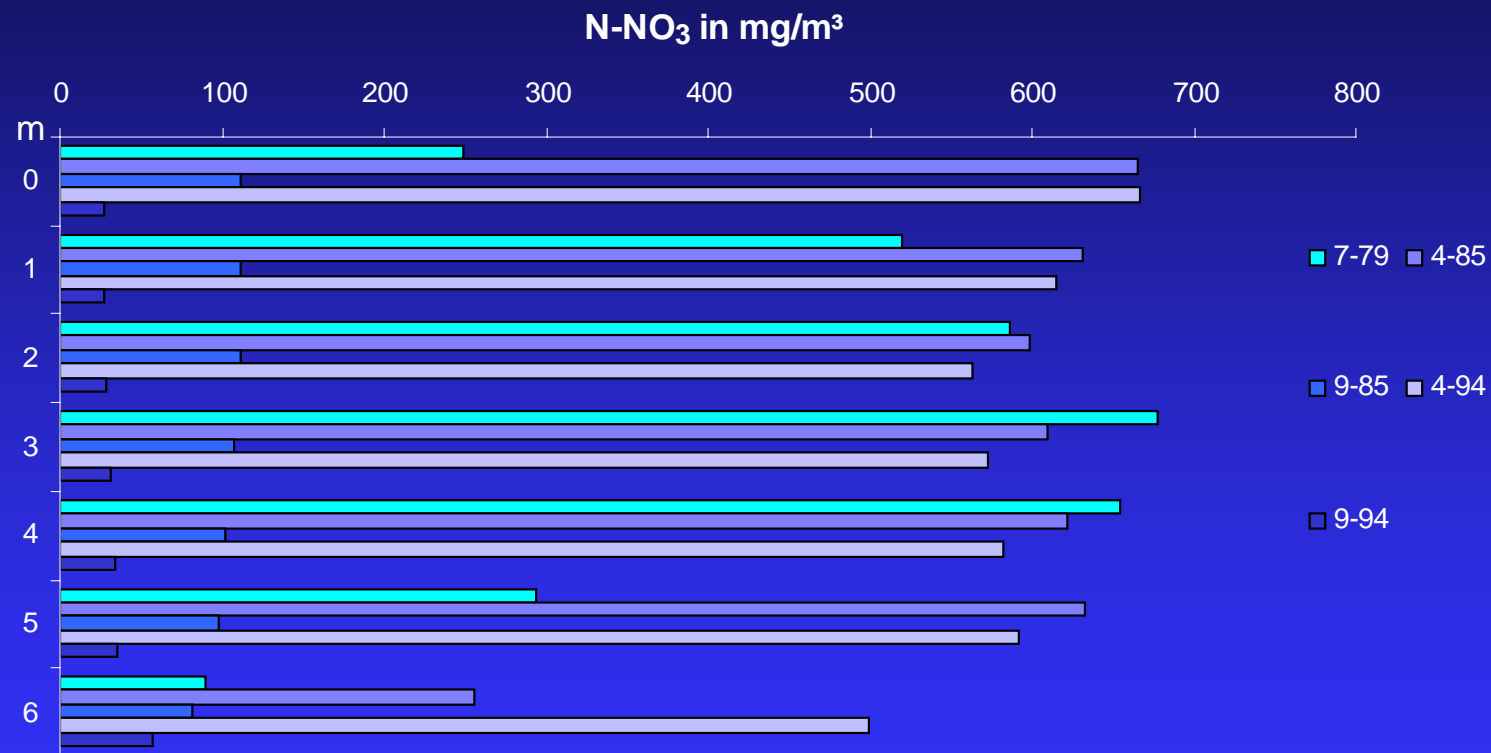


Abb. 5: Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs im Heratingersee. Die Werte von 1979 (MÜLLER 1982) sind von NO<sub>3</sub> Werten auf N-NO<sub>3</sub> Werte umgerechnet

es auch im Juli "Normalwerte" im Bereich zwischen 250 und 600 mg/m<sup>3</sup> (MÜLLER 1982). In den tieferen Schichten ab 4 m wurden unter teilweise anaeroben Bedingungen große Mengen zu Ammonium reduziert. Der Mittelwert der Nitrat-Konzentrationen im Oberflächenbereich war 239 mg/m<sup>3</sup>, im Tiefenbereich 216 mg/m<sup>3</sup>.

Chlorid: Die Chloridwerte haben sich gegenüber 1979 mehr als verdoppelt.

1979:	1,1 bis 2,3 mg/l
1985 bis 1994:	3,0 bis 4,9 mg/l, der Mittelwert der Tiefenserien betrug 3,0 mg/l (n=13).

Silikat: Beim Silikat fehlt ein Vergleichswert von 1979.

Der Schwankungsbereich der Silikat-Konzentrationen reichte von 0,4 bis 8,8 mg/l. Der Mittelwert der Tiefenserien betrug 2,9 mg/l (n=13).

Chlorophyll: Die Chlorophyllwerte (14,4 mg/m<sup>3</sup> im April und 18,7 mg/m<sup>3</sup> im September) dürften durch die Eigenfarbe des Sees etwas verfälscht sein und sind mit Vorbehalt aufzunehmen.





Phytoplankton: Die Algenbiomasse war im April mit 887 mg/m<sup>3</sup> noch niedrig, das Artenspektrum war jedoch sehr breit gefächert. Der größte Teil der Biomasse setzte sich aus Diatomeen zusammen. Etwa 65 % der Algen wurden nur aus 3 Arten von *Cyclotella* gebildet. Es folgten 2 *Dinobryon*-Arten mit 12 % und die Grünalge *Scenedesmus quadricauda* mit 10 %. Die beiden Blaualgengattungen *Merismopedia* und *Anabaena* machten im April zusammen nur 1 % aus.

Bis September war die Biomasse auf 3277 mg/m<sup>3</sup> angewachsen. Die Hauptmasse wurde von *Merismopedia* sp. und *Coelastrum reticulatum* zu 34 % bzw. 33 % gebildet. Die Gattung *Dinobryon* war durch 2 Arten mit etwa 13 % vertreten und die Blaualge *Spirulina* mit etwa 5 %.



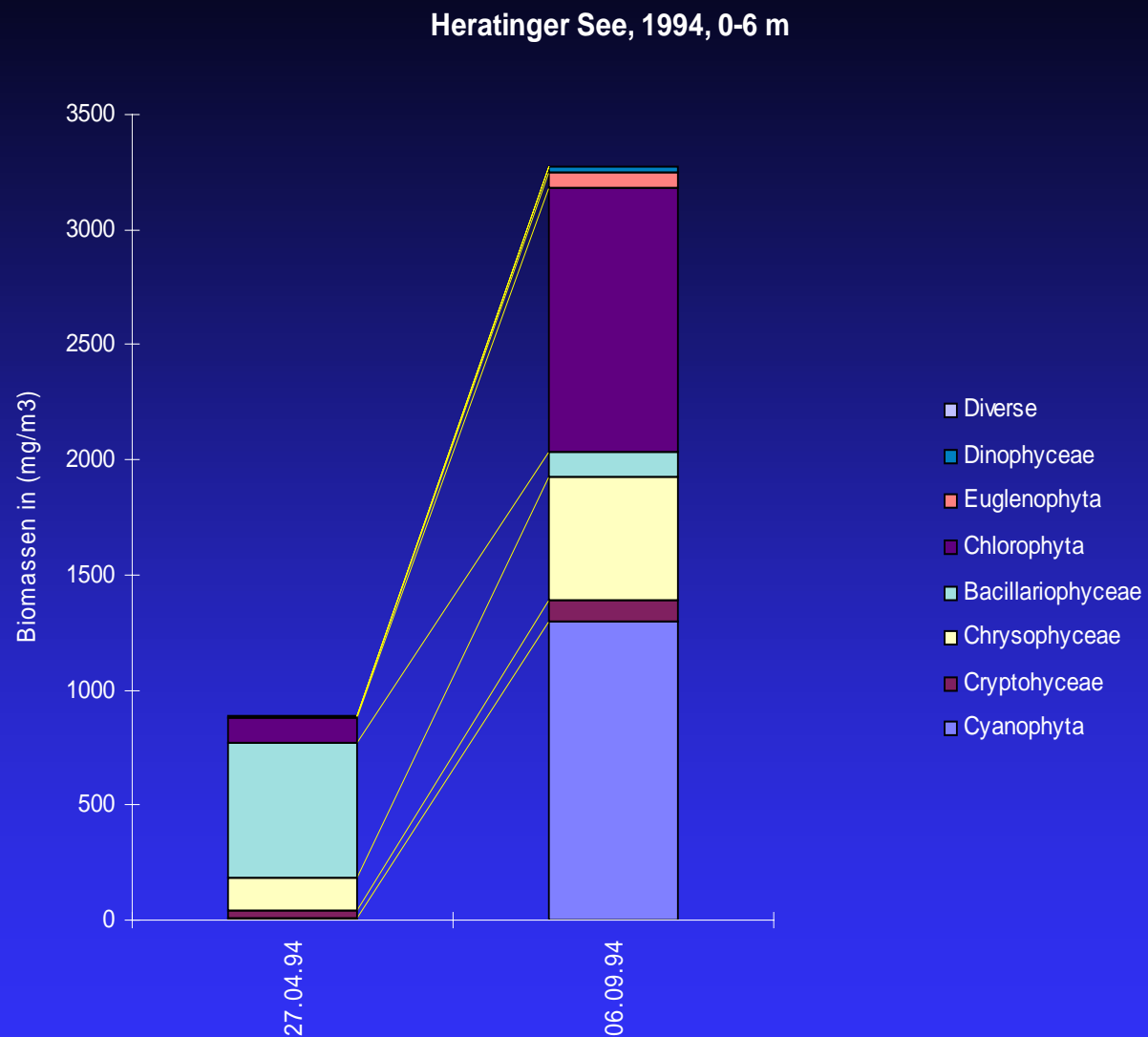


Abb. 6: Das Phytoplankton des Heratingersees 1994 für der Bereich von 0 bis 6 m

Phytoplankton - Zählprotokolle:

Auswertung: Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Heratingersee 94-04-27 0-6 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cyclotella sp.</i>	2500	123687	309,2	34,8
<i>Cyclotella sp.</i>	950	215307	204,5	23,1
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	192	458100	88,0	9,9
<i>Cyclotella sp.</i>	390	164916	64,3	7,2
<i>Dinobryon sociale</i>	400	137430	55,0	6,2
<i>Dinobryon divergens</i>	367	146592	53,8	6,1
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	100782	38,3	4,3
<i>Kephyrion sp.</i>	122	164916	20,1	2,3
<i>Tabellaria fenestrata</i>	2400	4581	11,0	1,2
<i>Cyclotella sp.</i>	234	45810	10,7	1,2
<i>Ochromonas sp.</i>	88	119106	10,5	1,2
<i>Cosmarium sp.</i>	204	32067	6,5	0,7
<i>Merismopedia sp.</i>	30	157872	4,7	0,5
<i>Anabaena spiroides</i>	140	27486	3,8	0,4
<i>Tetraedron minimum</i>	80	27486	2,2	0,2
<i>Pediastrum tetras</i>	59	36648	2,2	0,2
<i>Peridinium sp.</i>	6500	228	1,5	0,2
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	28	18324	0,5	0,1
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	4581	0,5	0,1
Cyanophyta			4,7	0,5
Cryptophyceae			38,3	4,3
Chrysophyceae			139,4	15,7
Bacillariophyceae			589,5	66,4
Chlorophyta			103,2	11,6
Euglenophyta			10,7	1,2
Dinophyceae			1,5	0,2
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			887,4	



## Heratingersee 94-09-06 0-6 m

Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Merismopedia sp.</i>	30	37573536	1127,2	34,4
<i>Coelastrum reticulatum</i>	65	16694964	1085,2	33,1
<i>Dinobryon divergens</i>	367	641340	235,4	7,2
<i>Dinobryon bavaricum</i>	500	412290	206,1	6,3
<i>Spirulina sp.</i>	552	315744	174,3	5,3
<i>Diatoma vulgare</i>	5006	18324	91,7	2,8
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	36648	88,0	2,7
<i>Dinobryon sociale</i>	400	174078	69,6	2,1
<i>Trachelomonas volvocina</i>	3400	18324	62,3	1,9
<i>Peridinium sp.</i>	3200	9162	29,3	0,9
<i>Oocystis lacustris</i>	200	146592	29,3	0,9
<i>Cyclotella sp.</i>	390	64134	25,0	0,8
<i>Kephyrion sp.</i>	122	157872	19,3	0,6
<i>Pediastrum tetras</i>	98	73296	7,2	0,2
<i>Closterium sp.</i>	385	18324	7,1	0,2
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	192	36648	7,0	0,2
<i>Cosmarium sp.</i>	204	18324	3,7	0,1
<i>Staurastrum sp.</i>	330	9162	3,0	0,1
<i>Tetraedron minimum</i>	80	36648	2,9	0,1
<i>Bitrichia chodatii</i>	200	9162	1,8	0,1
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	28	36648	1,0	0,0
<i>Pediastrum duplex var. regulum</i>	200	3648	0,7	0,0
Cyanophyta			1301,5	39,7
Cryptophyceae			88,0	2,7
Chrysophyceae			532,2	16,2
Bacillariophyceae			116,7	3,6
Chlorophyta			1147,2	35,0
Euglenophyta			62,3	1,9
Dinophyceae			29,3	0,9
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			3277,3	



# HERATINGERSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. °C
-------------------	-------	---------------------------	------------------	-------------------	----------------	------------------

13	27.04.94	Tiefste Stelle	-1,8	22 ocker	-6,8	
14	06.09.94	Tiefste Stelle	-1,9	22	-6,8	

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
-------------------	-------	-----------	-------------	----------	--------------------	--------------------------	---------------------------

13	27.04.94	heiter	1	10,30		0,9	5,13
14	06.09.94	bedeckt	0-1	11,00			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
13	27.04.94	-0,0	12,4	11,1	109	8,30	372	3,85	1	39	7	32
		-1,0	12,2									
		-2,0	12,2	11,2	110	8,15	375	3,85	0	38	7	31
		-3,0	9,2									
		-4,0	8,0									
		-5,0	7,5	8,5	75	7,95	396	4,00	0	40	7	33
		-6,0	7,2									
		-6,2	7,1	4,5	39	7,90	396	4,05	1	38	7	31

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
13	27.04.94	-0,0	60	666	3,1		0,6		
		-1,0							
		-2,0	75	563	3,1		0,6		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	350	592	3,6		1,5		
		-6,0							
		-6,2	650	499	3,6		2,2		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
14	06.09.94	-0,0	21,0	10,5	124	8,50	311	3,30	0	20	4	16
		-1,0	21,1									
		-2,0	21,0	10,7	126	8,50	311	3,30	0	21	4	17
		-3,0	20,6									
		-4,0	20,3									
		-5,0	18,6	1,7	19	7,65	356	3,70	0	79	7	72
		-6,0	4,9	0,2	2	7,2	448	4,75	1	65	6	59

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
14	06.09.94	-0,0	23	27	4,4		0,4		
		-1,0							
		-2,0	8	28	4,8		0,4		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	580	36	4,5		2,0		
		-6,0	3580	57	4,7		6,4		

**B e m e r k u n g e n :** bei 5,5 m leichter -, bei 6,0 m starker H<sub>2</sub>S Geruch



# Höllerersee



Inhalt



## Allgemeine Bemerkungen

Der Höllerersee befindet sich im Gemeindegebiet von St. Pantaleon am Südwestrand des Ibmer Moores bei etwa  $48^{\circ} 01' \text{ n. B.}$  und  $12^{\circ} 53' \text{ ö. L.}$  Seine Entstehung verdankt der Höllerersee ebenso wie die anderen Innviertler Seen (Heratingersee, Seeleitensee, Holzöstersee) einer Zunge des Salzachgletschers, der hier Moränen hinterließ. Er hat eine länglich ovale Form mit einer Nord-Süd verlaufenden Längsachse.

Das Einzugsgebiet mit seinem moorigen Umland besteht im Westen und Osten aus teilweise steil einfallenden Waldgebieten. Die Flächen im Norden und Süden des Sees werden landwirtschaftlich genutzt. Es gibt nur einen ständig wasserführenden Zufluß im Norden. Die kleineren Zuflüsse kommen zumeist aus den Waldgebieten des relativ



kleinen Einzugsgebietes. Der Abfluß befindet sich im Süden.  
Der Höllerersee bildet fast regelmäßig zumindest für einige Wochen eine Winterdecke. Während der Durchmischungsphase werden allerdings nur die oberen 10 m erfaßt. Unterhalb von 10 m ist das Hypolimnion frei von Sauerstoff.





Der See wird wegen der hohen Wassertemperaturen im Sommer als Badesees genutzt.

Aufgrund der Konzentrationen an Nährstoffen und der des Chlorophylls im Epilimnion kann der Höllerersee als mesotroph eingestuft werden.



Höllerersee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	13	12,7	1,2	23,5
Sichttiefe		13	3,8	1,7	7,7
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-10 m	13	18,4	7,0	58,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	13	42,0	7,0	244,0
Tot. Phosphor (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	13	129,0	72,0	244,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	13	0,0	0,0	0,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	13	10029,0	9100,0	11700,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-10 m	13	467,0	11,0	3100,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	13	2680,0	11,0	11700,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		100,2	259,7
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		5,0	8,8

### Charakteristische Werte aus der Zeitreihe 1985 und 1994

Sichttiefe: Der Höllerersee wies bei einer Einzelmessung im Juli 1979 eine Sichttiefe von 2,4 m auf (MÜLLER 1982). Bei einem Jahresgang im Jahre 1985 konnte eine Mindestsichttiefe von 1,7 m, ein Maximum von 7,7 m und eine mittlere Sichttiefe von 3,9 m (n=11) festgestellt werden. Zwei Einzelmessungen im April und September 1994 ergaben 1,8 m für den April und 4,0 m für den September.



Temperatur: Charakteristisch für den Höllerersee ist die rasche Erwärmung nach Eisbruch gegen Ende März. Die Durchmischungsphase ist kurz und reicht nur bis etwa 10 m Tiefe. Anfang April kann der See an der Oberfläche schon Temperaturen von 10,0 °C und mehr haben. Die Erwärmung des Epilimnions reichte im September 1985 bis 6 m und im September 1994 bis 5 m Tiefe. Im Jahre 1985 setzte bereits im Oktober die Durchmischung ein und war im November abgeschlossen. Der Verlauf der Oberflächentemperatur im Jahre 1985 ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

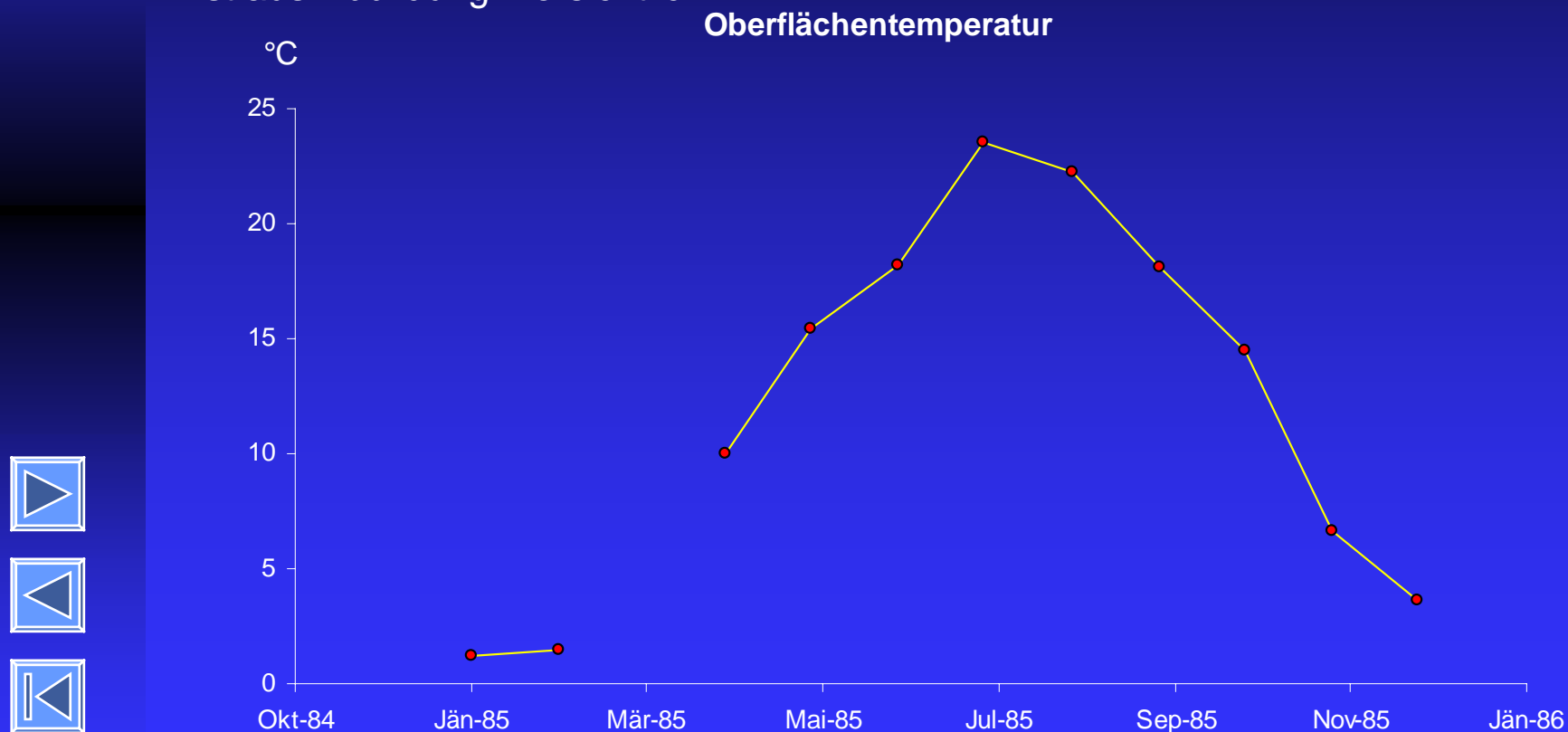


Abb.1: Verlauf der Oberflächentemperatur im Jahre 1985

Sauerstoff: Beim meromiktischen Höllerersee können auch im Epilimnion Sauerstoffdefizite vorkommen. Der See trat schon mit einem Sauerstoffdefizit in die Winterstagnation ein (Nov. 1985: 63 % Sättigung, Dez. 1985: 45 % Sättigung)

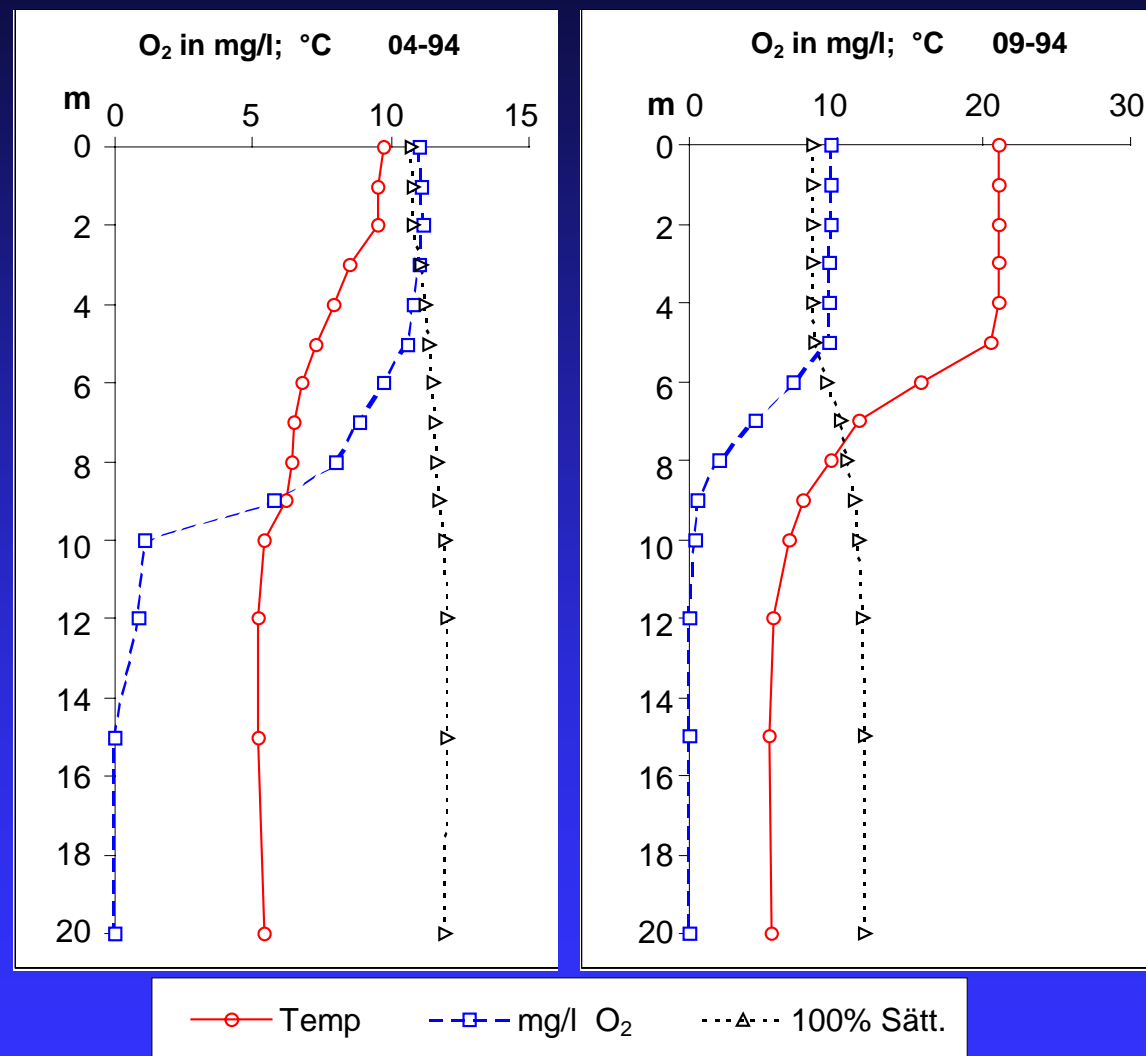


Abb. 2: Verlauf von Temperatur und Sauerstoff; a) April 1994 und b) September 1994

im Epilimnion) und konnte es erst im April wieder auffüllen. Im Juli 1985 kam es durch die starke Entwicklung des Phytoplanktons zu einer Übersättigung von 160 % in 5 m Tiefe. Im April 1994 war die Situation des Sauerstoffs etwas besser. Bis 5 m Tiefe konnte eine mittlere Sättigung von etwa 100 % festgestellt werden. Allerdings betrug die Sauerstoffkonzentration in 10 m Tiefe nur mehr 1,1 mg/l. Im September reichte eine leichte Übersättigung von 114 % bis 5 m Tiefe. Aber bereits bei 8 m waren nur mehr 19 % festzustellen.

Leitfähigkeit: Der Schwankungsbereich der Leitfähigkeit im Epilimnion reichte von 282  $\mu\text{S/cm}$  bis 360  $\mu\text{S/cm}$  bei einem Mittelwert von 317  $\mu\text{S/cm}$ , im Hypolimnion von 337 bis 641  $\mu\text{S/cm}$  bei einem Mittelwert von 492  $\mu\text{S/cm}$  (1985). Im September 1994 trat über Grund der Höchstwert von 657  $\mu\text{S/cm}$  auf.

pH-Wert: Die pH-Werte nahmen von der Oberfläche gegen die Tiefe hin ab. Im Epilimnion reichten sie von 7,60 bis 8,55 (Maximalwert im September 1994 in 2 m Tiefe). Im Hypolimnion lagen die Werte zwischen 6,80 und 7,20.

Alkalinität: Während die Alkalinität im Epilimnion um den Wert 3,20 mval/l von 2,65 bis 4,35 mval/l pendelte (entsprechend einer Carbonathärte von etwa 7,5 bis 12  $^{\circ}\text{dH}$ ) stieg die Alkalinität im Hypolimnion auf sehr hohe Werte an. So betrug der Maximalwert über Grund im September 1994 7,25 mval/l oder in Carbonathärte ausgedrückt 20,3  $^{\circ}\text{dH}$ .



Gesamt-Phosphor: Im Epilimnion bewegten sich die Konzentrationen im Bereich zwischen 7 und 58 mg/m<sup>3</sup>, der Mittelwert lag bei etwa 18 mg/m<sup>3</sup> (n=13). Im Hypolimnion kamen Spitzenwerte von über 200 mg/m<sup>3</sup> vor, (Februar und April 1985 in 20 m Tiefe: 244 bzw. 214 mg/m<sup>3</sup>), im Mittel bei 79 mg/m<sup>3</sup>. Die beiden Proben von April und September 1994 weisen jedoch darauf hin, daß die Phosphorkonzentration in beiden Bereichen, sowohl im Epilimnion als auch im Hypolimnion, leicht abgenommen hat (Abbildung 3).

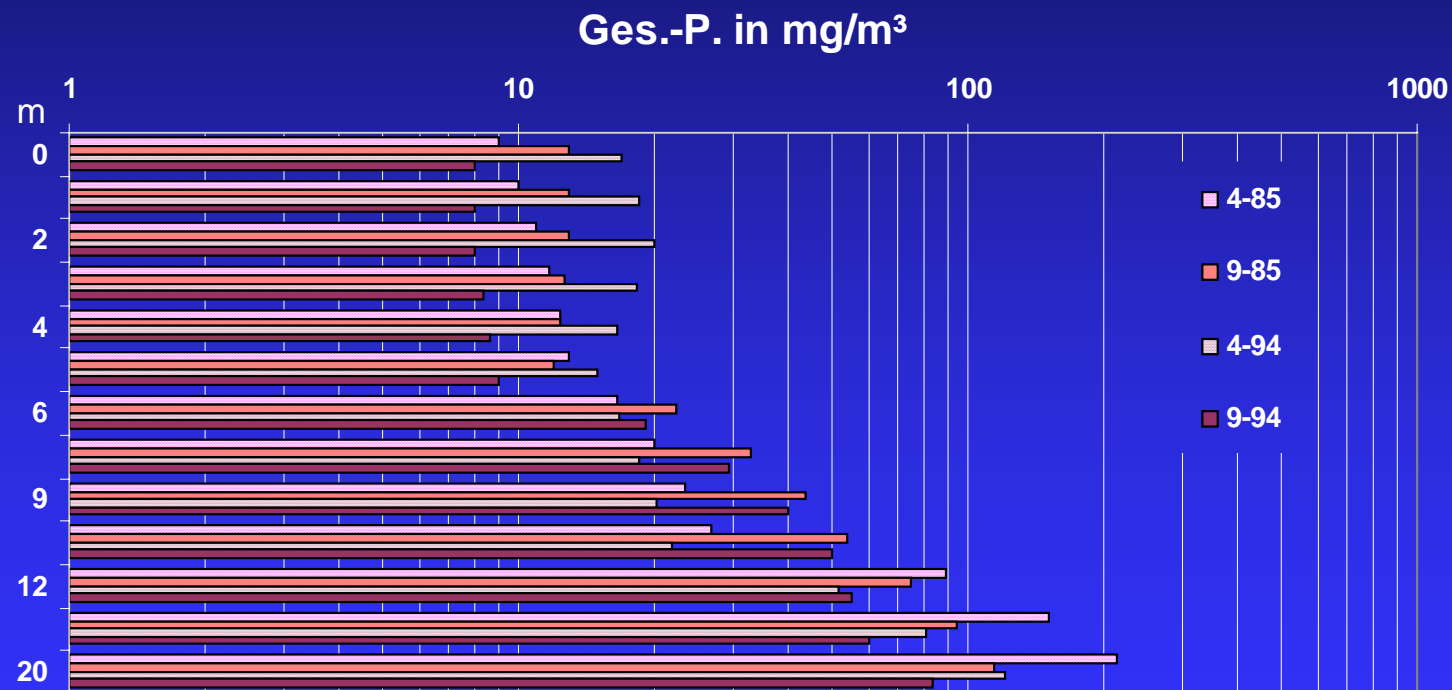


Abb. 3: Gesamtphosphorkonzentrationen für den Bereich Oberfläche bis Grund von April und September 1985, sowie April und September 1994



Ammonium-Stickstoff: Die Ammoniumkonzentrationen sind während der Hochproduktion des Phytoplanktons im Epilimnion am niedrigsten. So konnten im August 1985 lediglich 11 mg/m<sup>3</sup> an der Oberfläche gemessen werden. Gegen die Tiefe hin nahmen die Konzentrationen auch im Epilimnion zu. Der höchste Wert im Epilimnion wurde im September 1994 in 10 m Tiefe mit 3100 mg/m<sup>3</sup>

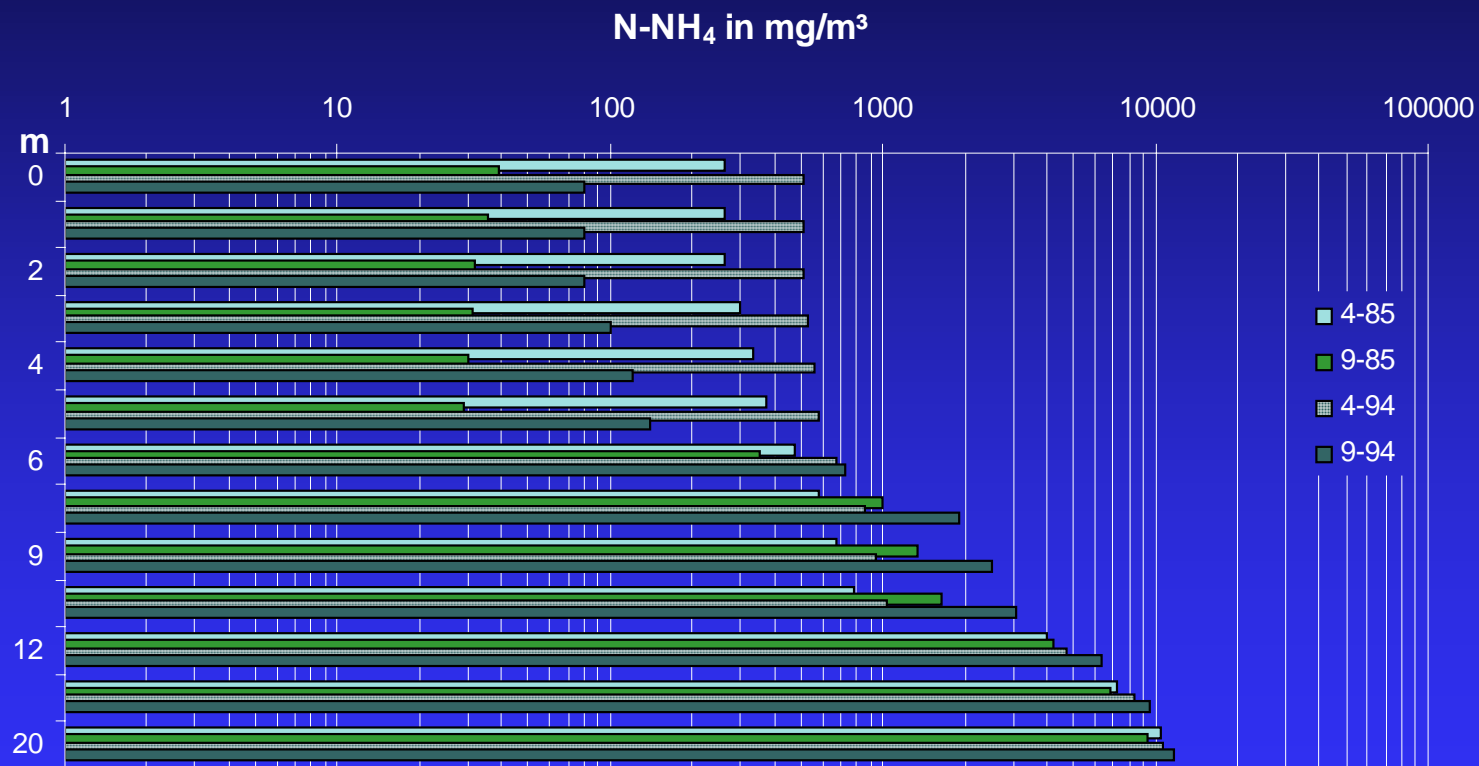


Abb. 4: Konzentrationen von Ammonium-Stickstoff für den Bereich Oberfläche bis Grund von April und September 1985, sowie April und September 1994

festgestellt. Der Mittelwert für das Epilimnion lag bei 467 mg/m<sup>3</sup>.

Unter den anaeroben Bedingungen des Hypolimnions waren 3100 mg/m<sup>3</sup> das Minimum. Die Werte über Grund lagen im Bereich um 10 g/m<sup>3</sup>. Während der Durchmischungsphase glichen sich die Konzentrationen im Epilimnion etwas aus. Sie lagen im Bereich zwischen 261 und 1000 mg/m<sup>3</sup>. Die Jännerwerte von 1980 (MÜLLER 1982) lagen mit 1019 bis 1109 mg/m<sup>3</sup> deutlich darüber.

Nitrat-Stickstoff: Der Höllerersee ist aufgrund seiner Lage und Hydrographie natürlich und auch anthropogen relativ stark belastet. Die Konzentrationen an Nitrat-Stickstoff im Epilimnion sind daher entsprechend hoch. Die höchste Konzentration gab es im August 1985 in 5 m Tiefe mit 970 mg/m<sup>3</sup> (entspricht 4,3 mg/l Nitrat), was an die Meßergebnisse von 1980 nahe herankommt (21.01.1980: 4,5 mg/l Nitrat). Gegen die Tiefe hin nahm das Nitrat auch im Epilimnion ab. Die niedrigsten Werte des Epilimnions wurden während der Sommermonate 1985 in 10 m Tiefe festgestellt, wo sich bereits der Einfluß des hypolimnischen Milieus auswirkte. Die Werte lagen im Bereich um 40 mg/m<sup>3</sup>. Der mittlere Gehalt an Nitrat-Stickstoff lag bei 539 mg/m<sup>3</sup>.

Im Hypolimnion wird der größte Teil des Nitrates reduziert, und es bleiben nur mehr Werte im Bereich um durchschnittlich 63 mg/m<sup>3</sup> über.



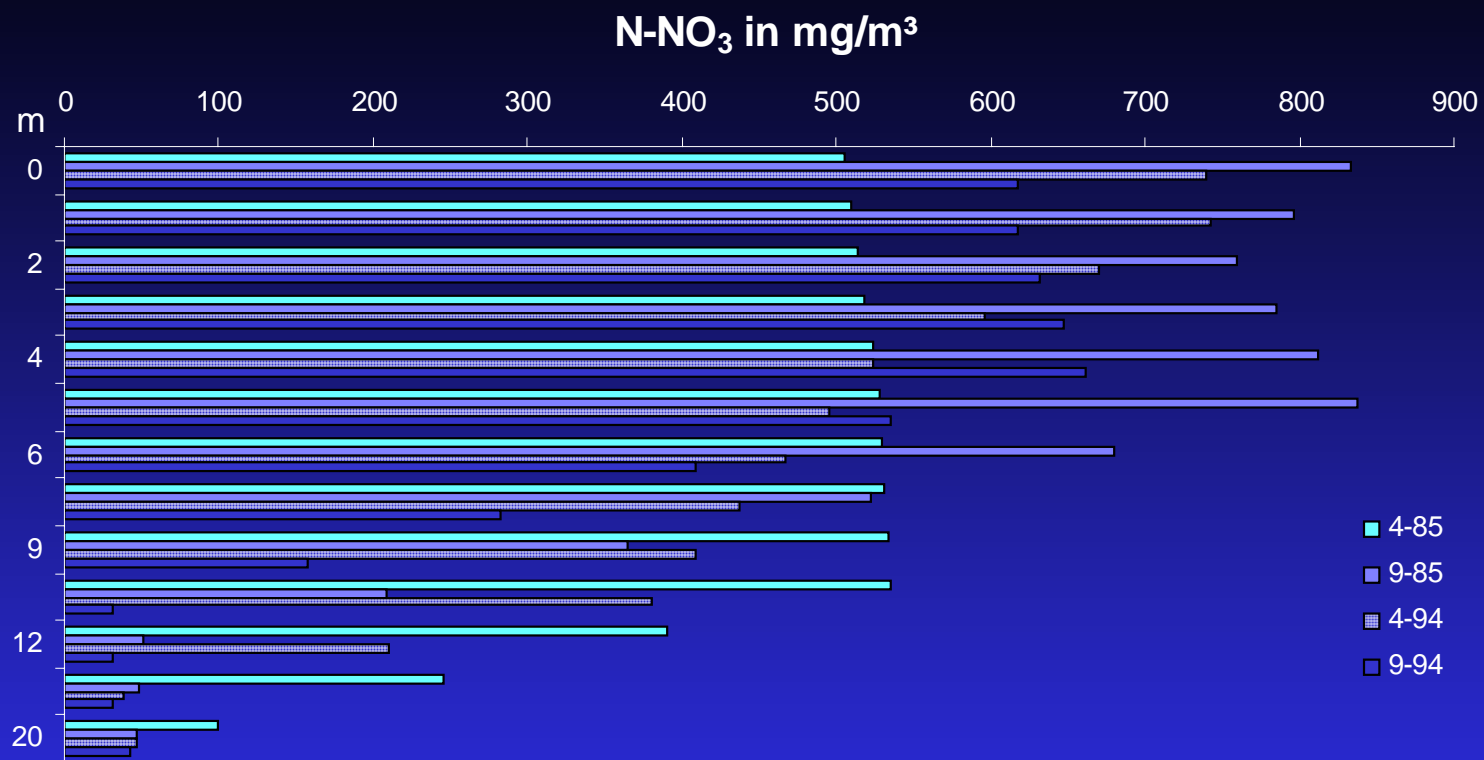


Abb. 5: Konzentrationen von Nitrat-Stickstoff für den Bereich Oberfläche bis Grund von April und September 1985, sowie April und September 1994

Chlorid: Die Konzentrationen an Chlorid waren sehr einheitlich. Der höchste Wert von 8,6 mg/l wurde im Jänner 1985 an der Oberfläche festgestellt. Der Mittelwert von 13 Tiefenserien lag bei 3,5 mg/l. Bei den von der Oberfläche gegen die Tiefe hin leicht abnehmenden Konzentrationen war erst in den letzten beiden Tiefenserien von 1994 kein Chlorid mehr nachweisbar.



Silikat: Im Epilimnion schwankten die Werte im Bereich zwischen 0,2 und 5,1 mg/l. Die Werte im Hypolimnion waren deutlich erhöht. Über Grund wurden Werte zwischen 7,7 und 20,2 mg/l gemessen. Der Mittelwert im Hypolimnion lag bei 17,0 mg/l.

Chlorophyll: Die Konzentrationen an Chlorophyll entsprechen in ihrem Verhältnis zueinander und zu dem des Phytoplanktons recht gut (5,0 mg/m<sup>3</sup> im April bzw. 8,8 mg/m<sup>3</sup> im September 1994). Ebenso wie beim Phytoplankton erfolgte auch beim Chlorophyll die Probennahme mit einem summierenden Schöpfer, der die gesamte Wassersäule von 0 bis 20 m erfaßt.

Phytoplankton: Die Phytoplankton-Biomasse des Höllerersees war im Vergleich zum Nährstoffangebot niedrig. Man muß allerdings berücksichtigen, daß sich die Algenentwicklung nur im Epilimnion abspielt, während im Hypolimnion nur mehr anaerobe Prozesse ablaufen. Die mit einem summierenden Schöpfer genommenen Proben erfassen aber den gesamten Bereich von der Oberfläche bis zum Grund. Die Dichte der Algen im Epilimnion wird also durch die algenarme Zone des Hypolimnions verdünnt.

Zudem sind ins Hypolimnion absedimentierte Algen schon so stark geschädigt, daß sie bei der Zählung nicht mehr berücksichtigt werden können. Man muß also davon ausgehen, daß die Biomasse im Epilimnion wesentlich dichter war.



Sowohl im April als auch im Oktober 1994 dominierte *Oscillatoria rubescens*. Die an zweiter Stelle liegenden Dinophyceen mit den wichtigsten Formen *Ceratium hirundinella*, *Peridinium cinctum* und *Gymnodinium* sp. verdanken ihren relativ hohen Anteil nicht der Zellzahl, sondern dem außerordentlich hohen Biovolumen der Zellen (*Ceratium hirundinella*: fast 55 000  $\mu^3$ , *Peridinium cinctum* fa. *westii*: 47 000  $\mu^3$  und *Gymnodinium* sp. 8 900  $\mu^3$ ).



### Höllerer See, 1994, 0-20 m

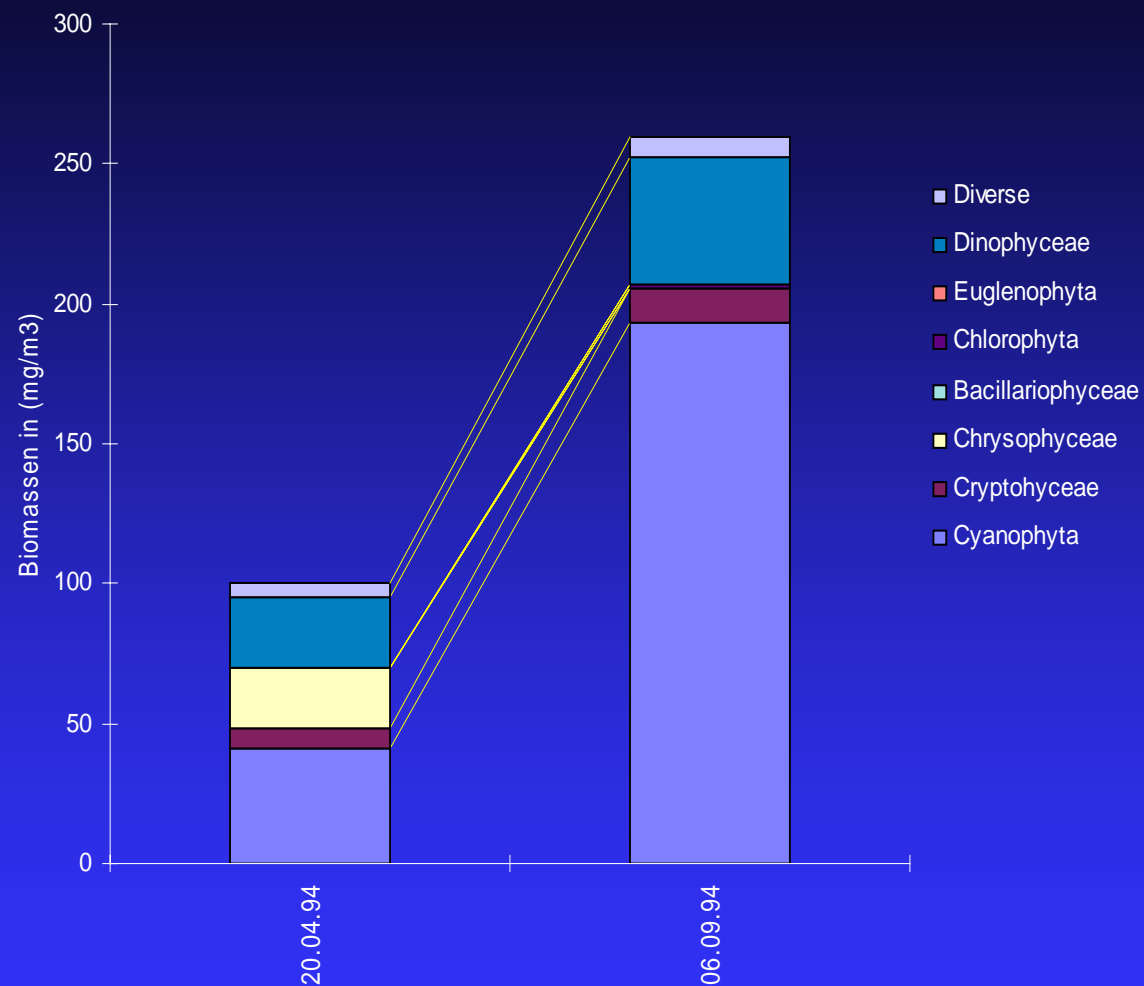


Abb. 6: Das Phytoplankton des Höllerersees 1994

# Phytoplankton - Zählprotokolle:

Auswertung: Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Höllerer See 94-04-20 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	209760	41,1	41,0
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	456	25,0	25,0
<i>Dinobryon sociale</i>	400	54972	22,0	21,9
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	18324	7,0	6,9
Coccale Formen	65	78936	5,1	5,1
Cyanophyta			41,1	41,0
Cryptophyceae			7,0	6,9
Chrysophyceae			22,0	21,9
Bacillariophyceae				
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae			25,0	25,0
Diverse			5,1	5,1
GESAMTBIOMASSE			100,2	



Höllerer See 94-09-06 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	984960	193,1	74,3
<i>Peridinium cinctum fo. westi</i>	47130	912	43,0	16,5
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	27486	10,4	4,0
<i>Coccale Formen</i>	65	118404	7,7	3,0
<i>Gymnodinium sp.</i>	8900	228	2,0	0,8
<i>Cosmarium sp.</i>	204	9162	1,9	0,7
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	684	1,6	0,6
Cyanophyta			193,1	74,3
Cryptophyceae			12,1	4,7
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae				
Chlorophyta			1,9	0,7
Euglenophyta				
Dinophyceae			45,0	17,3
Diverse			7,7	3,0
GESAMTBIOMASSE			259,7	





# HÖLLERER SEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. °C
-------------------	-------	---------------------------	------------------	-------------------	----------------	------------------

16	20.04.94	Tiefste Stelle	-1,8	17	-20,3	
17	06.09.94	Tiefste Stelle	-4,0	13	-20,7	

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
-------------------	-------	-----------	-------------	----------	--------------------	--------------------------	---------------------------

16	20.04.94	heiter	0-	09,15		0,7	6,7
17	06.09.94	bedeckt	0-	08,00			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
16	20.04.94	-0,0	9,7	11,0	102	8,15	337	3,40	1	17	6	11
		-1,0	9,5									
		-2,0	9,5	11,2	104	8,20	341	3,45	1	20	5	15
		-3,0	8,5									
		-4,0	7,9									
		-5,0	7,3	10,6	93	8,15	348	3,55	0	15	5	10
		-6,0	6,8									
		-7,0	6,5									
		-8,0	6,4	8,0	69							
		-9,0	6,2	5,8	50							
		-10,0	5,4	1,1	9	7,60	364	3,70	0	22	6	16
		-12,0	5,2	0,9	7							
		-15,0	5,2	0,0	0	7,20	582	6,35	10	81	16	65
		-20,0	5,4	0,0	0	7,20	642	7,05	45	121	51	70



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
16	20.04.94	-0,0	510	738	3,1		1,6		
		-1,0							
		-2,0	510	742	3,0		1,6		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	580	524	3,0		1,6		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	1040	380	3,2		2,5		
		-12,0							
		-15,0	8400	39	0,0		14,6		
		-20,0	10700	47	0,0		19,5		

B e m e r k u n g e n : Ab 15 m starker H<sub>2</sub>S Geruch



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
17	06.09.94	-0,0	21,1	9,6	114							
		-1,0	21,1									
		-2,0	21,1	9,6	114	8,55	271	2,65	0	8	4	4
		-3,0	21,1									
		-4,0	21,0									
		-5,0	20,5	9,5	112	8,40	284	2,80	1	9	5	4
		-6,0	15,7									
		-7,0	11,5									
		-8,0	9,7	2,0	19							
		-9,0	7,8	0,5	4							
		-10,0	6,8	0,4	3	7,55	410	4,25	0	50	5	45
		-12,0	5,7	0,0	0							
		-15,0	5,4	0,0	0	7,20	605	6,65	6	60	9	51
		-19,8	5,6	0,0	0	7,10	657	7,25	17	84	19	65



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
17	06.09.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	80	618	4,2		0,3		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	140	661	4,1		0,4		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	3100	31	4,1		4,1		
		-12,0							
		-15,0	9500	31	0,0		16,5		
		-19,8	11700	42	0,0		19,7		

**B e m e r k u n g e n :** 10 m kein H<sub>2</sub>S Geruch, Wasser hat eine Rosafärbung  
ab 12 m bis zum Grund starker H<sub>2</sub>S Geruch, Wasserfärbung normal



# Holzöstersee



Inhalt



## Allgemeine Beurteilung

Der Holzöstersee gehört zum Gemeindegebiet von Franking und befindet sich im Westen des Ibmer Moores bei etwa 48° 03' n. B. und 12° 54' ö. L. Seine Entstehung verdankt der Holzöstersee ebenso wie die anderen Innviertler Seen (Heratingersee, Seeleitensee, Höllerersee) einer Zunge des Salzachgletschers, der hier Moränen hinterließ. Die Hauptachse des nierenförmigen Seebeckens weist West-Ost-Richtung auf. Der See ist im Norden und Süden von bewaldeten Abhängen begrenzt. Im Westen schließt ein Schwingrasenmoor an, welches in das Hehermoos übergeht, im Osten befindet sich der Abfluß des Sees mit dem Ort Holzöster. Es gibt zwei kleine Zubringer im Westen, die aus dem Hehermoos kommen. Der See friert im Winter regelmäßig zumindest für mehrere Wochen zu.



Die Dauer der Winterstagnation bewirkt in Grundnähe so starke Zehrungen, daß trotz der geringen Tiefe des Sees die Dauer der Frühjahrszirkulation für einen vollständigen Wasseraustausch oft nicht ausreicht. Manchmal geht der See nach einer unvollständigen Frühjahrszirkulation mit einem Sauerstoffdefizit in die Sommerstagnation über.





Wegen der hohen Wassertemperaturen an der Oberfläche wird der See von zahlreichen Badegästen besucht.

Der relativ hohe Nährstoffgehalt des Holzöstersees, der aus natürlichen und anthropogenen Einflüssen zu erklären ist, führte in den 70er Jahren zu spektakulären Eutrophierungserscheinungen wie Algenblüten und Sauerstoffdefiziten.



Im Zuge eines Sanierungsprojektes (HEHENWARTER & HIMMELBAUER 1974) wurde ein Großteil des nährstoffreichen Schlammes aus dem See gepumpt und der Phosphor mit Fällungsmitteln entfernt. Dadurch wurde der See um ca. 1 m eingetieft. Seither wird dem See neben den zwei Zubringern aus dem Hehermoos zusätzlich über die Sommermonate phosphatfreies und kaltes Grundwasser zugeführt.

Aufgrund der Konzentration an Nährstoffen kann der Holzöstersee als mesotroph eingestuft werden. Hinsichtlich der Chlorophyllkonzentration liegt er eindeutig im eutrophen Bereich.

Holzöstersee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	17	14,3	1,0	23,7
Sichttiefe		17	1,9	1,1	2,9
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-4 m	17	29,0	14,0	93,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	17	33,0	19,0	93,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	17	5,3	0,0	12,3
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	17	486,0	79,0	1472,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-4 m	17	241,0	3,0	1472,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-4 m	2		146,7	1031,0
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-4 m	6	20,2	13,6	30,2

Charakteristische Werte aus der Zeitreihe 1985, 1994 und 1997



Sichttiefe: Die Sichttiefen am Holzöstersee sind schon wegen der gelblichbraunen Eigenfarbe des Wassers gering. Am 9. August 1979 wurden von MÜLLER 1,7 m gemessen. Der Mittelwert aus 11 Messungen im Jahre 1985, 2 weiteren im Jahre 1994 (April und September) sowie 1997 (Mai, Juli, August und Oktober) betrug 1,9 m. Der Höchstwert von 2,9 m stammt vom Jänner 1985, der niedrigste Wert von 1,1 m stammt vom September 1985.

Temperatur: Ähnlich wie der Höllerersee erwärmt sich auch der Holzöstersee nach Eisbruch sehr rasch. Bereits am 10. April 1985 hatte der See bis 3 m Tiefe eine Temperatur von über 10 °C. Während im Sommer die Temperatur in Grundnähe bei etwa 15 °C stagniert, erreicht sie an der Oberfläche oft über 23 °C. Die Erwärmung auf über 20 °C im Sommer reicht bis etwa 3 m Tiefe. Andererseits wirken sich Schlechtwettereinbrüche wegen der geringen Tiefe des Sees sehr rasch auf die Wassertemperatur des gesamten Wasserkörpers aus, was für die Sauerstoffversorgung im Tiefenbereich durch die entstehenden Vertikalströmungen auch einen positiven Aspekt darstellt. Bei der Abkühlung im Herbst kann eine Homothermie schon im September erreicht werden (13.09.1985: durchgehend 16,3 °C), die sich bis in den November ausdehnen kann.

Sauerstoff: Das relativ hohe trophische Niveau des Holzöstersees und seine geringe Wärmespeicherkapazität haben zur Folge, daß die Sauerstoffkonzentrationen ständig zwischen Defizit und Übersättigung schwanken. 1985 sank



während der Winterstagnation die Sauerstoffsättigung an der Oberfläche auf 63 % ab, in 3,3 m gar auf 14 %. Während der kurzen Zirkulation im April konnte in Grundnähe der größte Teil des Defizites wieder gefüllt werden, indessen wurden an der Oberfläche bereits Übersättigungen von 136 % erreicht. Im Mai vergrößerte sich die Differenz zwischen Oberflächenwert und Grundwert. An der

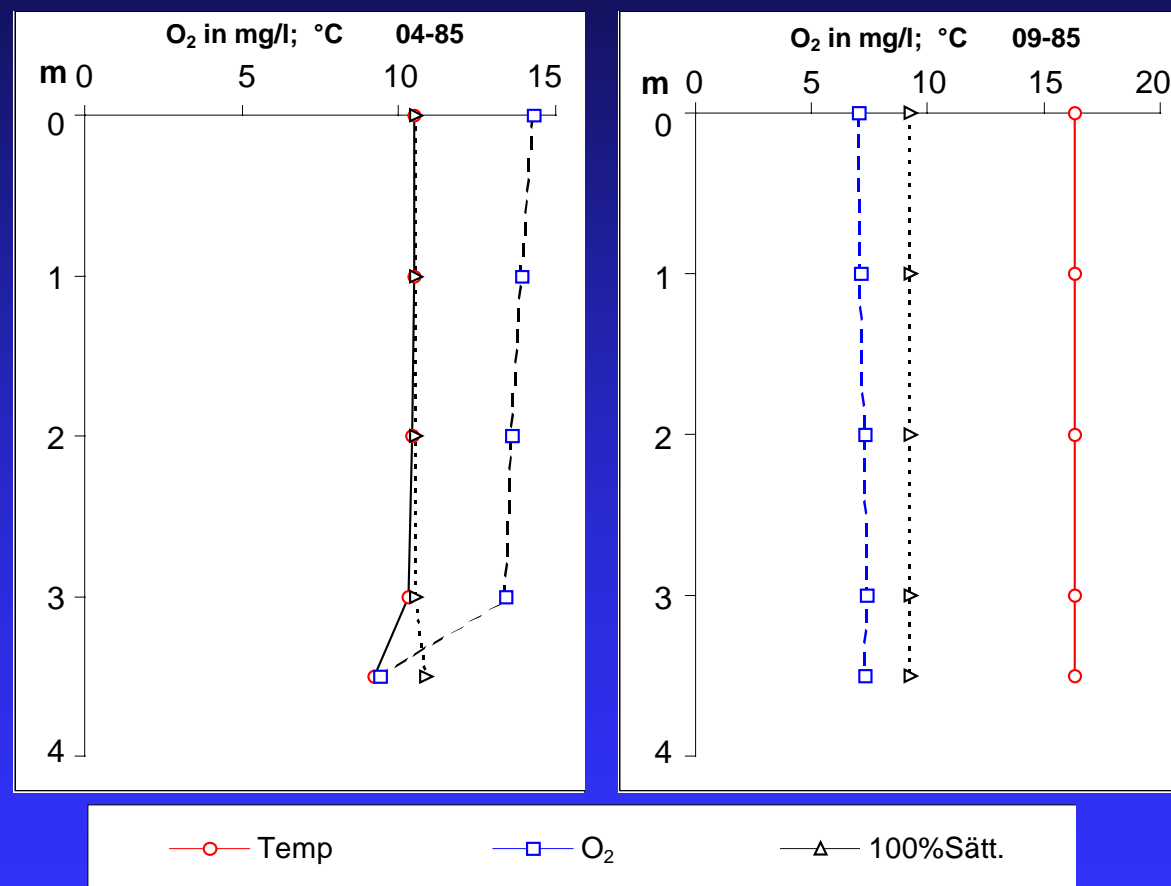


Abb. 1a: Verlauf der Temperatur und des Sauerstoffs im Holzöstersee a) April 1985, b) September 1985

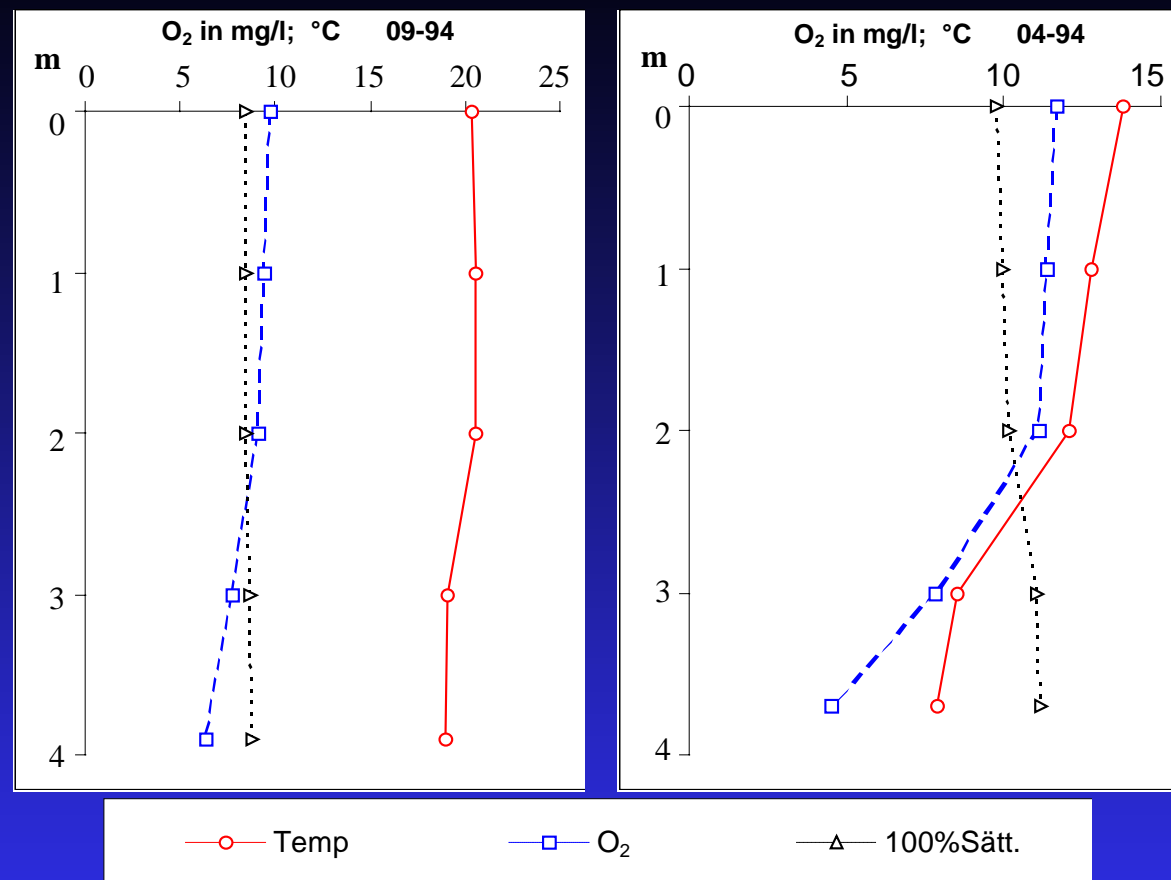


Abb. 1b: Verlauf der Temperatur und des Sauerstoffs im Holzöstersee c) April 1994 und d) September 1994

Oberfläche wurde die maximale Übersättigung von 144 % gemessen. Bereits im Juli war der Sauerstoff über Grund aufgebraucht und nicht mehr nachweisbar.

Durch die beginnende Zirkulation im September sank vorerst der Sauerstoffge-

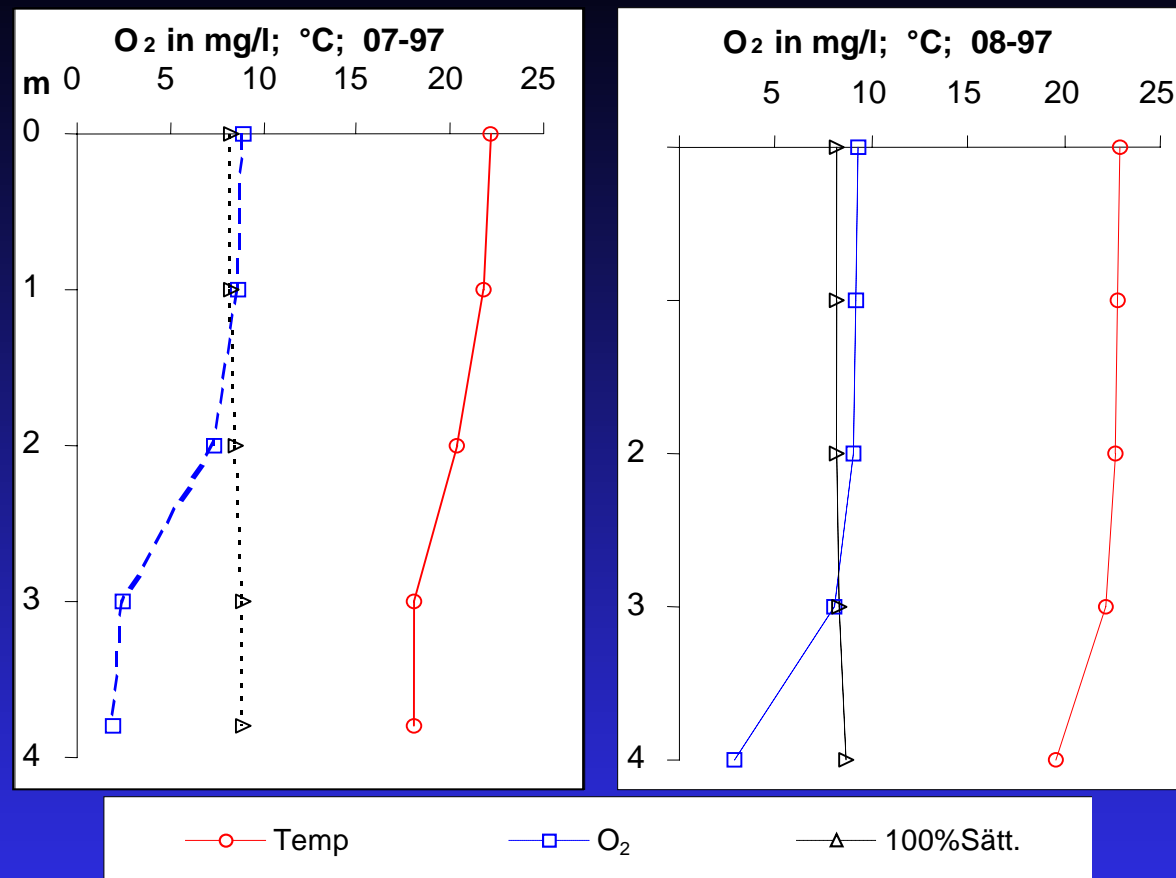


Abb. 1c: Verlauf der Temperatur und des Sauerstoffs im Holzöstersee c) Juli 1997 und d) August 1997

halt an der Oberfläche bis auf 6,5 mg/l ab und füllte sich bis Dezember wieder auf 14,0 mg/l auf.

Im April 1994 war die Ausgangslage für den Sauerstoff nach der Zirkulation noch etwas ungünstiger. In knapp 4 m Tiefe konnten nur mehr 4,5 mg/l festgestellt werden.



Im relativ kühlen Sommer 1997 erreichte die Sauerstoffsättigung im Juli in 3 m Tiefe gerade noch 28 % (2,5 mg/l) und in 4 m 21 % (1,9 mg/l). Vorübergehende Abkühlungen der Wasseroberfläche und damit verbundene Austauschvorgänge mit dem Tiefenwasser verhinderten eine weitere Aufzehrung des O<sub>2</sub>-Vorrates im Tiefenbereich. Im August verbesserte sich die O<sub>2</sub>-Situation im Tiefenbereich, und im Oktober konnten wieder befriedigende Konzentrationen des Sauerstoffs festgestellt werden (im Bereich 3 bis 4 m: 7,2 mg/l). Die Gefahr einer vollkommenen Aufzehrung des Sauerstoffs besteht demnach vor allem im Hochsommer, wenn die Temperaturen im Tiefenbereich stärker ansteigen und sich an der Oberfläche Algenblüten ausbreiten (Abbildungen 1a - 1c).

Leitfähigkeit: Innerhalb der Probennahmeserien gab es nur relativ kleine Schwankungen der Leitfähigkeit. Der Höchstwert aus 17 Serien wurde in 4 m Tiefe im Oktober 1997 gemessen (339 µS/cm), der niedrigste Wert in 2 m Tiefe im August 1985 (232 µS/cm), der Mittelwert lag bei 273 µS/cm.

pH-Wert: Der Schwankungsbereich der pH-Werte im Holzöstersee ist relativ groß. So betrug der pH-Wert im Juli 1985 an der Oberfläche 8,10 und in 4 m Tiefe 7,00 (niedrigster Wert). Das Maximum von 8,55 wurde jeweils im Mai 1985 und 1997 in Oberflächennähe gemessen. Die Ursache für die verhältnismäßig großen pH-Schwankungen dürfte in der hohen Produktivität des Sees gelegen sein.



Alkalinität: Die Alkalinität des Holzöstersees lag im Bereich zwischen 2,35 und 3,65 mval/l, der Mittelwert der Tiefenserien (n=13) betrug 2,77 mval/l. Als Carbonathärte ausgedrückt sind dies: 6,6 bis 10,2 °dH, Mittelwert: 7,75 °dH. Damit zeigte sich, daß der Holzöstersee von den Innviertler Seen die niedrigste Alkalinität aufweist.

Gesamt-Phosphor: Die sehr hohen Konzentrationen an Phosphor aus den 70er und 80er Jahren dürften sich nur geringfügig verändert haben. So wurden im August 1979 von der Oberfläche bis zum Grund 43 bis 61 mg/m<sup>3</sup> gemessen. Der Maximalwert des Jahres 1985 lag zwar wesentlich höher (93 mg/m<sup>3</sup> in der 4 m-Probe vom Juli 1985), der Mittelwert von 1985 in der Höhe von 33 mg/m<sup>3</sup> war aber größenordnungsmäßig mit jenem von 1979 vergleichbar. Ab 1994 ist eine leichte Verringerung der Phosphorkonzentration feststellbar, eine Tendenz, die auch noch 1997 anhielt. Der größte Teil des Gesamt-Phosphors (mindestens 66 %) war in organischem Material gebunden.





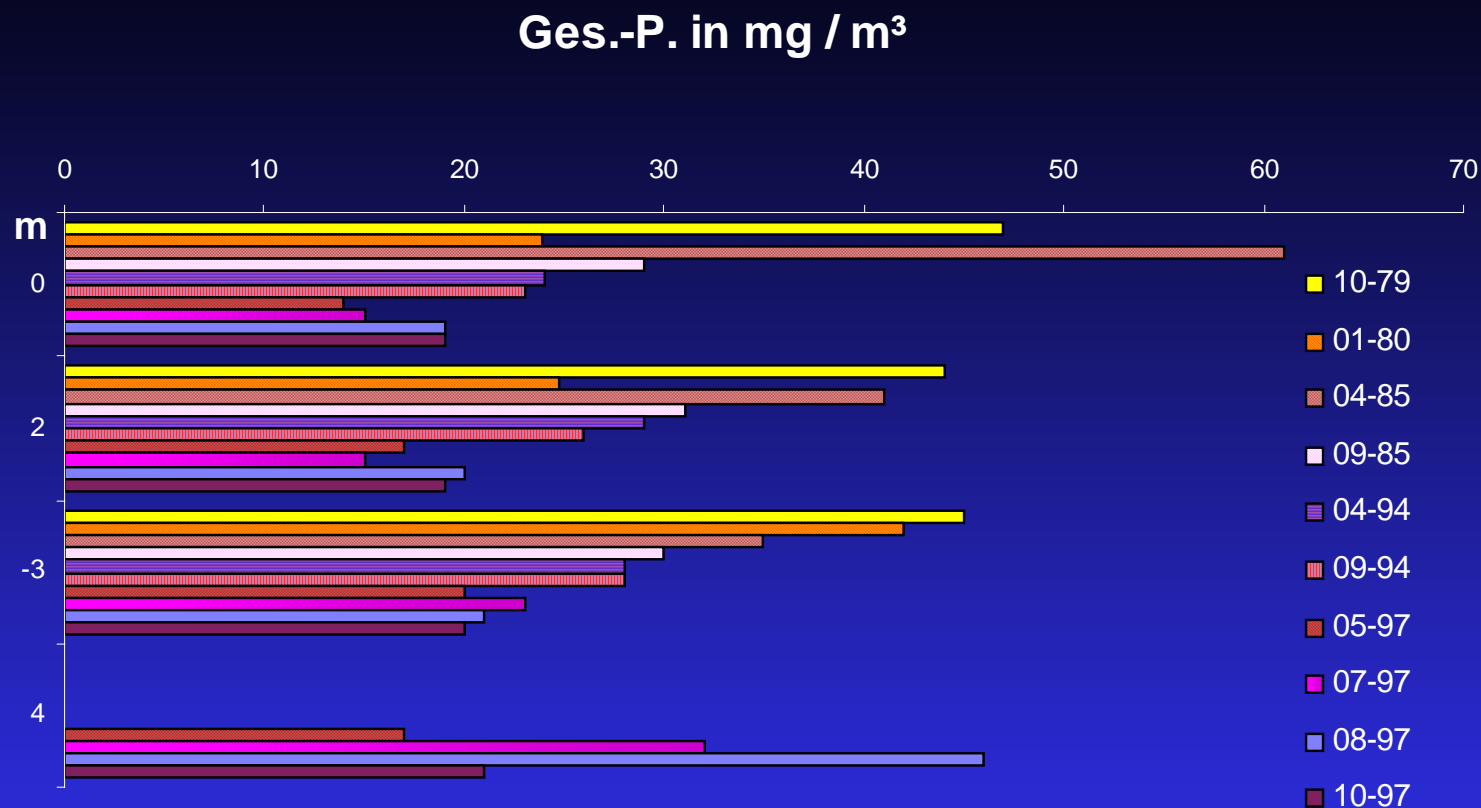


Abb. 3: Gesamt-Phosphorkonzentrationen für den Bereich Oberfläche bis Grund der Jahre 1979 bis 1997

Ammonium-Stickstoff: Bei den Konzentrationen des Ammoniums fallen die großen Unterschiede zwischen Oberfläche und über Grund auf, dies vor allem während der Sommermonate des Jahres 1985. Die höchste Konzentration von Ammonium-Stickstoff an der Oberfläche wurde im Februar 1985 mit 530 mg/m<sup>3</sup> gemessen. Über Grund war die Konzentration damals 1180 mg/m<sup>3</sup>. Im Sommer

lag die Konzentration an der Oberfläche bei nur 15 mg/m<sup>3</sup> und über Grund bei 1472 mg/m<sup>3</sup>. Während der Zirkulationsphase im Oktober und November 1985 glichen sich die Werte aus.

Bei den Probennahmen 1997 zeigte sich sehr deutlich eine produktionsbiologisch bedingte Abnahme von Ammonium-Stickstoff im Oberflächenbereich (August 1997 in 0 bis 2 m Tiefe: 4 bzw. 5 mg/m<sup>3</sup>) und eine Anreicherung über Grund von 420 mg/m<sup>3</sup>.

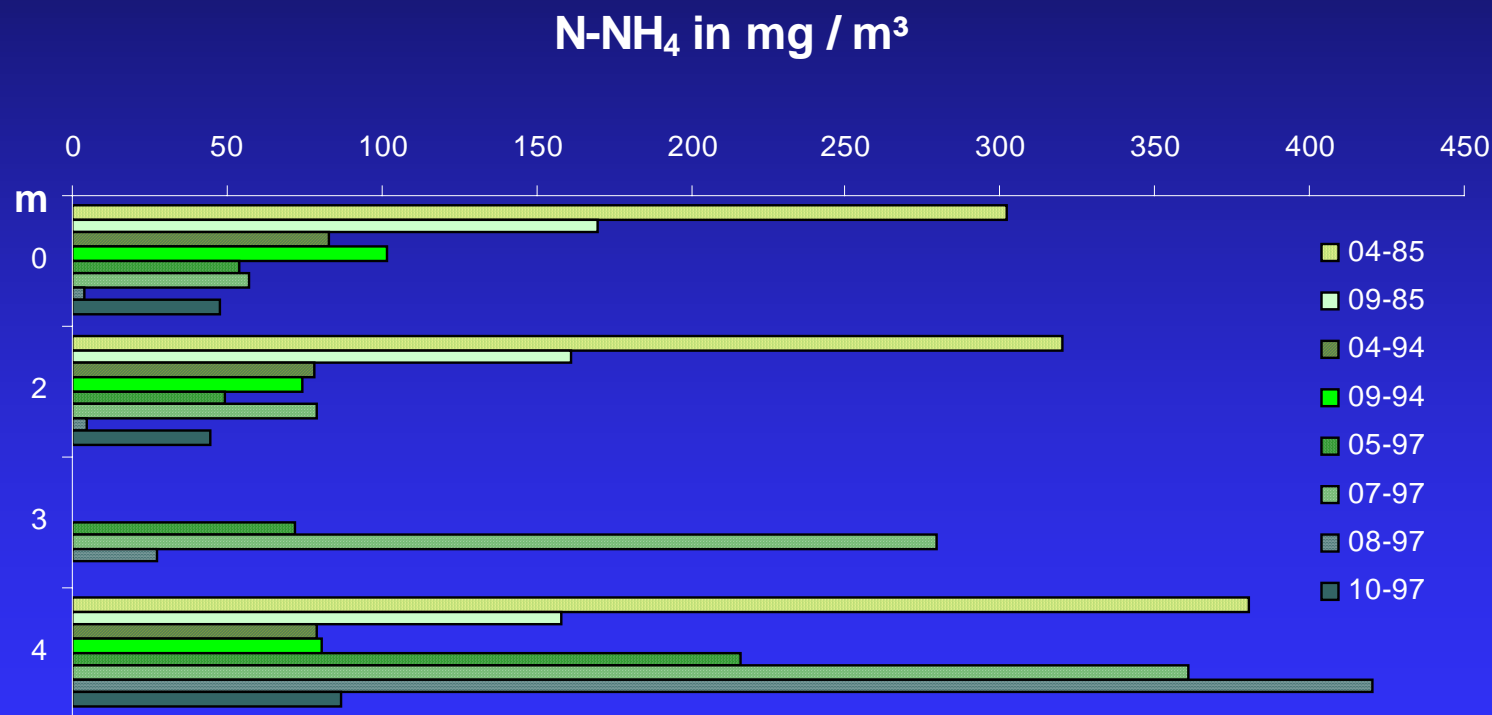


Abb. 4: Konzentrationen von Ammonium-Stickstoff für den Bereich Oberfläche bis Grund der Jahre 1985 bis 1997

Nitrat-Stickstoff: Von allen untersuchten Innviertler Seen wies der Holzöstersee die niedrigsten Konzentrationen an Nitrat-Stickstoff auf. Es wurde ein erheblicher Teil von den Pflanzen, hauptsächlich vom Phytoplankton, während der Vegetationsperiode aufgebraucht, so daß oft weniger als 100 mg/m<sup>3</sup> übrig blieben.

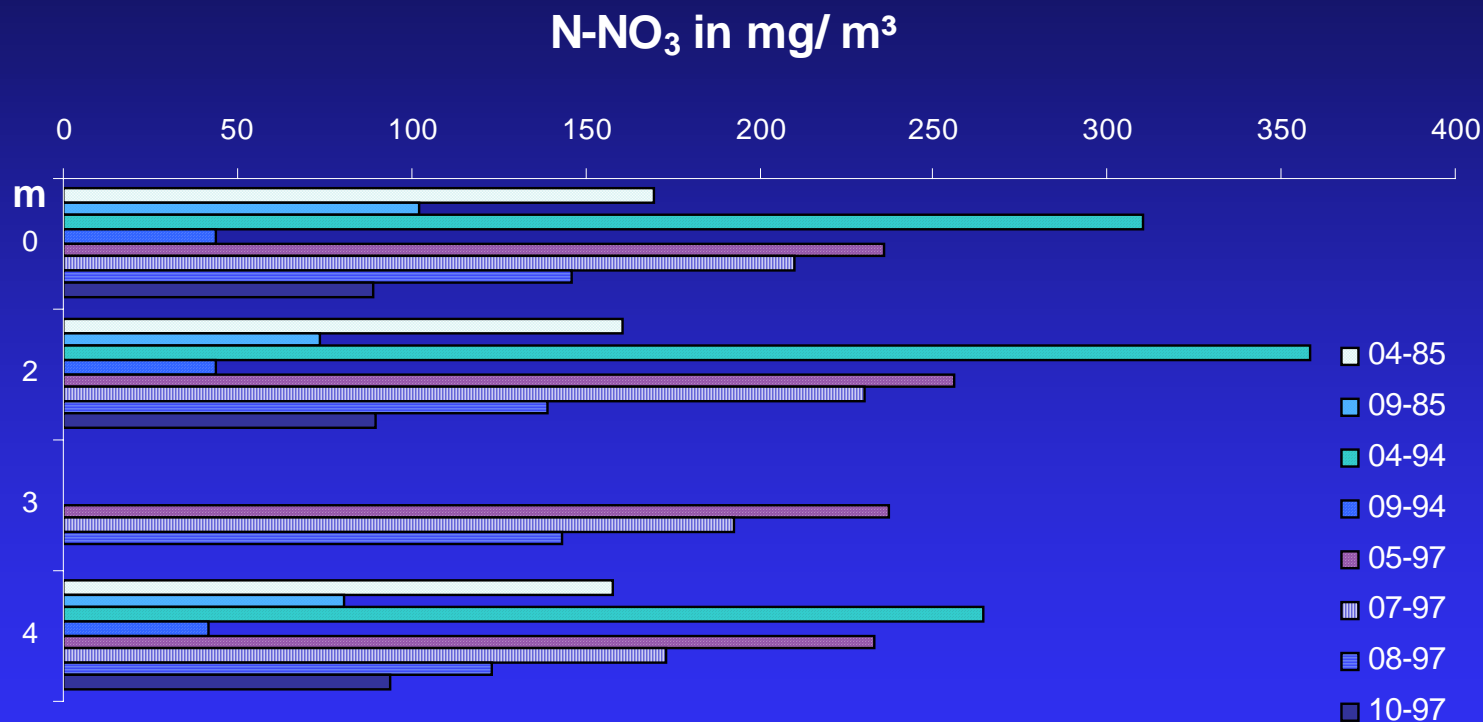


Abb. 5: Konzentrationen von Nitrat-Stickstoff für den Bereich Oberfläche bis Grund der Jahre 1985 bis 1997



Das Minimum wurde im September 1994 gemessen: Von der Oberfläche bis in 4 m Tiefe lagen die Konzentrationen zwischen 43 und 44 mg/m<sup>3</sup>. Die höchste Konzentration seit Beginn der Untersuchungen im Jahre 1976 wurde im Februar 1985 an der Oberfläche mit 495 mg/m<sup>3</sup> festgestellt.

Chlorid: Bei den Probenserien von 1985 schwankten die Konzentrationen zwischen 0,4 und 4,4 mg/l. Dabei lagen 50 % der Meßwerte zwischen 0,4 und 0,9 mg/l, die restlichen 50 % streuten sehr stark zwischen 1,0 und 4,4 mg/l. Auffallend ist aber, daß das Chlorid ab 1994 nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

Silikat: Die Konzentrationen des Silikats sind seit 1985 angestiegen. 1985 streuten die Werte zwischen "nicht nachweisbar" und 4,6 mg/l (November 1985 3,5 m Tiefe). Ohne diesen Einzelwert von 4,6 mg/l ergibt sich ein Mittel von 0,4 mg/l. Dagegen lagen die Werte ab 1994 zwischen 1,7 und 6,6 mg/l mit einem Mittel von 3,5 mg/l.

Chlorophyll: Ähnlich wie bei zahlreichen anderen Gewässern, die durch Moorgebiete beeinflusst sind, weist auch der Holzöstersee eine braungrüne Eigenfarbe auf, die von Huminstoffen herrührt. Beim Holzöstersee könnte auch dieser Umstand dazu beitragen, daß die gemessenen Konzentrationen an Chlorophyll



im Verhältnis zur Phytoplankton-Biomasse etwas hoch liegen. Im April 1994 wurde eine Konzentration von  $30,2 \text{ mg/m}^3$  und im September eine von  $23,5 \text{ mg/m}^3$  gemessen.

Ein Vergleich der Meßergebnisse von 1994 mit 1997 zeigt, daß die Konzentration von Chlorophyll zwar abgenommen hat, daß aber noch immer eutrophe Verhältnisse herrschen.

### Chlorophyll-a 1994 und 1997

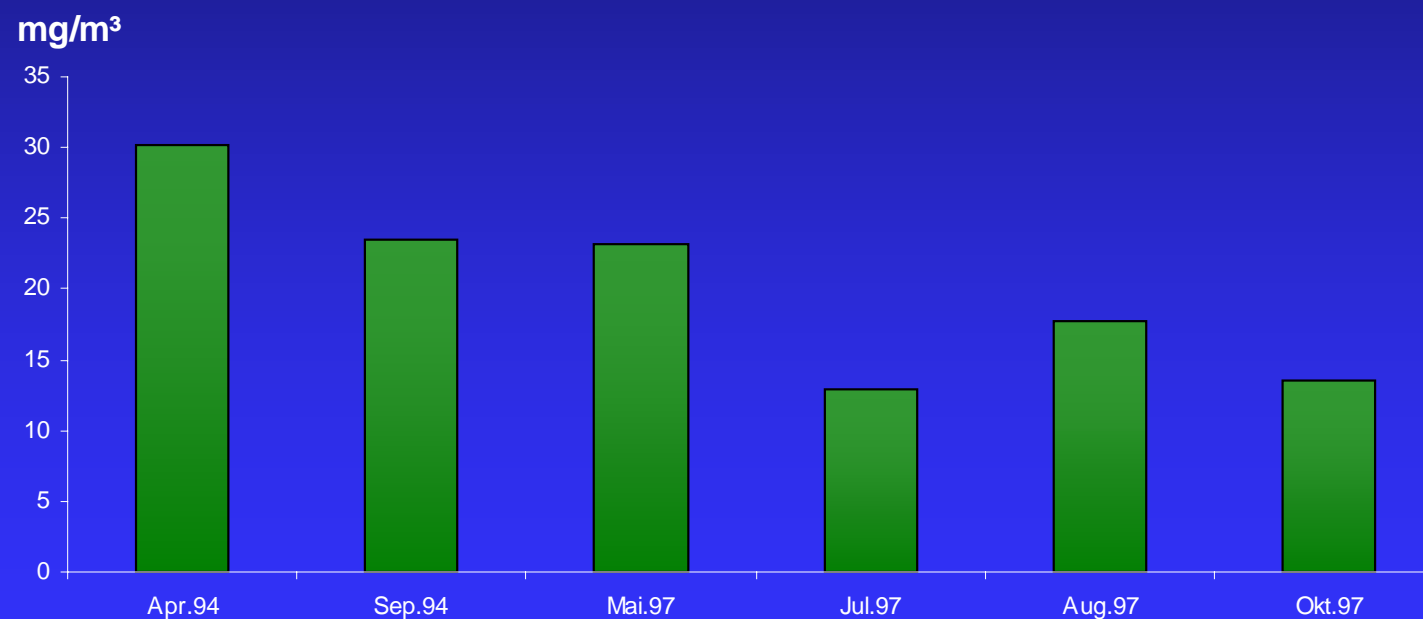


Abb. 6: Konzentration von Chlorophyll-a 1994 und 1997

Phytoplankton: Das Zählprotokoll vom April 1994 mit den darin aufgelisteten und gezählten Taxa weist schon darauf hin, daß es sich beim Holzöstersee um ein relativ nährstoffreiches Gewässer handelt.

Die Entwicklung des Phytoplanktons im Frühjahr beginnt sehr häufig mit Diatomeen. Im Holzöstersee waren es vor allem *Diatoma vulgare* und drei Arten von *Cyclotella*, die zu dieser Zeit dominierten. Allein *Diatoma vulgare* brachte es auf 344 mg/m<sup>3</sup> oder ein Drittel der Gesamtbiomasse. Die zweite wichtige Art im April war die Euglenophyceae *Trachelomonas volvocina*, deren Anteil an der Gesamtbiomasse 21 % betrug. Es folgte ein Querschnitt durch fast alle Algenklassen, die aber nur in geringen Mengen vorkamen. Es fehlten jedoch die Blaualgen. Die Gesamtbiomasse betrug im April 1031 mg/m<sup>3</sup>.

Bis Sommerende dürften sich mehrere Algenpopulationen abgewechselt haben, jedenfalls erschien das Plankton vom September 1994 qualitativ und quantitativ verändert. Als typische Spätsommerform herrschte *Ceratium hirundinella* eindeutig vor. Zusammen mit *Gymnodinium* sp. erreichten die Dinophyceen 37 % der Biomasse. Cryptomonaden, vor allem eine relativ kleine Form von *Cryptomonas*, wurden stärker und kamen auf einen Anteil von 23 %. Unter den Chrysophyceen gab es nur *Kephyrion* und *Erkenia*, die zusammen 10 % erreichten. Erstaunlicherweise blieb auch *Trachelomonas* mit 9 % aus dem Frühjahrsplankton erhalten. Blaualgen spielten zur Zeit der Probenentnahmen nur eine untergeordnete Rolle (3,3 %). Sie sind aber im See vorhanden und können sich unter für sie günstigen Bedingungen stark vermehren. Es handelt sich dabei um *Anabaena* sp., *Oscillatoria* sp. und *Microcystis robusta*. Die Biomasse im September betrug nur mehr 147 mg/m<sup>3</sup>.



Semiquantitative Planktonuntersuchungen des Jahres 1997 brachten folgendes Ergebnis: Im Mai dominierten Chrysophyceen, die bei starkem Auftreten, vor allem aber bei alten Populationen, dem Wasser einen olivbraunen Stich geben können. Im Laufe des Sommers verschwanden die Chrysophyceen vollständig. Aber bereits im August waren erste Anzeichen einer Blaualgenblüte erkennbar. Anfangs bildeten sich nur kleine dunkelgrüne Pünktchen, bestehend aus *Microcystis aeruginosa* und *Coelosphaerium Naegelianum*, aber im Oktober manifestierten sich diese coccalen Algen in deutlich sichtbaren blauen Schlieren auf der Wasseroberfläche.



### Holzöstersee, 1994, 0-4,7 m

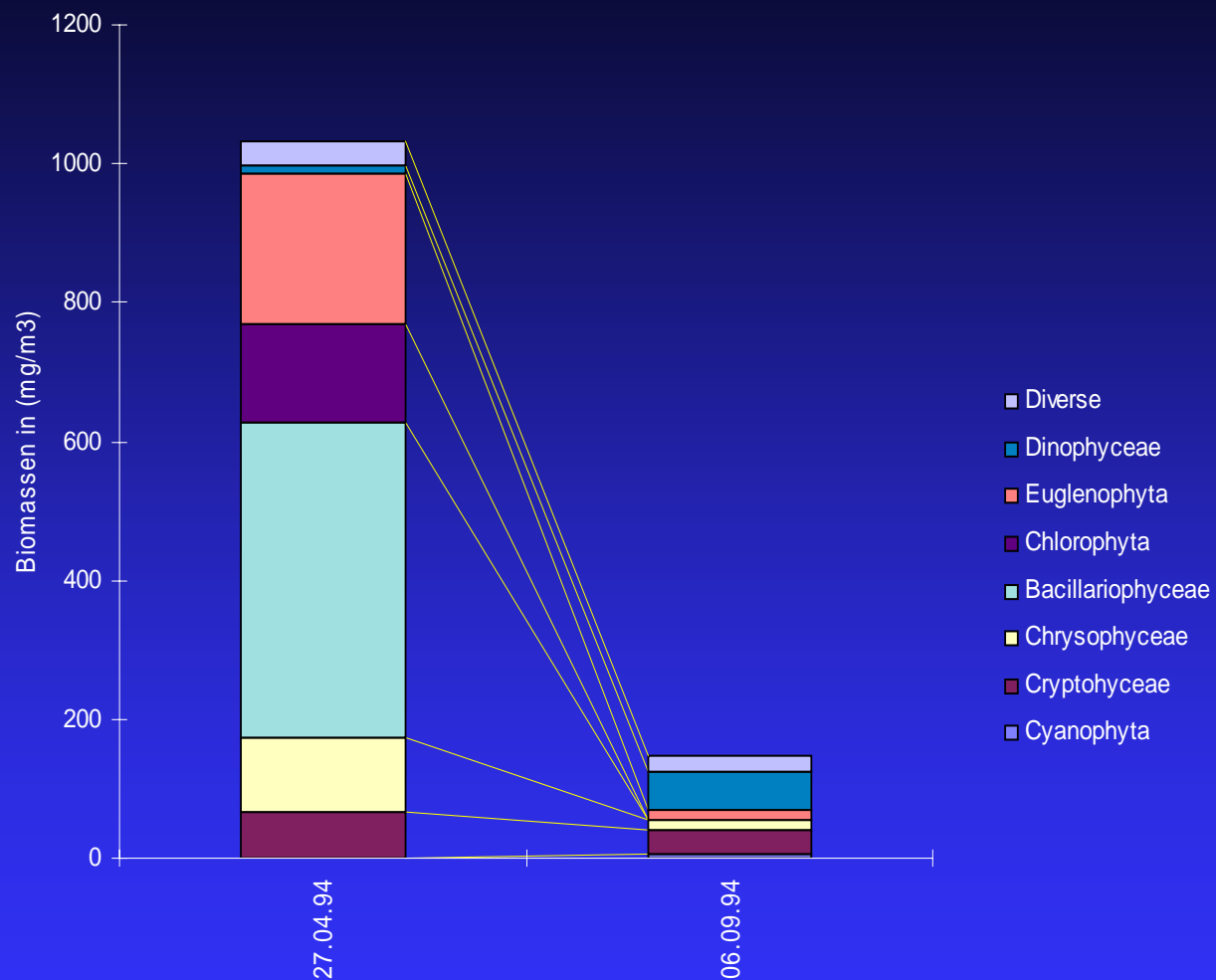


Abb. 5: Phytoplankton des Holzöstersees aus dem Jahr 1994; Tiefenbereich: 0 bis 4,7 m



Phytoplankton - Zählprotokolle:

Auswertung: Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Holzöstersee 94-04-27 0-4,7 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Diatoma vulgare</i>	5006	68715	344,0	33,4
<i>Trachelomonas volvocina</i>	3400	64134	218,1	21,1
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	192	375642	72,1	7,0
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	27486	66,0	6,4
<i>Dinobryon divergens</i>	367	160335	58,8	5,7
<i>Cyclotella sp.</i>	390	146592	57,2	5,5
<i>Cosmarium sp.</i>	204	274860	56,1	5,4
<i>Cyclotella sp.</i>	2500	13743	34,4	3,3
<i>Coccale Formen</i>	520	64134	33,3	3,2
<i>Dinobryon sociale</i>	400	64134	25,7	2,5
<i>Synura sp.</i>	300	54972	16,5	1,6
<i>Scenedesmus acutus</i>	365	36648	13,4	1,3
<i>Peridinium sp.</i>	6500	1596	10,4	1,0
<i>Cyclotella sp.</i>	950	9162	8,7	0,8
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	9162	7,3	0,7
<i>Erkenia sp.</i>	35	128268	4,5	0,4
<i>Melosira varians</i>	1200	1596	1,9	0,2
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	18324	1,8	0,2
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	9162	0,9	0,1
Cyanophyta				
Cryptophyceae			66,9	6,5
Chrysophyceae			105,5	10,2
Bacillariophyceae			455,3	44,2
Chlorophyta			141,6	13,7
Euglenophyta			218,1	21,1
Dinophyceae			10,4	1,0
Diverse			33,3	3,2
GESAMTBIOMASSE			1031,0	



## Holzöstersee 94-09-06 0-4,7 m

Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	912	50,0	34,1
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	91620	34,8	23,7
<i>Coccale Formen</i>	65	355212	23,1	15,7
<i>Trachelomonas sp.</i>	5800	2280	13,2	9,0
<i>Kephyrion sp.</i>	122	98670	12,0	8,2
<i>Gymnodinium sp.</i>	8900	456	4,1	2,8
<i>Microcystis robusta</i>	110	27360	3,0	2,1
<i>Erkenia sp.</i>	35	78936	2,8	1,9
<i>Anabaena sp.</i>	20	50160	1,0	0,7
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	295	2736	0,8	0,6
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	3876	0,8	0,5
<i>Tetraedron minimum</i>	80	9162	0,7	0,5
<i>Nephrochlamys sp.</i>	22	18324	0,4	0,3
Cyanophyta			4,8	3,3
Cryptophyceae			34,8	23,7
Chrysophyceae			14,8	10,1
Bacillariophyceae				
Chlorophyta			1,9	1,3
Euglenophyta			13,2	9,0
Dinophyceae			54,1	36,9
Diverse			23,1	15,7
GESAMTBIOMASSE			146,7	



# HOLZÖSTERSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. °C
-------------------	-------	---------------------------	------------------	-------------------	----------------	------------------

19	26.05.97	Tiefste Stelle	-2,1	rötlich braun	-4,1	17,2
20	14.07.97	Tiefste Stelle	-2,0	rotbraun	-4,3	21,4
21	12.08.97	Tiefste Stelle	-1,4	20 rötlich braun	-4,2	21,5
22	07.10.97	Tiefste Stelle	-2,2	19 rotbraun	-4,5	15,0

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
-------------------	-------	-----------	-------------	----------	--------------------	--------------------------	---------------------------

19	26.05.97	heiter, föhnig	1-2	09,25			
20	14.07.97	heiter	0-	09,50			
21	12.08.97	wolkenlos	1-2	09,35			
22	07.10.97	heiter	0	10,05			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
19	26.05.97	-0,0	18,3	10,4	117	8,50	278	2,95	1	14	6	8
		-1,0	18,3	10,5	118							
		-2,0	18,2	10,4	116	8,55	283	3,00	1	17	6	11
		-3,0	17,4	9,9	109	8,45	285	3,00	1	20	6	14
		-3,6	16,1	7,1	76	8,00	291	2,95	1	17	6	11

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
19	26.05.97	-0,0	54	236	0,0	43	1,7		
		-1,0							
		-2,0	49	256	0,0	45	1,7		
		-3,0	72	237	0,0	48	1,7		
		-3,6	216	233	0,0	71	1,8		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
20	14.07.97	-0,0	22,2	8,9	108	8,05	267	2,70	0	15	6	9
		-1,0	21,8	8,6	104							
		-2,0	20,3	7,4	86	7,85	271	2,75	0	15	6	9
		-3,0	18,1	2,5	28	7,55	273	2,80	1	23	7	16
		-3,8	18,0	1,9	21	7,50	275	2,80	3	32	13	19

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
20	14.07.97	-0,0	57	210	0,0	53	2,6		
		-1,0							
		-2,0	79	230	0,0	71	3,0		
		-3,0	279	193	0,0	143	3,8		
		-3,8	361	173	0,0	235	4,0		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
21	12.08.97	-0,0	22,9	9,3	115	8,30	258	2,85	0	19	6	13
		-1,0	22,8	9,2	114							
		-2,0	22,7	9,0	112	8,30	262	2,80	2	20	6	14
		-3,0	22,1	8,0	97	8,10	263	2,65	0	21	6	15
		-4,0	19,5	2,8	32	7,55	277	2,90	0	46	7	39

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
21	12.08.97	-0,0	4	146	0,0	89	2,7		
		-1,0							
		-2,0	5	139	0,0	95	2,8		
		-3,0	27	143	0,0	110	3,0		
		-4,0	420	123	0,0	298	5,3		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
22	07.10.97	-0,0	14,9	9,3	98	8,15	331	3,35	0	19	6	13
		-1,0	14,9	9,2	98							
		-2,0	14,9	9,1	97	8,15	332	3,40	0	19	6	13
		-3,0	14,7	7,3	77							
		-4,0	14,4	7,2	76	7,95	339	3,45	1	21	7	14

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
22	07.10.97	-0,0	48	89	0,0	84	6,3		
		-1,0							
		-2,0	45	90	0,0	75	6,4		
		-3,0							
		-4,0	87	94	0,0	119	6,6		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

# Imsee



Inhalt



## Allgemeine Beurteilung

Der Imsee befindet sich im Gemeindegebiet von Palting, ungefähr 10 km südlich von Mattighofen, bei etwa 48° 01' n. B. und 13° 08' ö. L. Der See liegt am äußersten Ostrand einer Moräne des Salzachgletschers, der hier ein Toteisloch hinterlassen hat.



Das kleine Einzugsgebiet wird landwirtschaftlich genutzt und nur von kleinen, nicht ständig Wasser führenden Bächen entwässert. Der Abfluß liegt im Süden und fließt am Ortsrand von Palting in die Mattig.

Der Imsee friert im Winter regelmäßig zu und durchmischt im Herbst und Frühjahr vollständig. Im Sommer erreicht er an der Oberfläche hohe Temperaturen. Trotz der geringen Tiefe von etwa 6 m gibt es schon ab Juni in den tieferen Schichten Defizite an Sauerstoff.



Der im Privatbesitz befindliche See wurde bereits in den frühen 70er Jahren unter Naturschutz gestellt. Er wird vor allem als Anglersee genutzt, eine öffentliche Badeanstalt gibt es nicht.

Der vermutlich durch die Landwirtschaft belastete See hat ein eher hohes trophisches Niveau. Aufgrund der relativ hohen Konzentrationen an Nährstoffen und Chlorophyll ist der See als mesotroph bis eutroph einzustufen.



Imsee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	3	10,7	4,9	16,2
Sichttiefe		3	2,6	2,2	3,2
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-6 m	3	33,0	14,0	77,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	3	41,0	16,0	77,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	3	6,6	1,1	11,9
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	3	392,0	91,0	750,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0- 6m	3	282,0	67,0	750,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0- 6m	1	471,3		
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0- 6m	1	10,3		

### Untersuchungen am 25. Oktober 1983, 20. Februar 1990 und 13. Juni 1994

Sichttiefe: Die Sichttiefe differierte an den drei Untersuchungsterminen nur wenig. Das Minimum (2,2 m) wurde im Februar 1990 und das Maximum (3,2 m) im Juni 1994 gemessen. Die Sichttiefe im Oktober 1983 lag mit 2,5 m dazwischen.

Temperatur: Wegen der geringen Tiefe des Sees wird eine Temperaturschichtung nicht immer oder nur unscharf ausgebildet. Das Wasser im Tiefenbereich erwärmt sich zwar nur langsam, aber es erreichte im Juli 1979 12,5 °C (MÜLLER 1982). Die Temperatur nahm damals von der Oberfläche (19,8 °C) bis zum Grund stetig ab. Im Oktober 1983 war der See bei 11,0 °C bereits in Zirkulation. Und im Februar 1990 hatte der See eine Oberflächentemperatur



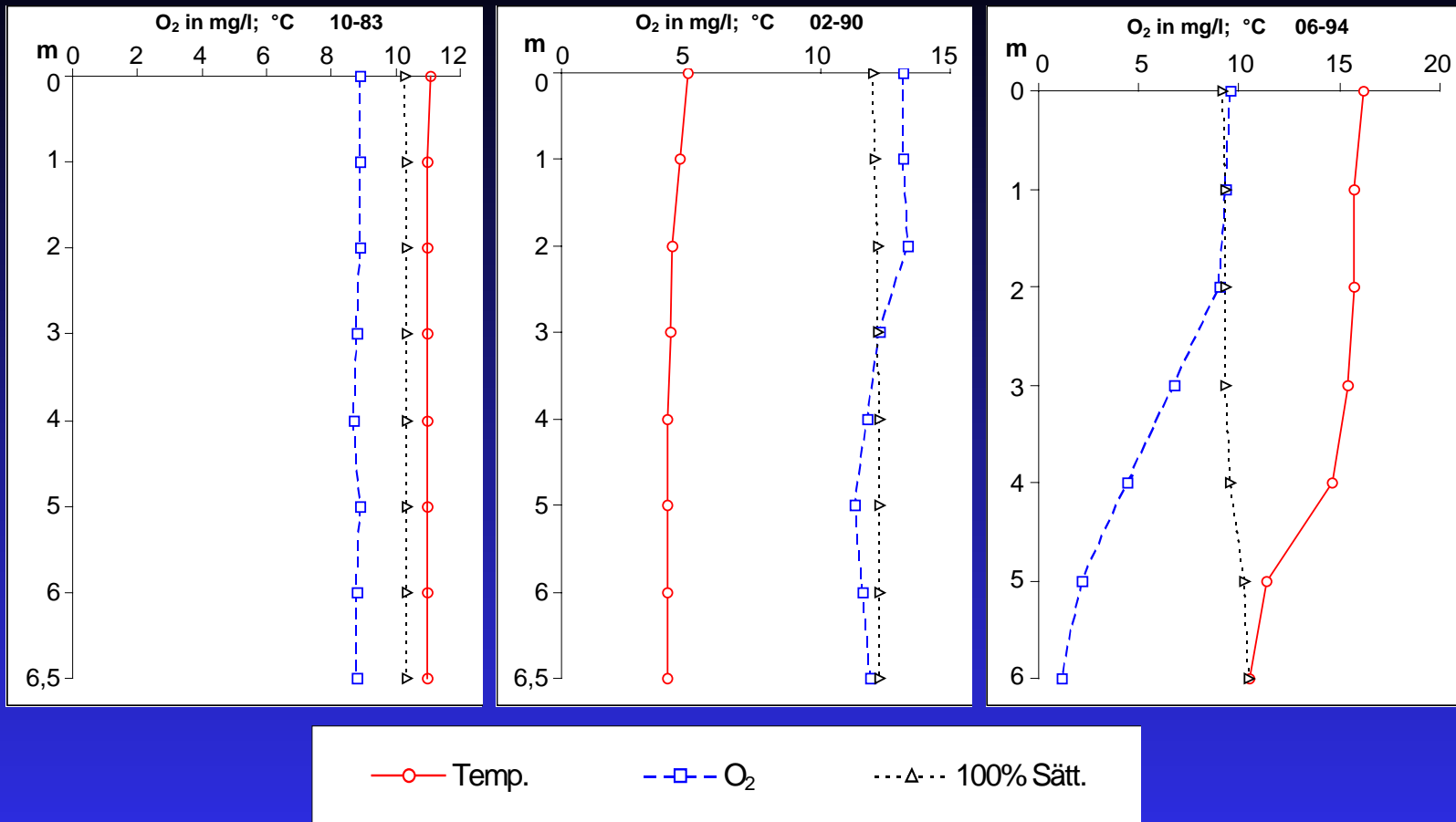


Abb. 1: Verlauf der Temperatur und des Sauerstoffs a) am 25.10.1983, b) am 20.02.1990 und c) am 13.06.1994

von 4,9 °C und in Grundnähe 4,1 °C. Bei der Messung im Juni 1994 bildete sich jedoch ein Metalimnion zwischen 4 und 5 m mit einem Temperatursprung von 14,6 auf 11,4 °C.



Sauerstoff: Trotz der geringen Tiefe des Sees kommt es zu großen Unterschieden in der Konzentration des Sauerstoffs. Zur Zeit der Vollzirkulation im Oktober 1983 erreichte die Sättigung bei einer Temperatur von 11,0 °C nur etwa 85 %.

Bei der Probennahme im Februar 1990 war die Durchmischung gerade abgeschlossen und die Schicht bis 3 m mit Sauerstoff leicht übersättigt (durchschnittlich 107 %). Es konnten hier die höchsten Sauerstoffwerte gemessen werden (12,3 bis 13,4 mg/l).

Im Juni 1994 dagegen war nur eine dünne Oberflächenschicht gesättigt, bereits ab 2 m sank der Sauerstoffgehalt fast linear ab, bis er bei 6 m Tiefe nur mehr 1,2 mg/l aufwies.

Leitfähigkeit: Zur Zeit der Vollzirkulation im Oktober 1983 war die Leitfähigkeit mit durchschnittlich 284  $\mu\text{S/cm}$  am niedrigsten. Der gegen die Tiefe ansteigende Gradient erreichte im Februar 1990 in 6 m Tiefe den höchsten Wert (337  $\mu\text{S/cm}$ ). Der Mittelwert der drei Tiefenserien lag bei 311  $\mu\text{S/cm}$ .

pH-Wert: Größere Schwankungen des pH-Wertes treten vor allem im Sommer auf. So stellte MÜLLER (1982) im Juli 1979 einen Bereich mit pH-Werten von 8,40 an der Oberfläche und bis 7,40 in Grundnähe fest. Bei den späteren Untersuchungen konnten solche Spannweiten nicht mehr gemessen werden. Im Juni 1994 betrug der pH-Wert an der Oberfläche 8,15 und über Grund 7,50.



Alkalinität: Während bei der Vollzirkulation im Oktober 1983 und im Februar 1990 die Alkalinität einheitliche Werte aufwies (2,85 bzw. 3,25 mval/l), konnte im Juni 1994 ein mit der Tiefe deutlich ansteigender Gradient festgestellt werden (3,15 bis 3,5 mval/l, das sind ausgedrückt in Carbonathärte 8,8 bis 9,9 °dH).

Gesamt-Phosphor: Von den drei oben angeführten Untersuchungsterminen läßt sich die Juniserie von 1994 am besten mit den Werten vom Juli 1979 vergleichen.

Unterhalb von 3 m Tiefe stiegen die Konzentrationen in beiden Serien auf ihren jeweiligen Höchstwert von 76 bzw. 77 mg/m<sup>3</sup> in Grundnähe an. Der Unterschied im tieferen Seebereich lag lediglich im Mittelwert der beiden Serien: 1979 lag er bei 51 mg/m<sup>3</sup>, 1994 bei 60 mg/m<sup>3</sup>.

Die beiden Serien vom Oktober 1983 und Februar 1990 zeigten Durchmischungsphasen mit Konzentrationen zwischen 14 und 31 mg/m<sup>3</sup>.



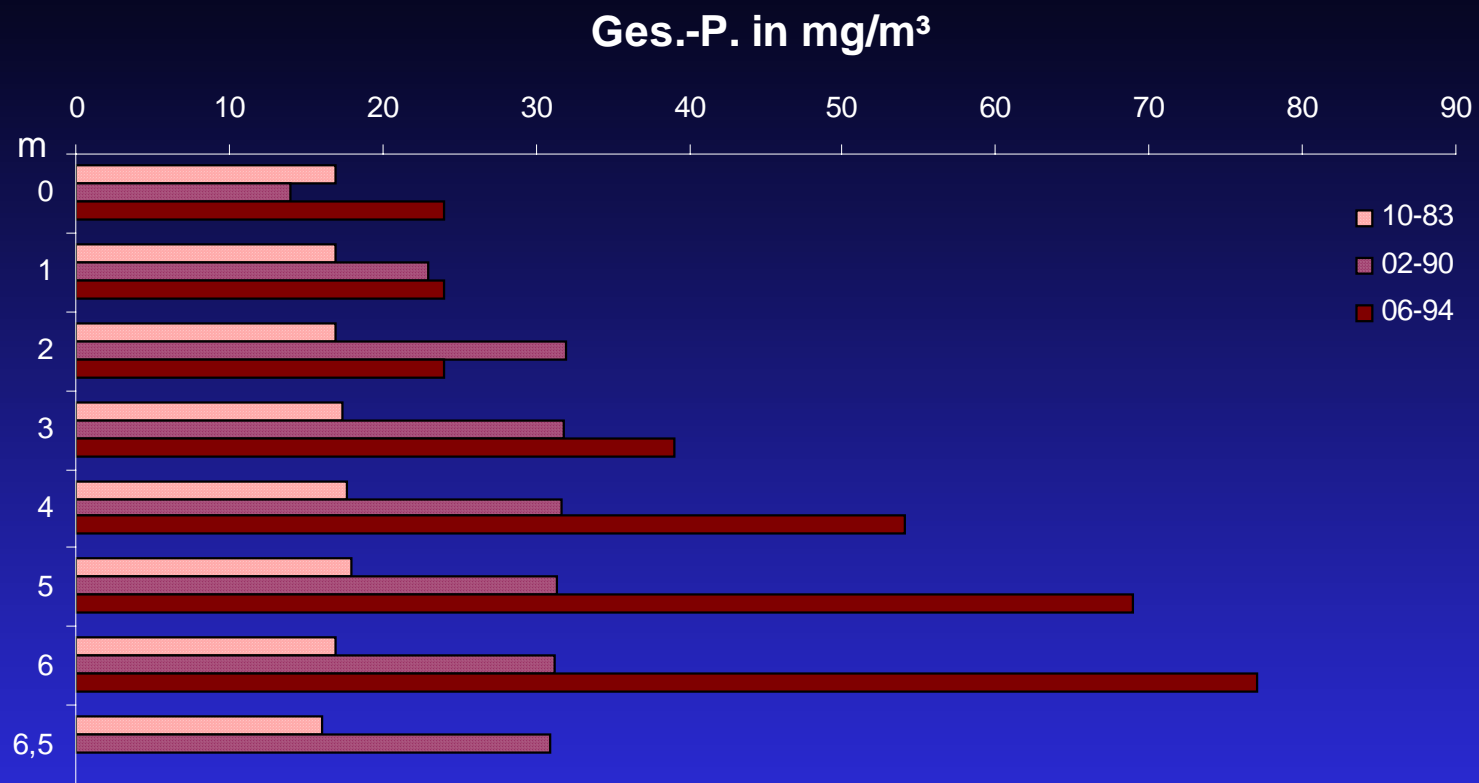


Abb.2: Gesamt-Phosphorkonzentrationen an den drei Probenterminen: Oktober 1983, Februar 1990 und Juni 1994



Ammonium-Stickstoff: Die Konzentrationen des Ammoniums schwanken im Im-see sehr stark. So wurden im Oktober 1983 durchschnittlich 79 mg/m<sup>3</sup> bei einem Minimum von 71 mg/m<sup>3</sup> (Oberfläche) und einem Maximum von 91 mg/m<sup>3</sup> (über Grund) gemessen. Im Juni 1994 lag der Mittelwert bei 282 mg/m<sup>3</sup> aber bei einem Minimum von 67 mg/m<sup>3</sup> (Oberfläche) und einem Maximum von 750 mg/m<sup>3</sup> (über Grund).

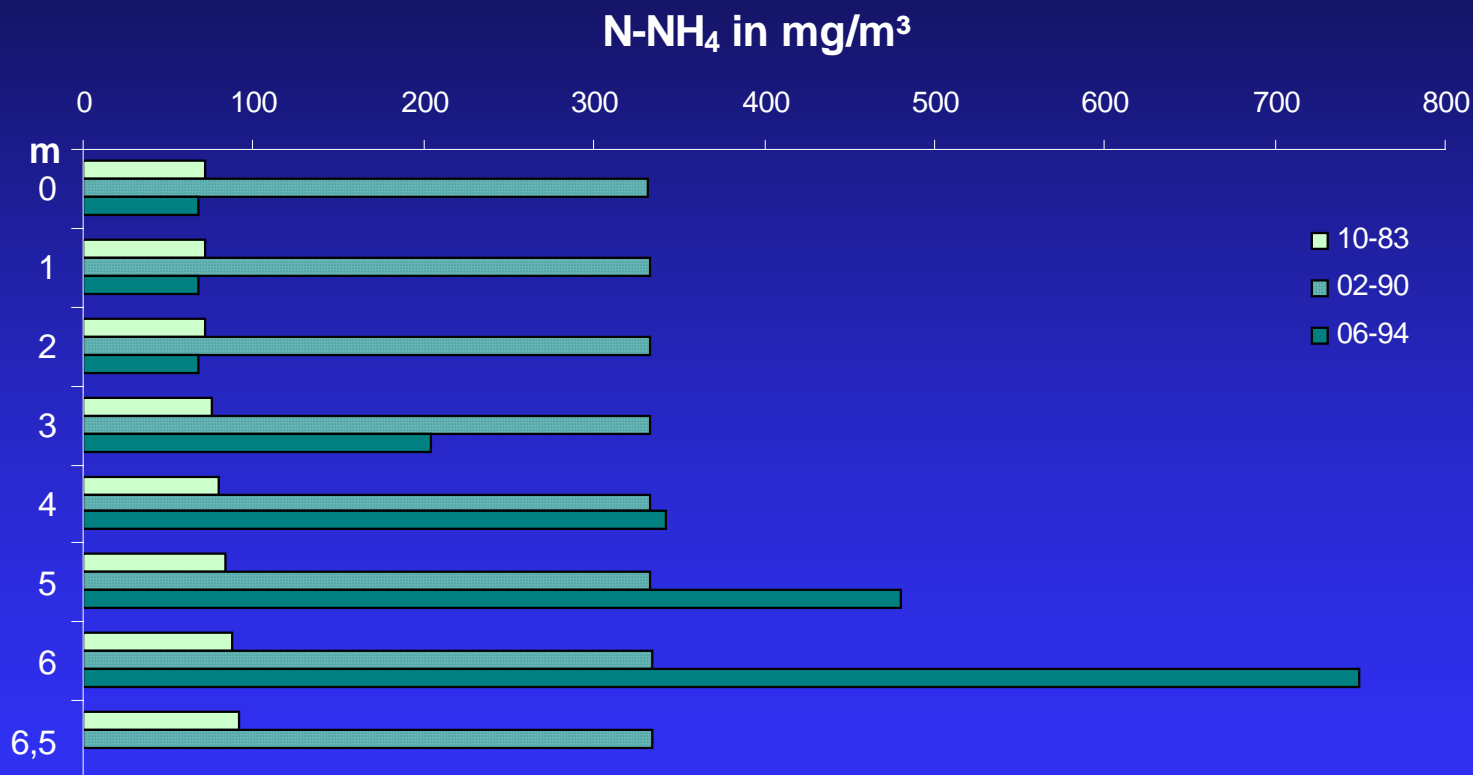


Abb. 3: Ammonium-Stickstoffkonzentrationen an den drei Probestermen: Oktober 1983, Februar 1990 und Juni 1994



Die Serie vom Februar 1990 zeigte ein typisches Bild während der Vollzirkulation bei einem sehr hohen Niveau des Ammoniums.

Nitrat-Stickstoff: Im Gegensatz zu den Ammoniumwerten zeigen die Nitratwerte relativ stabile Konzentrationen an. Während der Vollzirkulation im Oktober 1983 streuten die Werte von der Oberfläche bis zum Grund zwischen 370 und

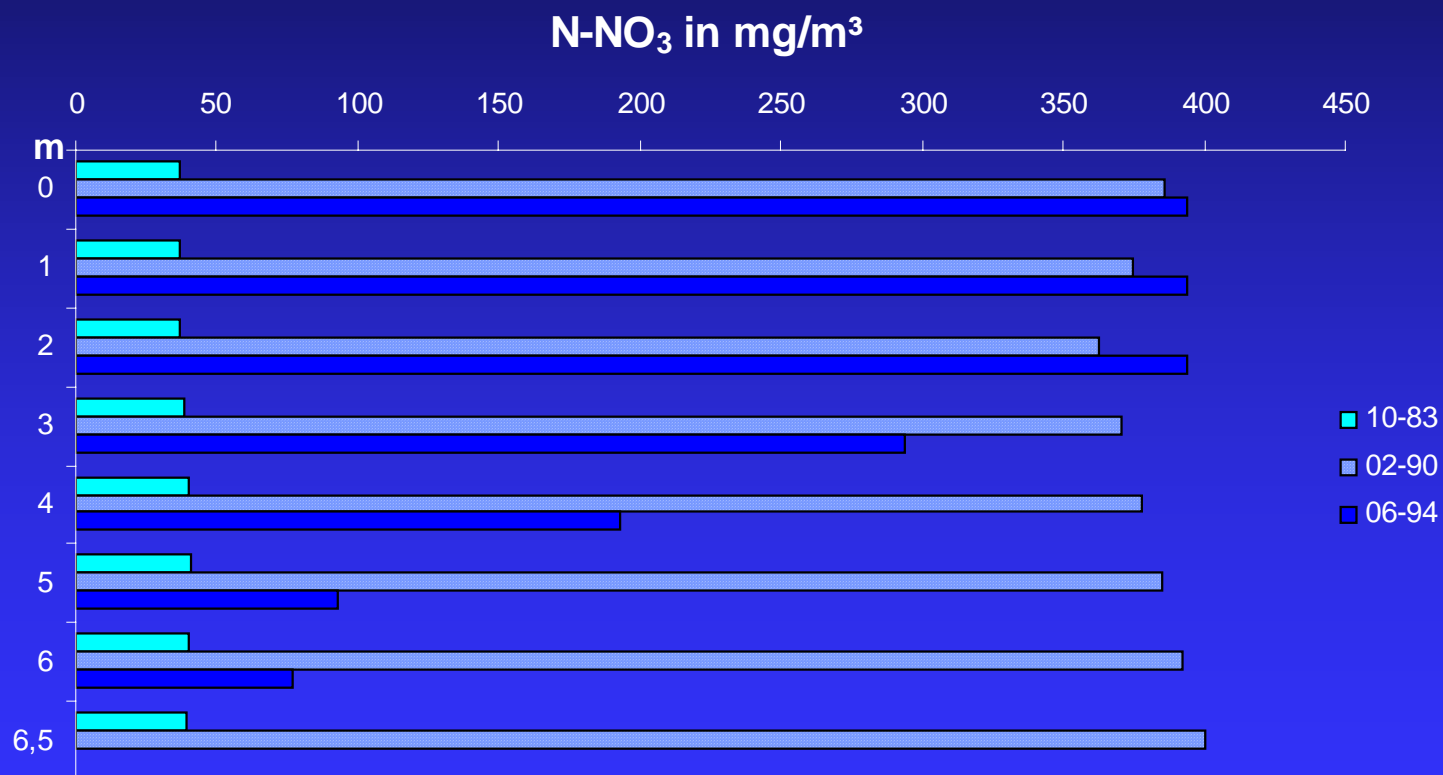


Abb. 4: Nitrat-Stickstoffkonzentrationen an den drei Probestermen: Oktober 1983, Februar 1990 und Juni 1994

410 mg/m<sup>3</sup>. Auch im Februar 1990 befand sich der See kurz nach einer Zirkulation, und die Konzentrationen waren sehr ähnlich: von der Oberfläche bis zum Grund zwischen 363 und 400 mg/m<sup>3</sup>. Im Juni 1994 bildete sich ein sehr deutlicher Gradient von der Oberfläche bis zum Grund aus, mit einer Abnahme von 394 mg/m<sup>3</sup> auf 77 mg/m<sup>3</sup> über Grund.

Chlorid: Das Chlorid war zwar nur in geringen Konzentrationen, aber in fast allen Proben, nachweisbar, nur im Juni 1994 fehlte es unterhalb von 2 m Tiefe. Der Mittelwert der übrigen Proben lag bei 1,6 mg/l, das Maximum bei 1,7 und das Minimum bei 1,4 mg/l.

Silikat: Die Silikatkonzentrationen lagen zwischen 0,7 und 2,7 mg/l, der Mittelwert bei 1,7 mg/l. Bei der Serie vom Oktober 1983 waren die Konzentrationen mit 0,9 bzw. 1,0 mg/l einheitlich und niedrig. Im Februar 1990 stiegen die Werte auf einheitliche 2,5 mg/l an, und im Juni 1994 konnte im Oberflächenbereich die niedrigste Konzentration und über Grund die höchste Konzentration gemessen werden.

Chlorophyll: Vom Imsee gibt es leider nur eine Untersuchung des Chlorophylls, nämlich die vom 13.06.1994. Es fehlt daher jede Vergleichsmöglichkeit mit früheren Ergebnissen. Jedenfalls erscheint die Konzentration des Chlorophylls mit 10,3 mg/m<sup>3</sup> im Verhältnis zur Phytoplankton-Biomasse etwas zu hoch.



Abgesehen von den sehr großen Schwankungen im Chlorophyllgehalt der Algenpopulationen kann als mögliche Deutung für dieses Mißverhältnis noch angeführt werden, daß bei der Planktonzählung nur intakte Zellen berücksichtigt werden, während bei der Filtration auch denaturierte Zellen oder Zellteile in die Berechnung mit einbezogen werden.

Phytoplankton: Mit einer Algenbiomasse von 471 mg/m<sup>3</sup> blieb die Biomasse weit hinter den Erwartungen zurück. Der Grund für diese geringe Algendichte liegt möglicherweise am Fraßdruck des Zooplanktons. Bemerkenswert ist die eindeutige Dominanz von *Ceratium hirundinella* und *Peridinium cinctum*, die meist erst einige Wochen später ihre Hauptentfaltung haben. Die relativ starke Präsenz von *Trachelomonas* mit 7 % der Gesamtbiomasse weist auf organische Belastung hin.



Phytoplankton - Zählprotokolle:

Auswertung: Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Imsee 94-06-13 0 m - Grund				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	5244	287,7	61,1
<i>Peridinium cinctum fo. westi</i>	47130	1824	86,0	18,2
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	109944	41,8	8,9
<i>Trachelomonas volvocina</i>	3400	9162	31,2	6,6
<i>Coccale Formen</i>	65	138138	9,0	1,9
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	2508	6,0	1,3
<i>Oocystis parva</i>	180	27486	4,9	1,0
<i>Trachelomonas sp.</i>	5800	684	4,0	0,8
<i>Tetraedron minimum</i>	80	9162	0,7	0,2
Cyanophyta				
Cryptophyceae			47,8	10,1
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae				
Chlorophyta			5,7	1,2
Euglenophyta			35,1	7,5
Dinophyceae			373,7	79,3
Diverse			9,0	1,9
GESAMTBIOMASSE			471,3	



# IMSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. ° C
1	25.10.83	Tiefste Stelle	-2,5	22	-7,1	
2	20.02.90	Tiefste Stelle	-2,2	22	-6,9	
3	13.06.94	Tiefste Stelle	-3,2	18	-6,7	

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
1	25.10.83	Nebel	1-	10,40			
2	20.02.90	wolkenlos	0-	11,15			
3	13.06.94	bedeckt	0-1	11,35		0,5	9,57



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
1	25.10.83	-0,0	11,1	8,9	86							
		-1,0	11,0									
		-2,0	11,0	8,9	86	8,00	283	2,80	0	17	3	14
		-3,0	11,0									
		-4,0	11,0	8,7	84							
		-5,0	11,0	8,9	86	8,00	284	2,85	0	18	4	14
		-6,0	11,0	8,8	85							
		-6,5	11,0	8,8	85	7,95	285	2,85	1	16	5	11

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
1	25.10.83	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	71	37	1,4	99	0,9		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	83	41	1,7	87	0,9		
		-6,0							
		-6,5	91	39	1,6	99	1,0		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
2	20.02.90	-0,0	4,9	13,2	110	8,00	327	3,25	0	14	5	9
		-1,0	4,6	13,2	109							
		-2,0	4,3	13,4	110	8,10	328	3,25	1	32	7	25
		-3,0	4,2	12,3	100							
		-4,0	4,1									
		-5,0	4,1	11,3	92							
		-6,5	4,1	11,9	97	8,10	337	3,25	1	31	7	24

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
2	20.02.90	-0,0	332	386	1,7	41	2,5		
		-1,0							
		-2,0	333	363	1,7	49	2,5		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0							
		-6,5	334	400	1,6	54	2,6		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
3	13.06.94	-0,0	16,2	9,6	104							
		-1,0	15,7									
		-2,0	15,7	9,0	97	8,15	297	3,15	1	24	7	17
		-3,0	15,4									
		-4,0	14,6									
		-5,0	11,4	2,2	21	7,55	325	3,45	1	69	9	60
		-6,0	10,5	1,2	11	7,50	329	3,50	1	77	8	69

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
3	13.06.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	67	394	0,0		0,7		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	480	93	0,0		1,5		
		-6,0	750	77	0,0		2,7		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18





# Irrsee



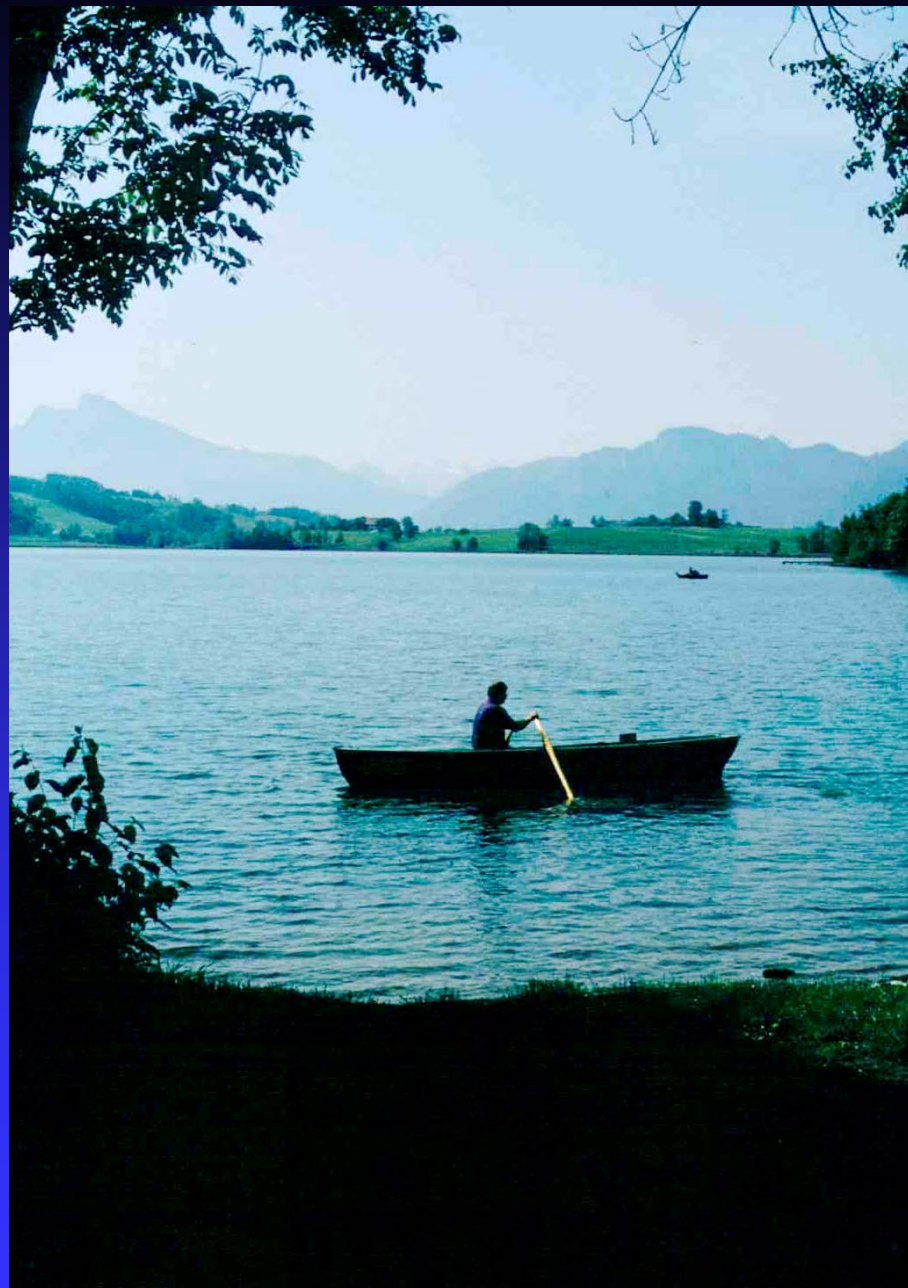
Inhalt



## Allgemeine Beurteilung

Der Irrsee liegt zwischen  $47^{\circ} 54'$  und  $47^{\circ} 56'$  n. B. und zwischen  $13^{\circ} 18'$  und  $13^{\circ} 19'$  ö. L. in einer von Norden nach Süden verlaufenden Senke, die von eiszeitlichen Moränen umgeben ist. Die Moore nördlich und südlich des Sees weisen darauf hin, daß der See am Ende der Eiszeit fast die doppelte Länge hatte.

Das langgestreckte Seebecken liegt mit seinen Moränen zur Gänze in der Flyschzone und wird durch einen quer verlaufenden Felsrücken, dessen Scheitel bis auf 21 m unter die Wasseroberfläche ansteigt, in zwei kleinere Becken zerteilt. Das kleinere nördliche Becken erreicht eine Tiefe von knapp 28 m, das größere südliche Becken die maximale Tiefe von 32 m. Das relativ kleine Volumen des Sees und damit sein niedriges Wärme-





speichervermögen sowie seine geschützte Lage gegen die Hauptwindrichtung aus Westen führen zu einer fast regelmäßigen Eisbedeckung im Winter, deren Dauer jedoch zwischen einer Woche und zwei Monaten schwanken kann. Der Beginn der Eislegung variiert zwischen Anfang Jänner und Mitte Februar, der Eisbruch erfolgt meist Mitte bis Ende März. Nur in besonders milden Wintern unterbleibt die Eisbildung, und der Wasserkörper kann von Dezember bis



Anfang April durchmischen. Aufgrund der im Sommer sehr hohen Wassertemperaturen wird der See als ausgesprochener Badesee genutzt. Auch im Hinblick auf die Fischerei hat der Irrsee einen besonderen Stellenwert.





Der weitaus größte Teil des Einzugsgebietes wird landwirtschaftlich genutzt, daneben gibt es aber einen regen Tourismus, der erst in den letzten Jahren stagnierte.

Der See wird neben 5 größeren Zuflüssen durch eine Vielzahl von kleineren Wasserläufen, Gräben und unterirdischen Wasseraustritten gespeist. Entwässert wird der See durch die Zeller Ache (MQ : 1,3 m<sup>3</sup> / s), die in den Mondsee fließt.

Der Irrsee liegt aufgrund der Konzentrationen an Nährstoffen und Chlorophyll im Epilimnion im unteren Bereich des mesotrophen Seentyps.

Irrsee oder Zellersee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	199	12,1	0,8	25,8
Sichttiefe		200	5,4	3,1	12,2
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	196	8,2	1,0	29,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	199	16,0	6,0	111,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	199	4,7	0,0	11,9
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	199	85,0	0,0	512,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	196	20,1	0,0	184,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	5	48,4	43,2	102,1
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	106	2,6	0,6	5,6

Charakteristische Werte der Zeitreihe von 1980 bis 1997

Sichttiefe: Die in der obigen Aufstellung angeführten minimalen und maximalen Sichttiefen sind Extremwerte aus einer 18jährigen Untersuchungsreihe. Innerhalb eines Jahres treten solche Schwankungen nicht auf. Die Schwankungen der einzelnen Jahre sind in Abbildung 1 dargestellt.

Die häufigen Schwankungen der Sichttiefe werden zu einem großen Teil durch mineralische Trübung und biogene Entkalkung verursacht. Aber auch biogene Vegetationstrübungen sind infolge von Massenentwicklungen von Algen häufig.

### Sichttiefen im Irrsee 1980 - 1997

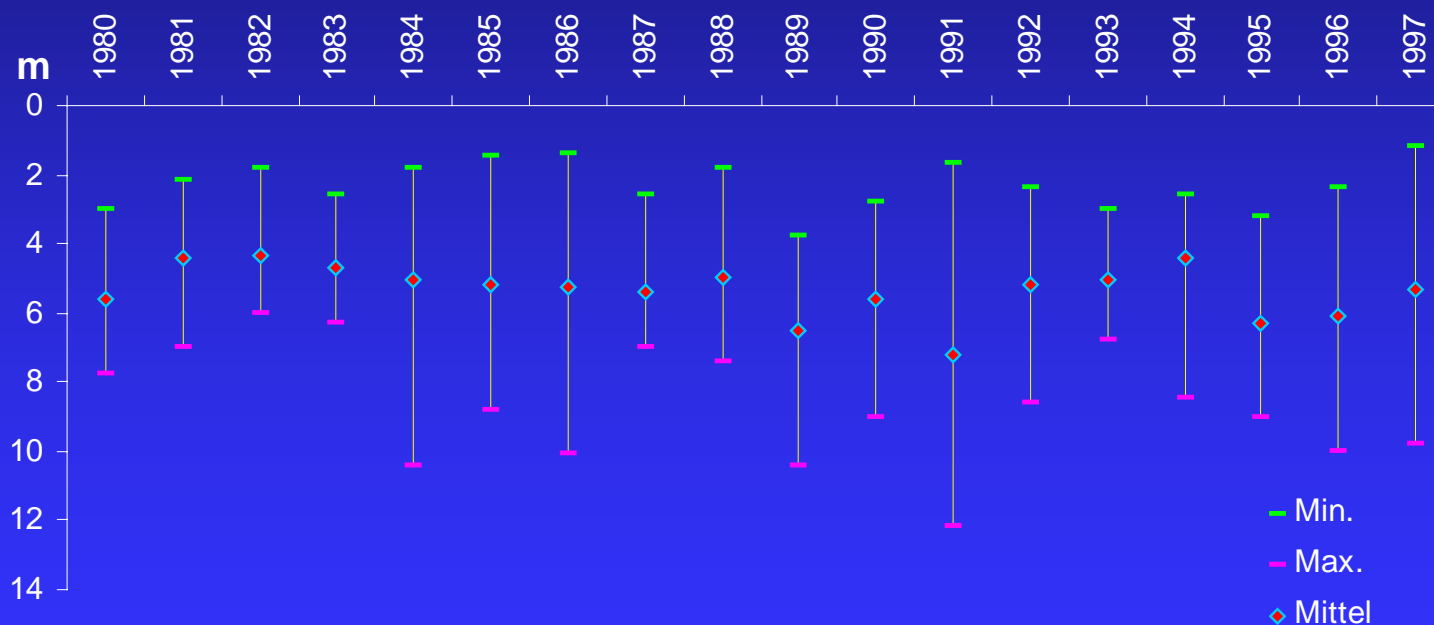


Abb.1: Jahresmittelwerte der Sichttiefe von 1980 bis 1997

Die niedrigsten Sichttiefen fielen meist auf die Monate Juni bis September, andererseits trat das absolute Maximum von 12,2 m auch im Juni auf (06.1991).

Temperatur: Auch bei der Temperatur können 2 Extremwerte aus 18 Jahren die Thermik des Sees nur unscharf wiedergeben. Dagegen zeigen Jahresmittelwerte zumindest den Rahmen, innerhalb dessen sich die Temperaturen im Jahresablauf bewegen (Abbildung 2).

### Temperatur Jahresmittelwerte 1980 - 1997

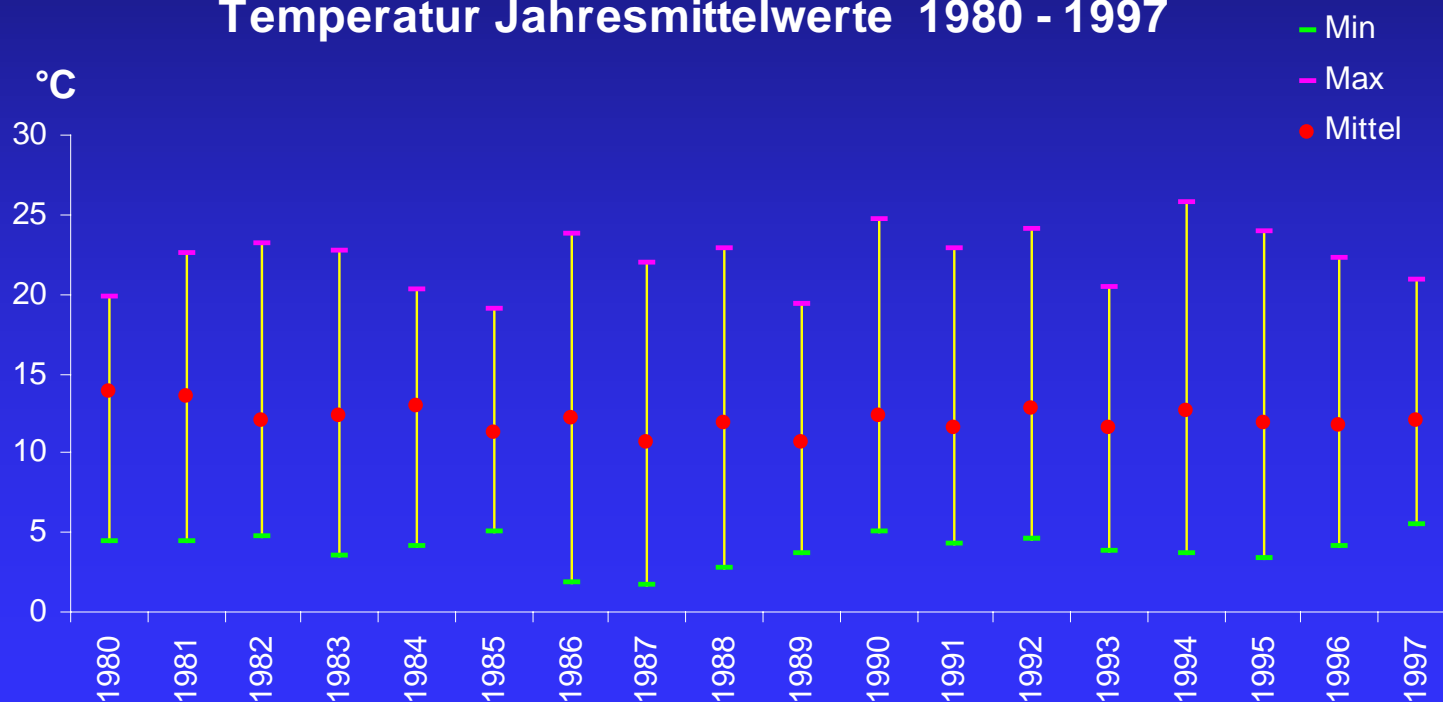


Abb. 2: Jahresmittelwerte der Oberflächentemperatur von 1980 bis 1997

## Oberflächentemperatur 1994

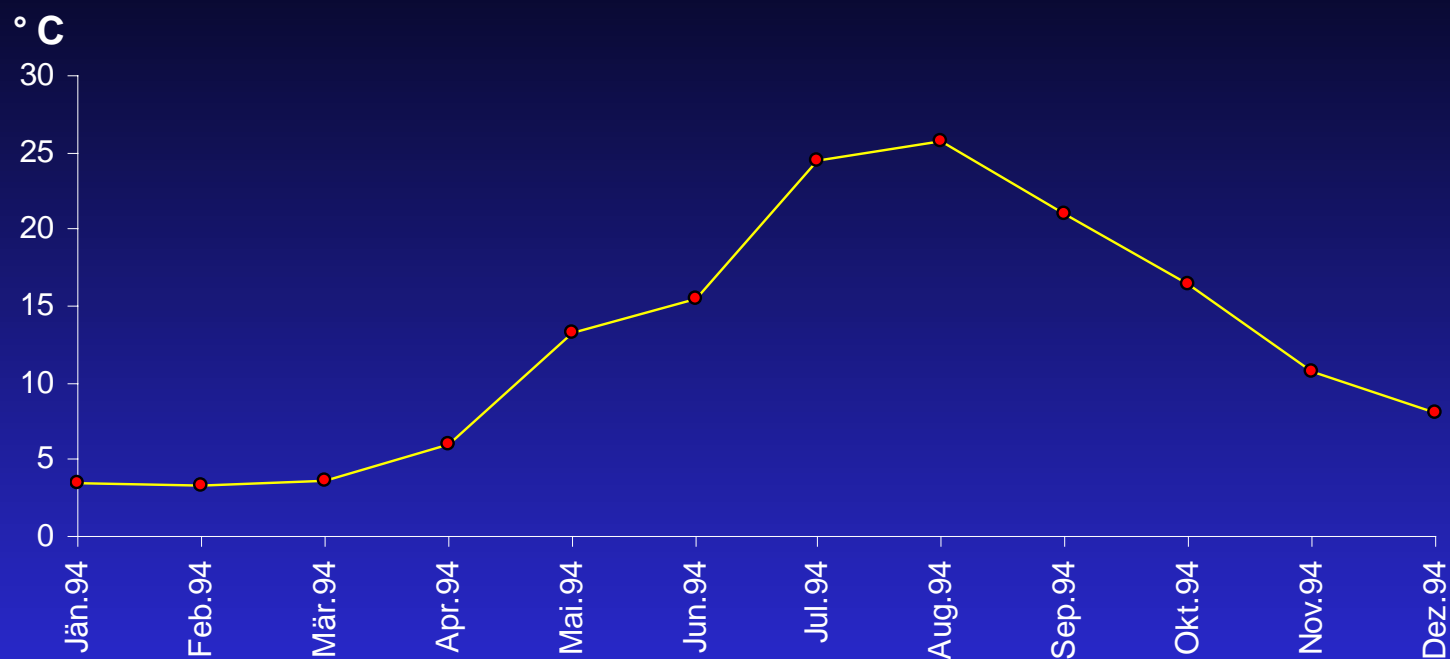


Abb. 3: Jahresgang der Temperatur im Jahre 1994

Wegen der geringen Wärmespeicherkapazität kann sich der See zwar relativ rasch erwärmen, er kühlt aber ebenso schnell wieder ab. Daher sind die Oberflächentemperaturen vom Juli und August von knapp 18,0 °C ebenso häufig wie hohe Temperaturen von 24,0 °C und darüber. Als Beispiel für einen Jahresgang der Temperatur wurde das Jahr 1994 mit der höchsten Sommertemperatur gewählt (Abbildung 3).

Die geringe Wärmespeicherkapazität drückt sich auch in den Temperaturen der Tiefenregion aus, die zwischen 2,9 °C (Februar 1986 und März 1988) und





7,4 °C (Dezember 1989) schwankten. Von April bis November, manchmal sogar bis Dezember, stiegen die Temperaturen konstant an. Etwa 60 % der Tiefentemperaturen lagen im Bereich zwischen 5,0 °C und 6,3 °C. Nur in den Monaten Jänner bis März lag der Schwerpunkt der Temperaturen zwischen 3,5 °C und 4,1 °C. Dieser Umstand hat zusammen mit der windgeschützten Lage des

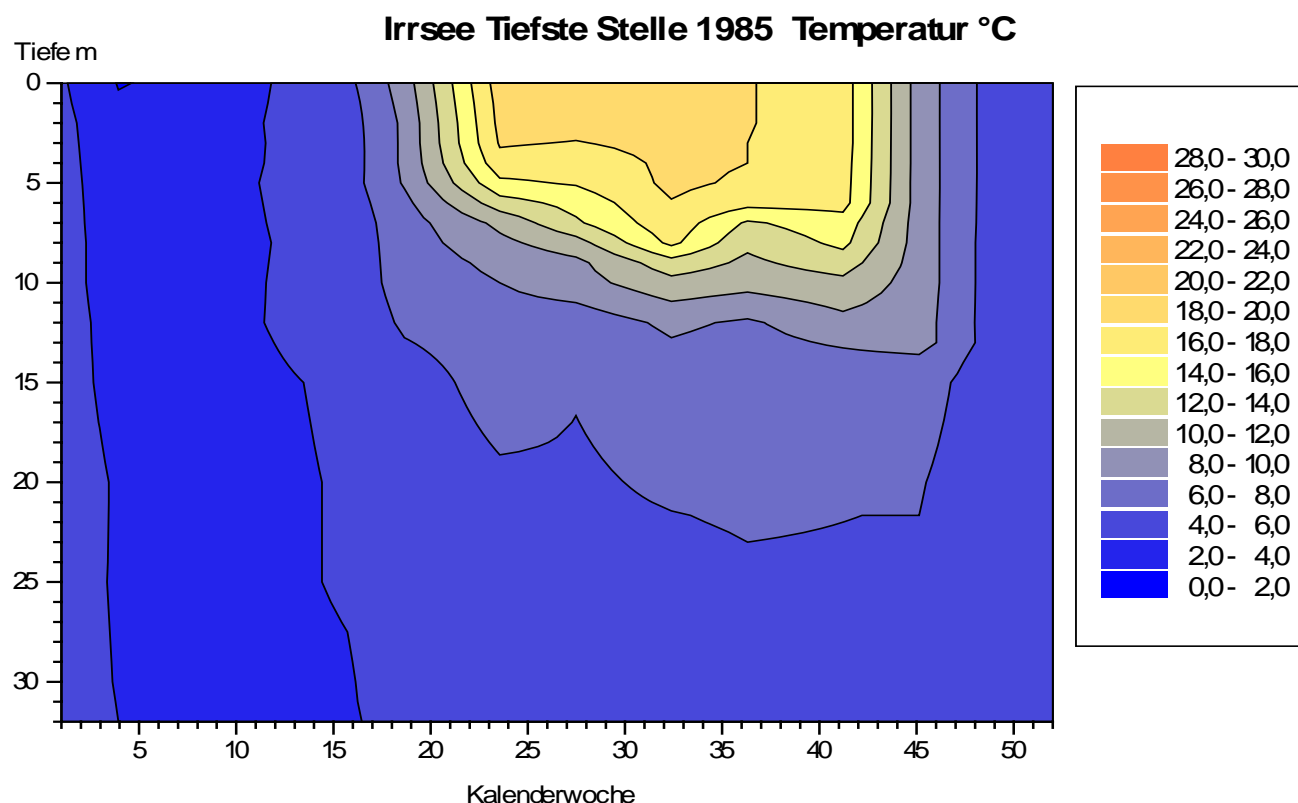


Abb. 4: Temperaturisoplethen des Jahres 1985

Sees aber auch zur Folge, daß der See im Dezember vor der Eislegung meist nicht genügend Zeit für eine totale Durchmischung hat. Eine volle Zirkulation erreicht der Irrsee meist erst Ende März bis Mitte April. In den Jahren zwischen 1990 und 1997 gab es einige sehr milde Winter, in welchen eine Eisbildung

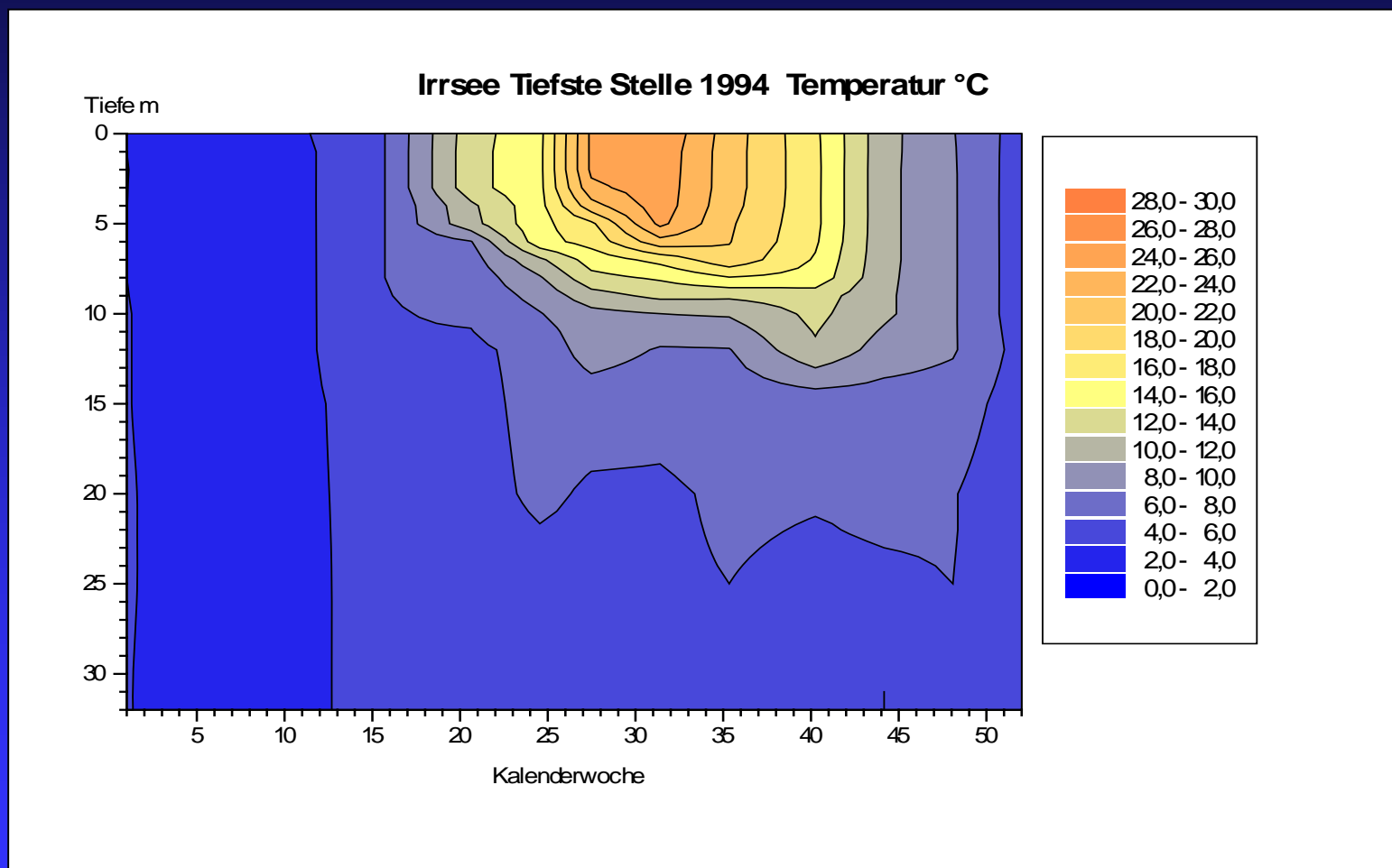


Abb. 5: Temperaturisoplethen des Jahres 1994

ausblieb oder nur von kurzer Dauer war (1994). Solche Wetterlagen begünstigen die Zirkulation und die Versorgung der Tiefenregion mit Sauerstoff. Ein Epilimnion beginnt sich schon sehr früh auszubilden. Im Hochsommer reicht es meist bis in Tiefen zwischen 5 und 7 m und vergrößert sich bis November auf 12 bis 15 m Stärke. In den Monaten Oktober bis November ist die Sprungschicht am deutlichsten ausgeprägt, während sie in einem kühlen Sommer oft sehr verschwimmt (siehe Abbildungen 4 und 5).

Sauerstoff: Die Situation des Sauerstoffs im Irrsee ist schon seit vielen Jahren gespannt. Seine Konzentration nimmt im Hypolimnion alljährlich vom Spätsommer bis etwa November dramatisch ab. In einer mehrere Meter dicken Zone über Grund wird der Sauerstoff oft vollkommen aufgebraucht. Diese Situation verschlechterte sich immer mehr, bis 1984 ein Tiefpunkt erreicht wurde. Erst nach Errichtung einer Ringkanalisation und Beseitigung eines großen Teiles der häuslichen Abwässer im Jahre 1984 begann sich der See sehr langsam zu bessern.

Die Abbildung 6 zeigt den Sauerstoffgehalt des Hypolimnions von 1979 bis 1997 ausgedrückt in Tonnen bzw. als Konzentration in mg/l.

Die derzeitige Sauerstoffsituation ist immer noch sehr unbefriedigend, wenn auch eine deutliche Tendenz der Besserung erkennbar ist. Durch die oft unvollständige Durchmischung im Frühjahr geht der See bereits mit einem Sauerstoffdefizit in die Sommerstagnation über. Die Zehrungsvorgänge im Tiefenbereich vergrößern das Defizit weiter, bis über Grund anaerobe Verhältnisse entstehen.



1984 war das Jahr mit dem niedrigsten Sauerstoffgehalt im Hypolimnion. Im Oktober entstand zwischen 10 und 13 m Tiefe eine Sprungschicht, in welcher die Sauerstoffkonzentration von 8,0 mg/l auf 2,0 mg/l zurückging. In Grundnähe begann diese Situation bereits im Juli und endete erst im Dezember.

### O<sub>2</sub> Gehalt im Hypolimnion

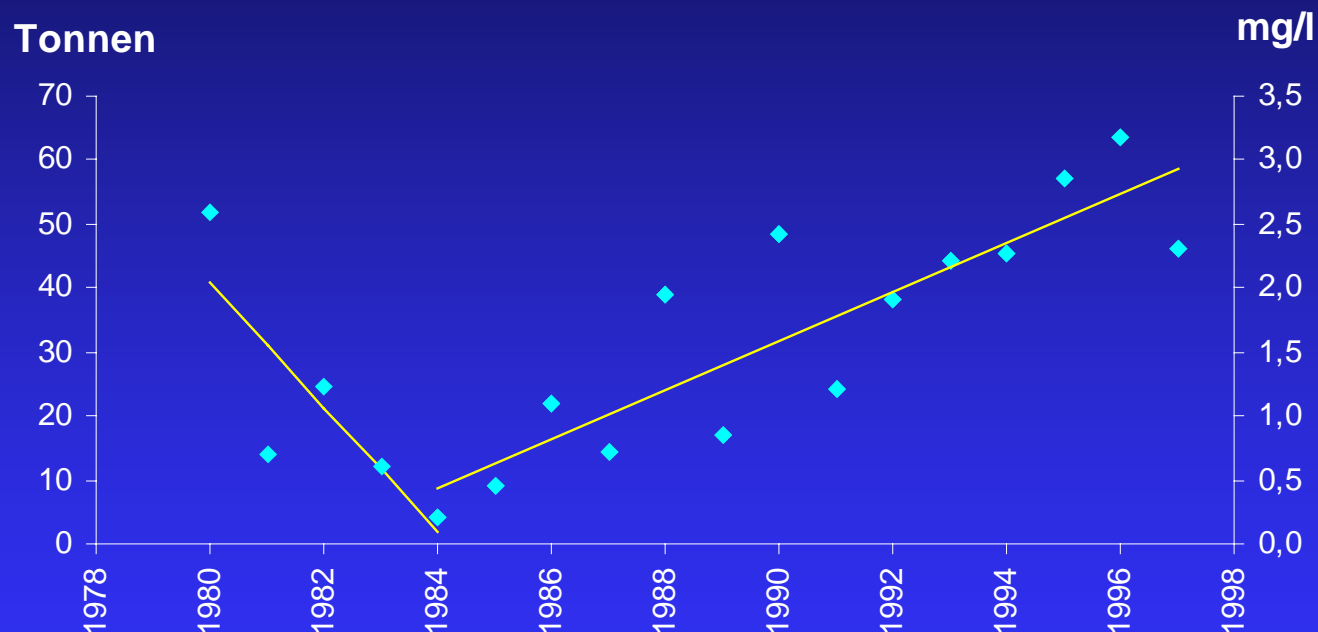


Abb. 6: Sauerstoffgehalte im Hypolimnion (15 m bis Grund) von 1980 bis 1997. Die Werte stammen jeweils vom November, dem Monat mit dem höchsten Sauerstoffdefizit

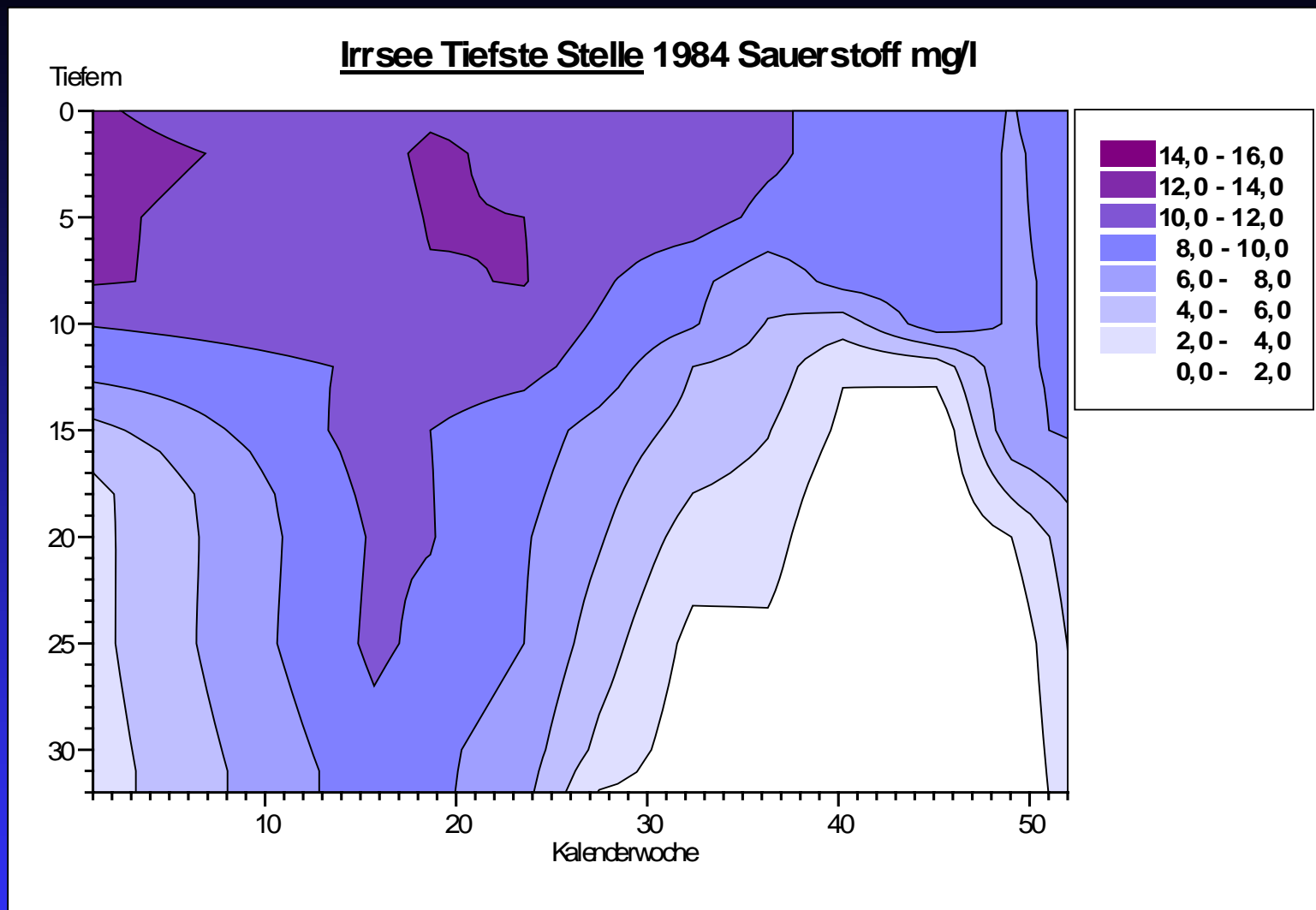


Abb. 7: Sauerstoffisoplethen des Irrsees des Jahres 1984

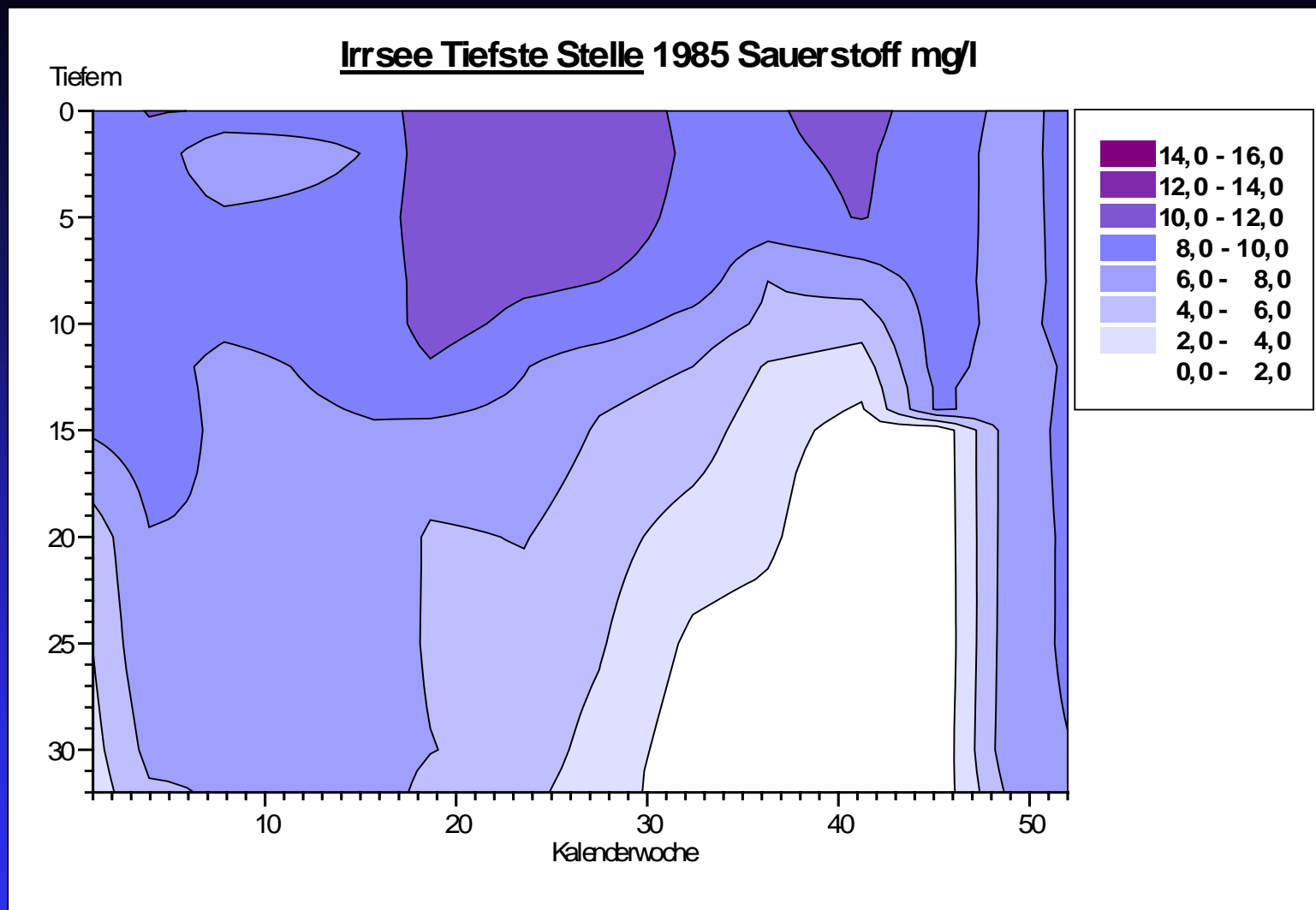


Abb. 8: Sauerstoffisoplethen des Irrsees des Jahres 1985

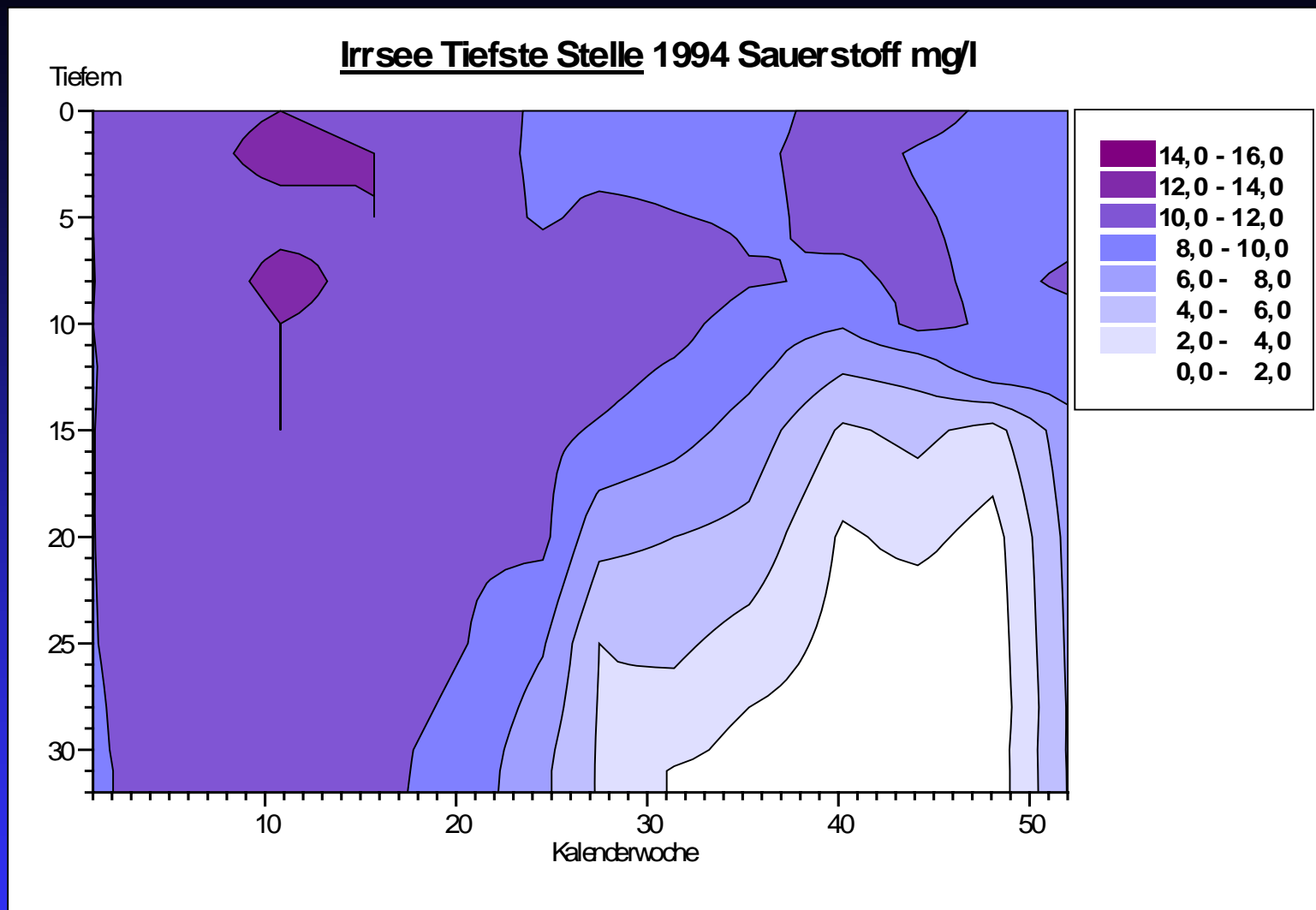


Abb. 9: Sauerstoffisoplethen des Irrsees des Jahres 1994

Ein Jahr später war diese Sprungschicht noch krasser: Zwischen 14 und 15 m Tiefe gab es einen Abfall der Sauerstoffkonzentration von 8,0 auf 2,0 mg/l. 1996 war die sauerstoffarme Zone wesentlich kleiner, die 2,0 mg/l Grenze wurde von 12 auf 17 m Tiefe zurückgedrängt, und die Dauer dieser Situation in Grundnähe wurde von 23 Wochen auf 18 Wochen verkürzt.

Die Sauerstoffkonzentrationen und ihre Verteilung können am besten in Form von Isoplethen dargestellt werden, wenn ausreichend Datenmaterial zur Verfügung steht.

Die Abbildungen 7 bis 9 zeigen einige wichtige Jahre des Irrsees auf dem langen Weg der Besserung.

Leitfähigkeit: Der Irrsee liegt mit seiner Leitfähigkeit im unteren Mittelfeld aller untersuchten Seen. Der Schwankungsbereich reicht von 207 bis 338  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , der Mittelwert liegt bei 283  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Gegen den Herbst hin steigt die Leitfähigkeit im Hypolimnion wegen der höheren Konzentration an gelösten Nährstoffen stärker an.

pH-Wert: Das aus mehr als 480 Einzelwerten gewonnene Mittel des pH-Wertes beträgt für das Epilimnion 8,00 und für das Hypolimnion 7,70. Der gesamte Schwankungsbereich reicht von 6,95 bis 8,50. Unter dem Einfluß der Assimilation des Planktons liegen die pH-Werte des Epilimnions in den Monaten Mai bis Oktober meist über 8,00 in den übrigen Monaten mehrheitlich darunter.





Alkalinität: Im geschichteten See steigt die Alkalinität von der Oberfläche bis zum Grund an. Während der Durchmischungsphasen lag die Alkalinität im Mittel bei 2,78 mval/l bei einem Schwankungsbereich von 2,69 bis 2,95 mval/l. Die Extremwerte streuten von 2,00 bis 3,15 mval/l, das entspricht einer Carbonathärte von 5,6 bis 8,8 °dH.

Gesamt-Phosphor: Ähnlich wie in den meisten Alpenseen spielt unter den düngenden Substanzen der Phosphor eine besondere Rolle. In dissoziierter Form als Phosphat ist er allerdings nur im Hypolimnion nachweisbar. Zur Zeit der Vollzirkulation betrug die Konzentration des Gesamt-Phosphors im 18jährigen Mittel 8,6 mg/m<sup>3</sup>, wobei eine leicht sinkende Tendenz erkennbar ist. Ausgehend vom Jahre 1980 mit Werten von über 10 mg/m<sup>3</sup> nahm die Konzentration mit einigen Schwankungen nach oben und unten konstant ab und landete schließlich bei Werten um 7 mg/m<sup>3</sup> (Mittel der Jahre von 1990 bis 1997: 7,3 mg/m<sup>3</sup>). Während der Stagnation nahm die Konzentration wegen Rücklösungen im sauerstoffarmen Milieu des Hypolimnion ständig zu, so daß Werte bis über 100 mg/m<sup>3</sup> auftraten (Oktober 1983, 31 m Tiefe: 111 mg/m<sup>3</sup>). Mit Hilfe der Isoplethendarstellungen (Abbildung 11 und 12) kann der Verlauf der Konzentrationen des Jahres 1984 mit 1994 verglichen werden. Die Konzentrationen über den gesamten Untersuchungszeitraum sind in Abbildung 10 und 13 dargestellt.



## Ges.-P. Konzentrationen zur Zeit der Vollzirkulation

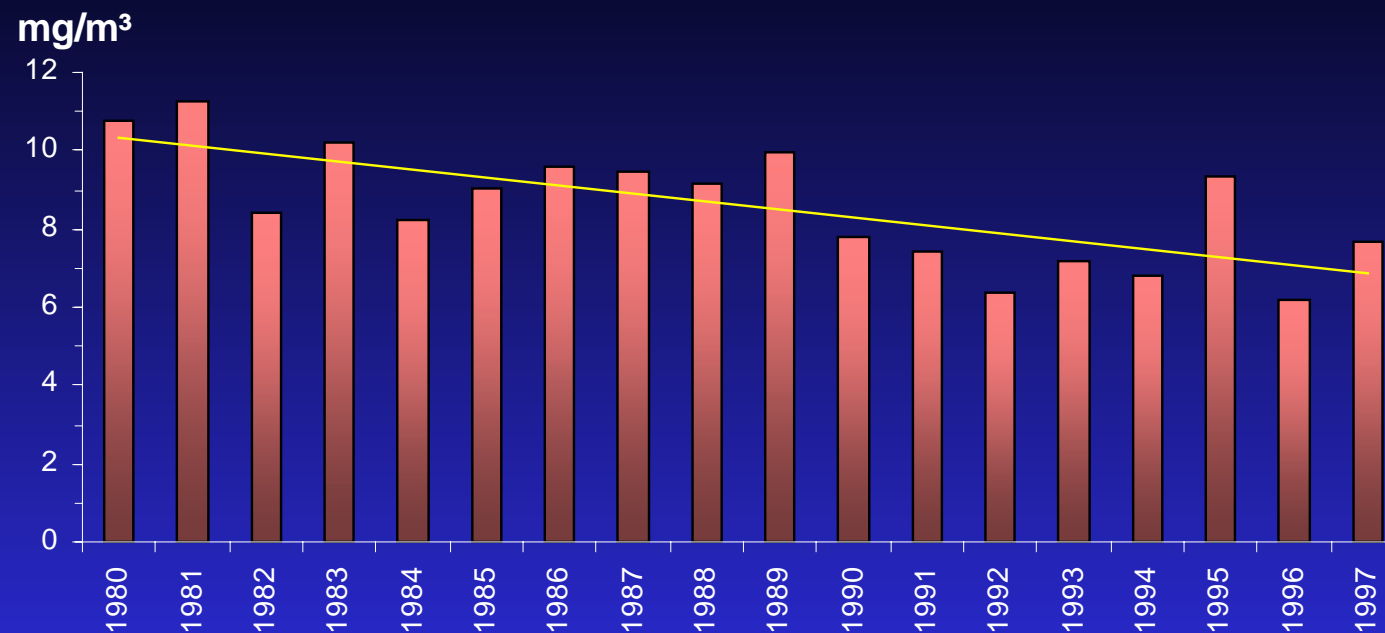


Abb.10: Konzentration des Phosphors bei Vollzirkulation, errechnet aus den Mittelwerten der gesamten Wassersäule



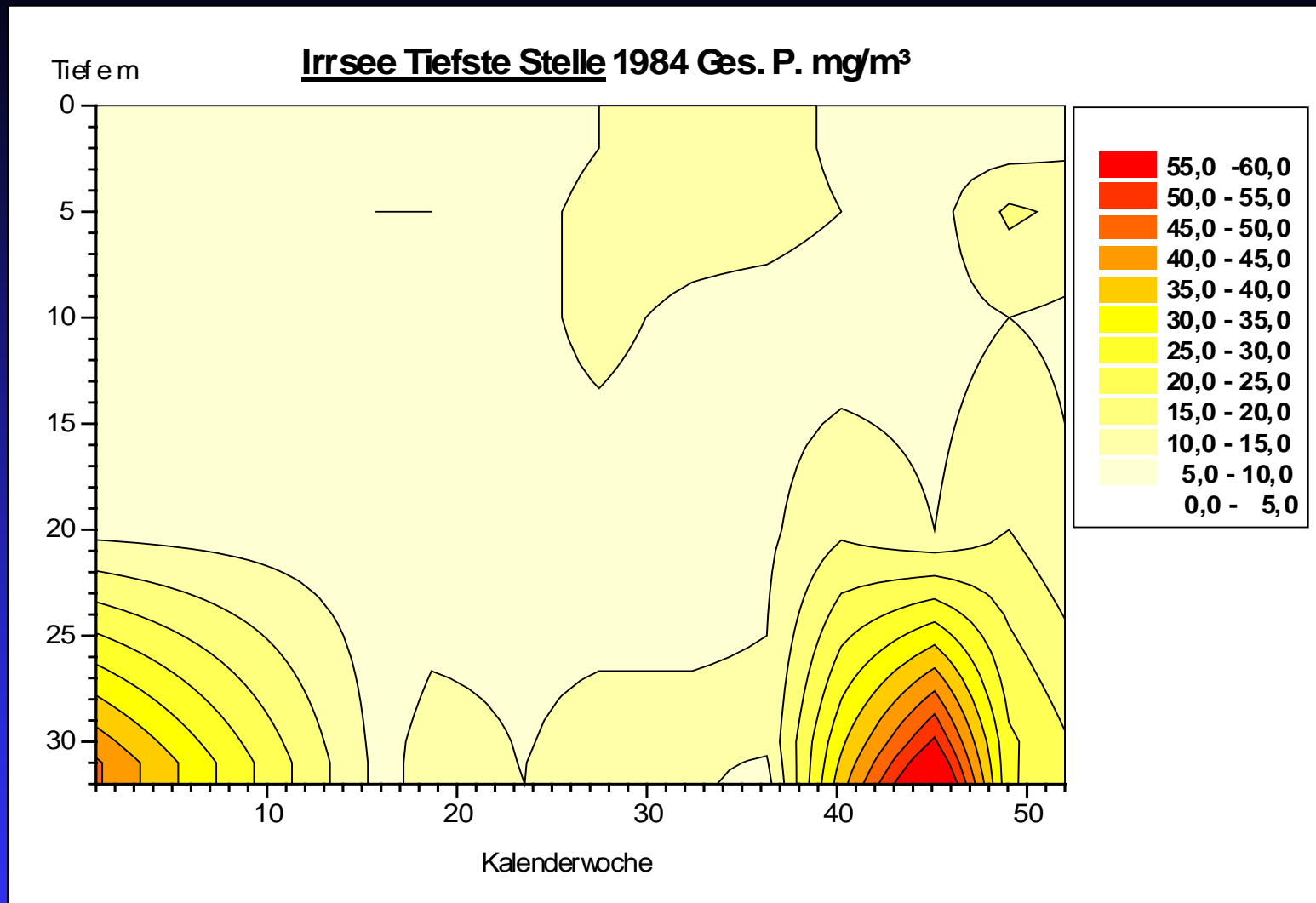


Abb. 11: Isoplethen der Gesamt-Posphorkonzentrationen des Jahres 1984

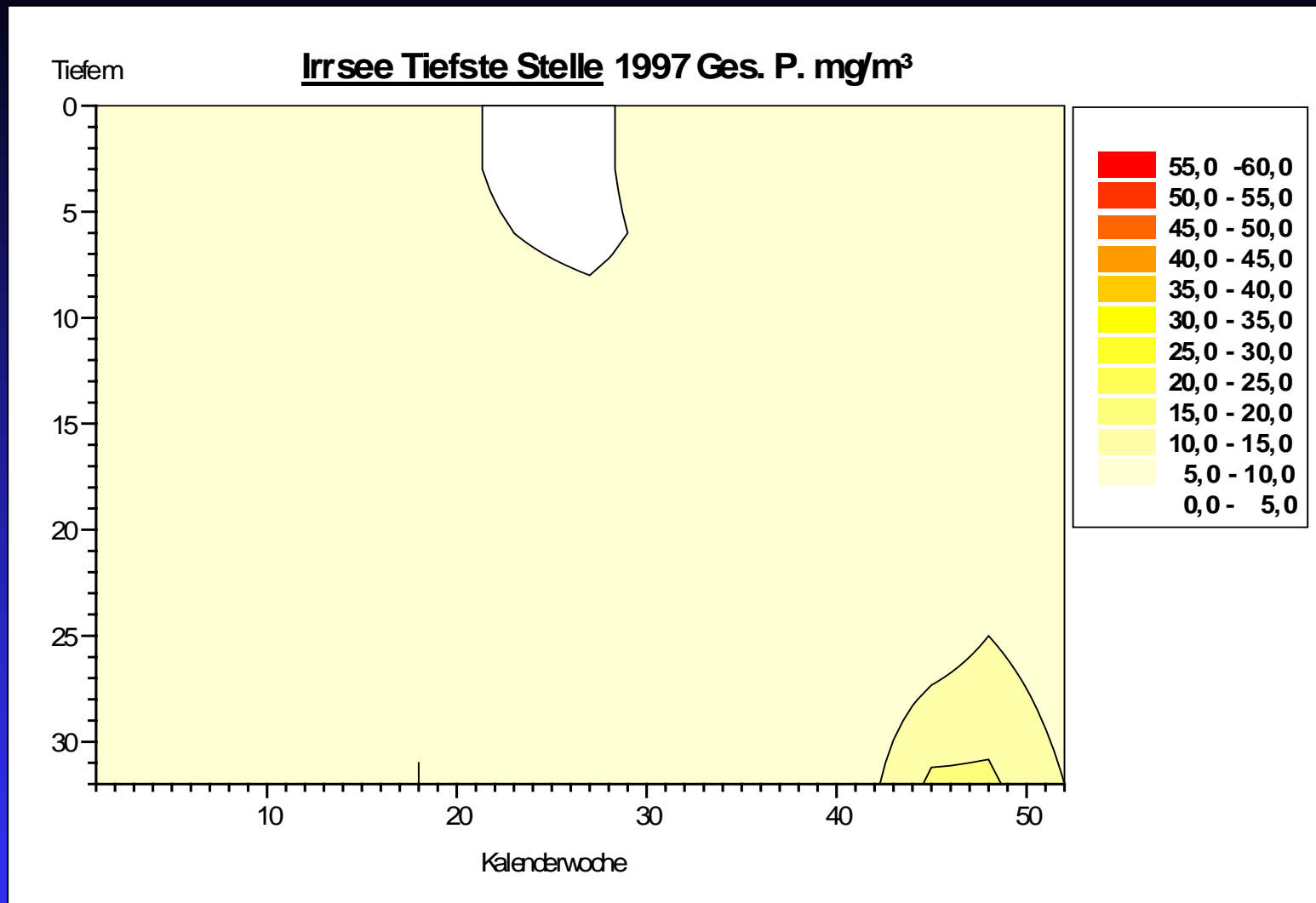


Abb. 12: Isoplethen der Gesamt-Posphorkonzentrationen des Jahres 1997

## Ges.-P. Jahresmittel 1980 - 1997

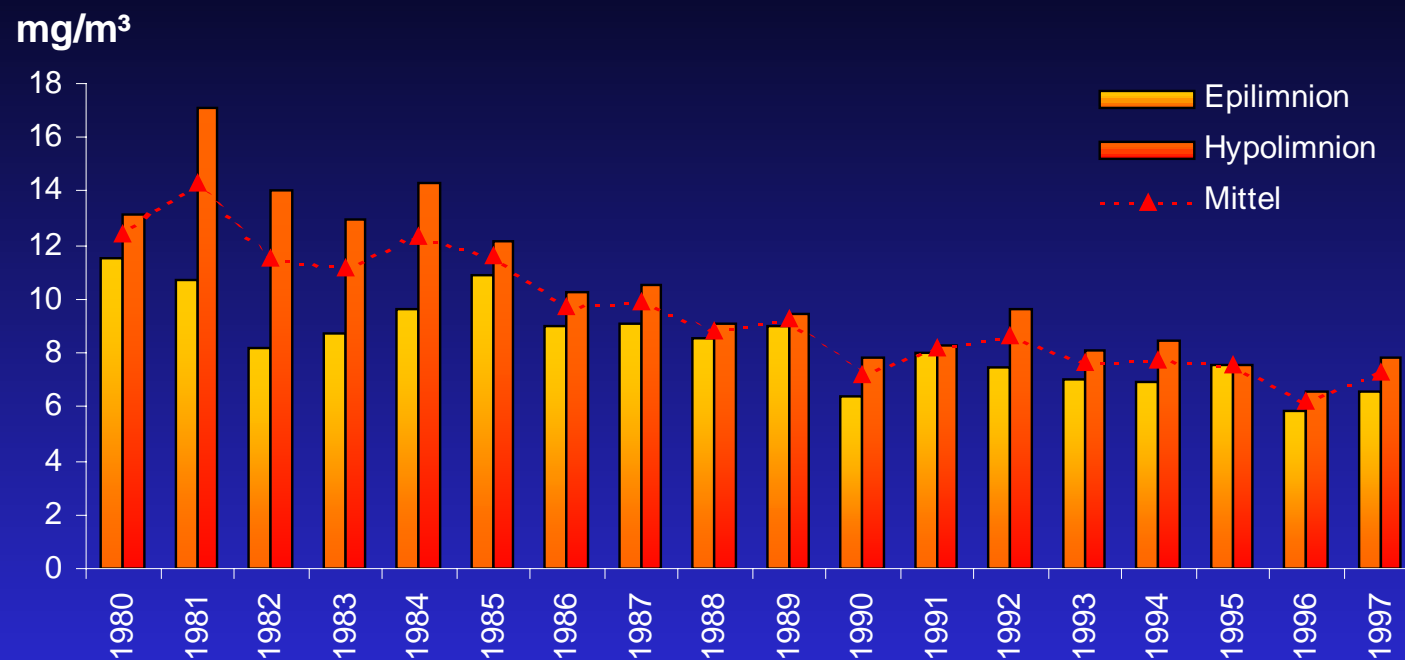


Abb. 13: Jahresmittelwerte des Phosphors im Epilimnion und Hypolimnion von 1980 bis 1997



Ammonium-Stickstoff: Die Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs haben sich in den frühen 80er Jahren vor allem im Hypolimnion stark erhöht. Zwischen 1980 und 1983 verdoppelte sich die Konzentration im Hypolimnion von

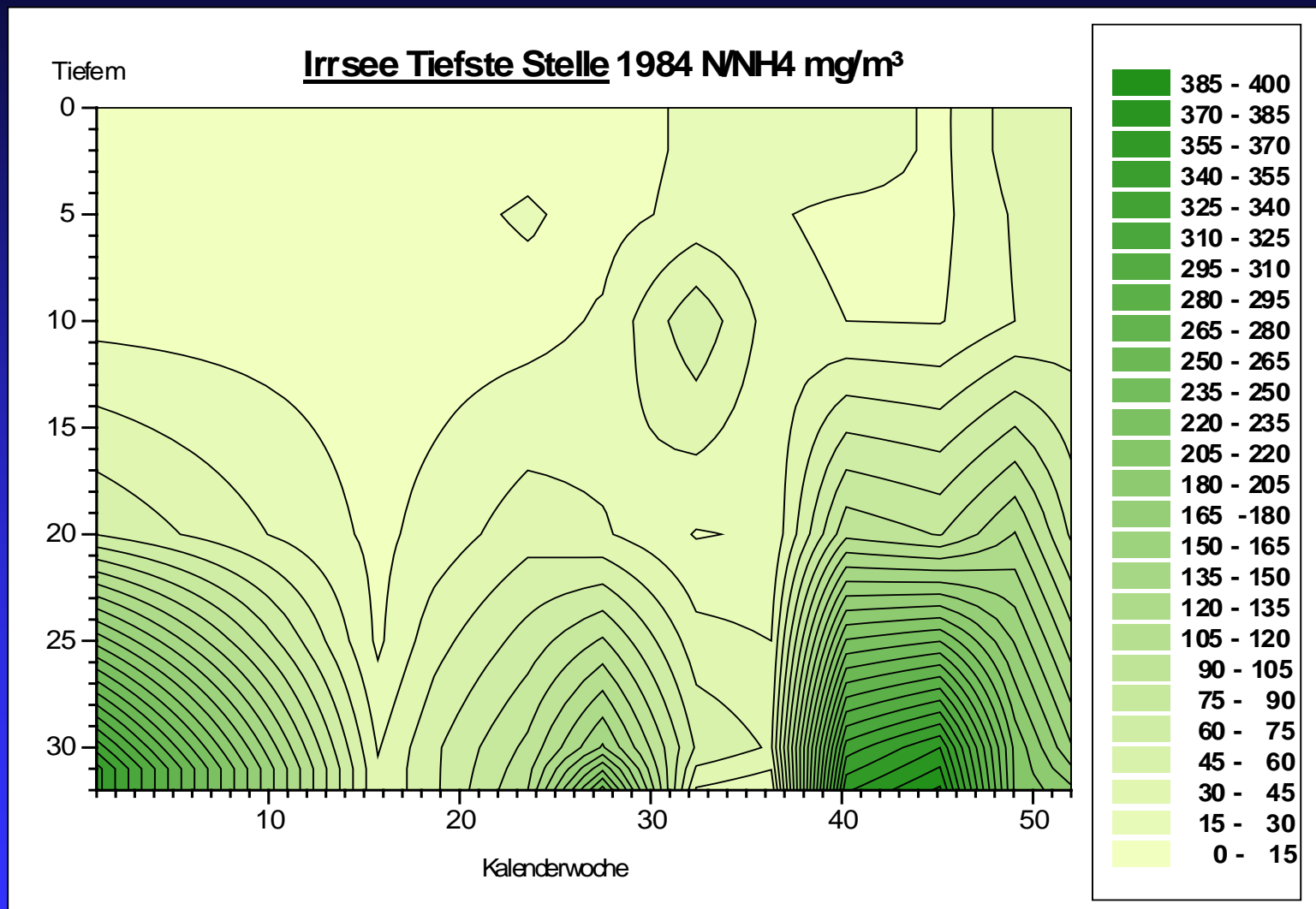


Abb. 14: Verlauf der Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1984

45 auf 90 mg/m<sup>3</sup>. Dabei traten über Grund Spitzenwerte von über 500 mg/m<sup>3</sup> auf (Oktober 1983). Mit der langsam ansteigenden Sauerstoffkonzentration im Hy-polimnion ab 1984 ging der mittlere Gehalt an Ammonium-Stickstoff innerhalb eines Jahres um fast 50 % zurück. Im Laufe der folgenden Jahre verlangsamte sich diese Entwicklung; die Konzentration stabilisierte sich

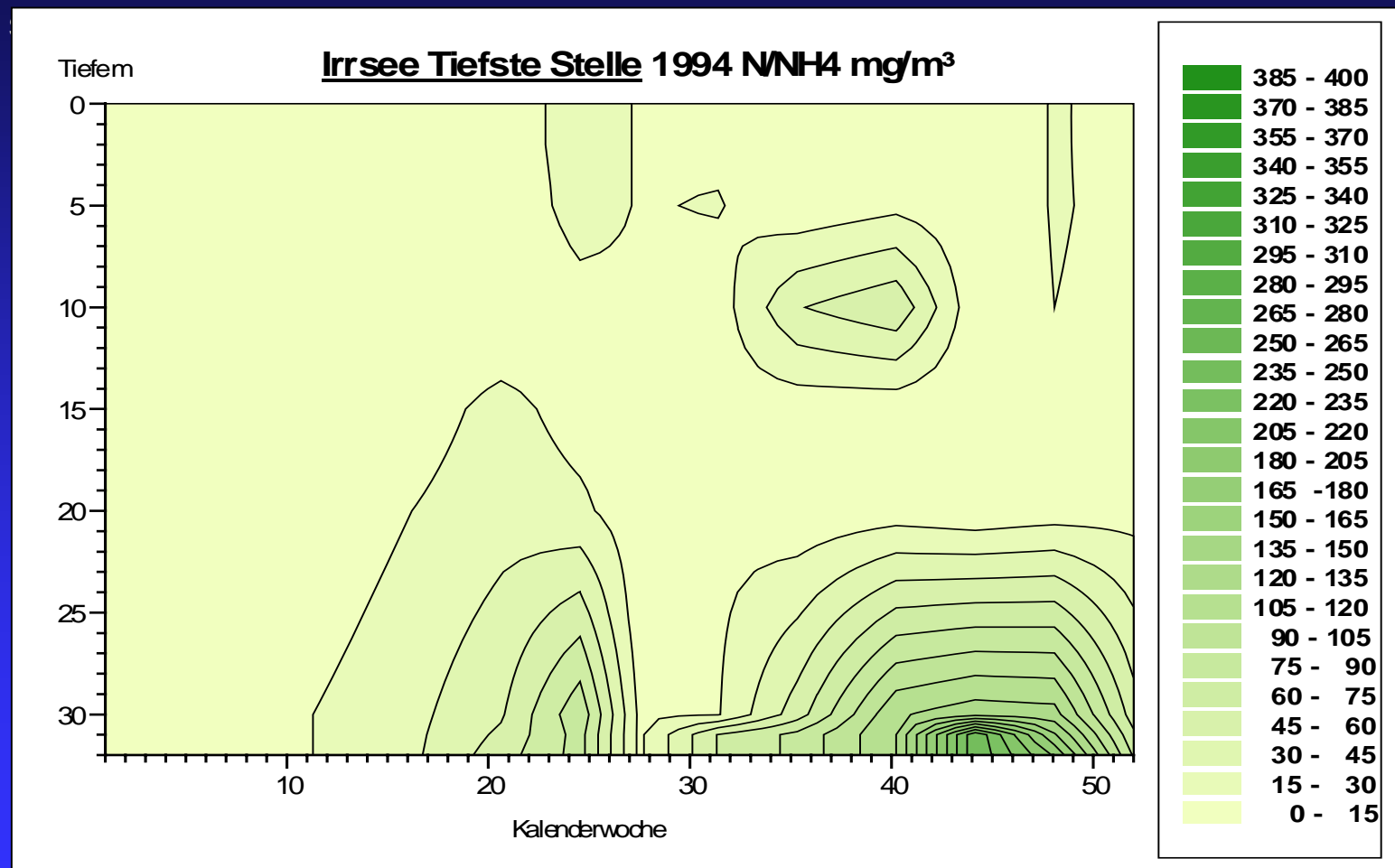


Abb. 15: Verlauf der Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1994

15 und 20 mg/m<sup>3</sup>. Die Abbildung 16 zeigt die Entwicklung des Ammonium-Stickstoffs von 1980 bis 1997 als Jahresmittelwerte des Epilimnions (2 bis 15 m) und des Hypolimnions (15 bis 31 m).

Die Konzentrationen der Jahre 1984 und 1996 sind in Isoplethenform in Abbildung 14 und 15 dargestellt.

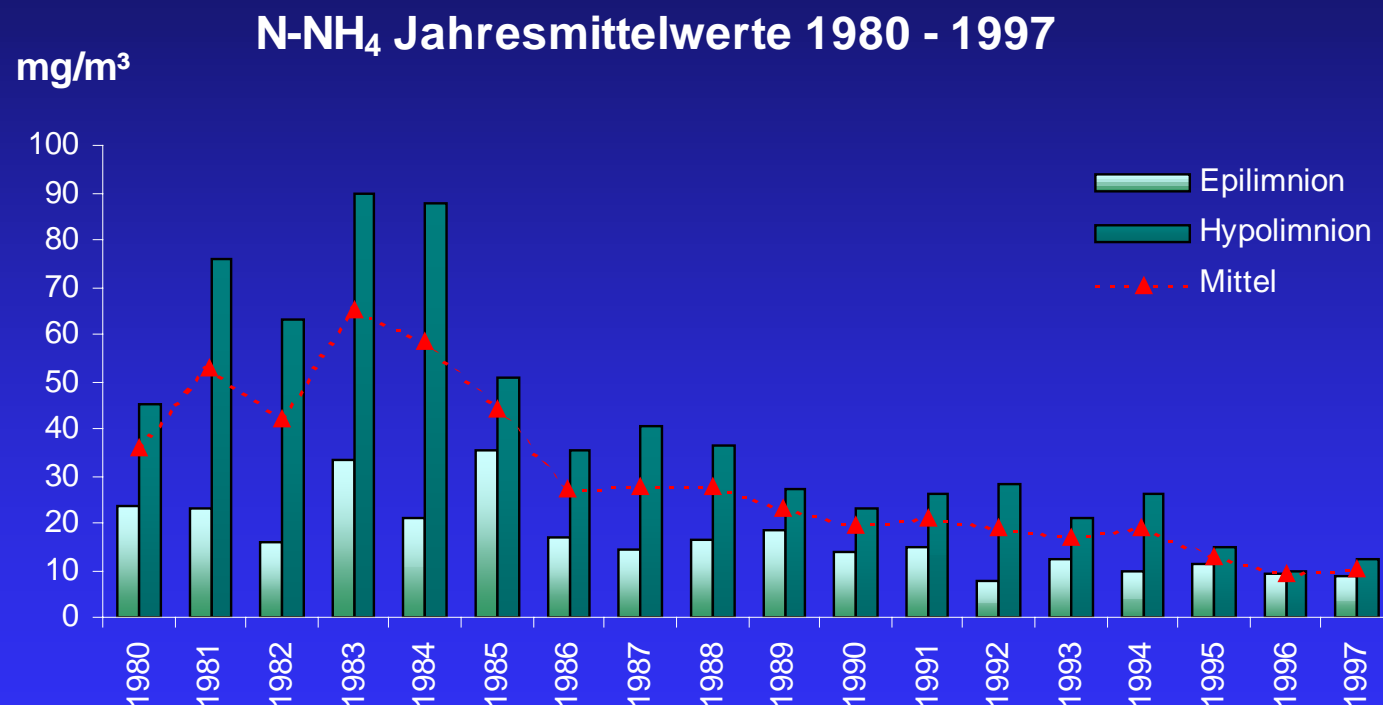


Abb. 16: Jahresmittelwerte des Ammonium-Stickstoffs im Epilimnion und Hypolimnion von 1980 bis 1994



Nitrat-Stickstoff: Anders als beim Ammonium wirkte sich die Sanierungstätigkeit nicht direkt auf das Nitrat aus. Die größte Schwankung im Nitratgehalt erfolgte noch vor der Sanierung, also in den Jahren, in welchen die Sauerstoffkon-

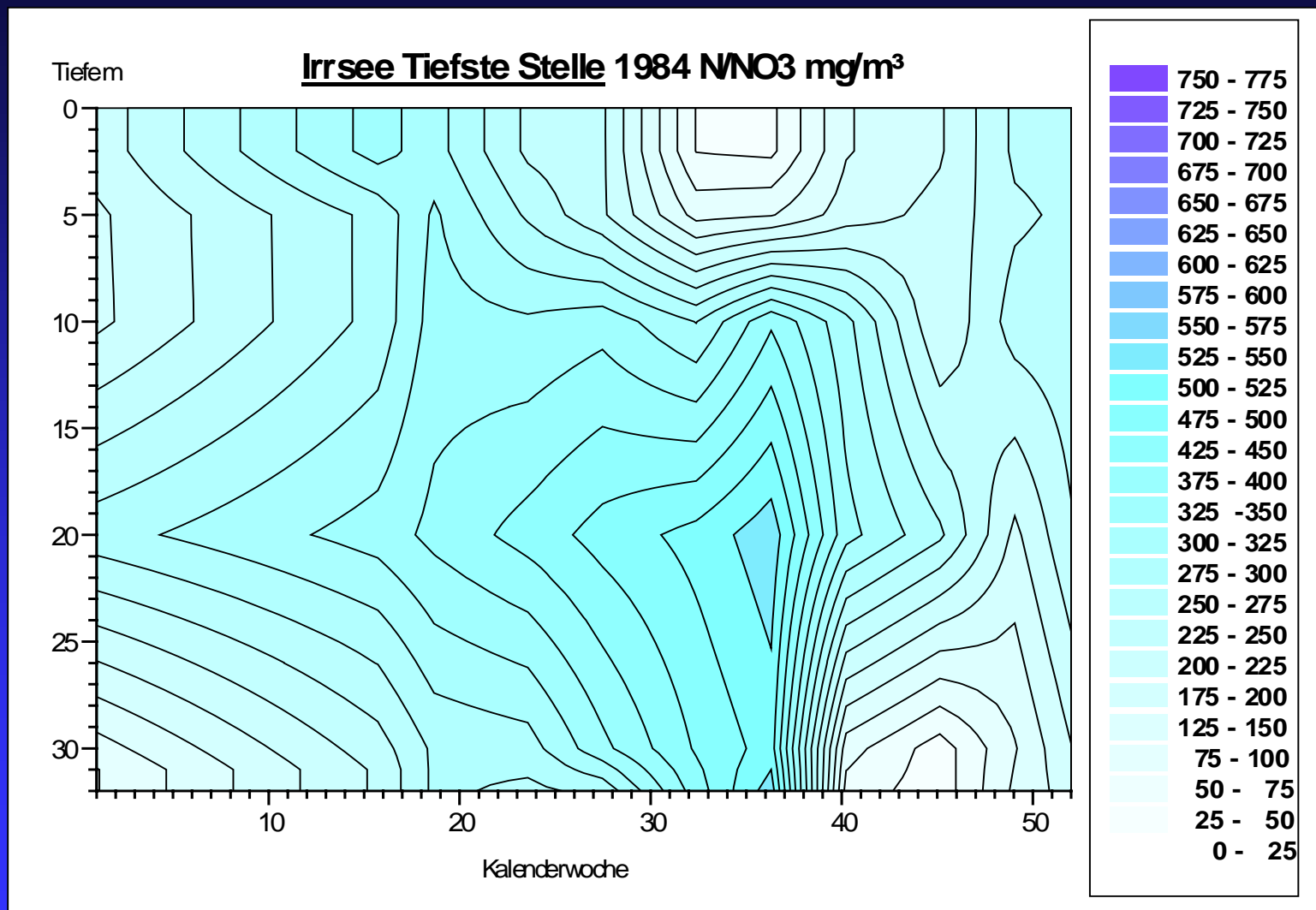


Abb. 17: Verlauf des Nitrat-Stickstoffs des Jahres 1984

zentration im Hypolimnion die niedrigsten Werte erreichte (1984). Die Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs haben sich in den folgenden Jahren mehrfach verändert. Im Tiefenbereich wurden vor allem im Herbst erhebliche

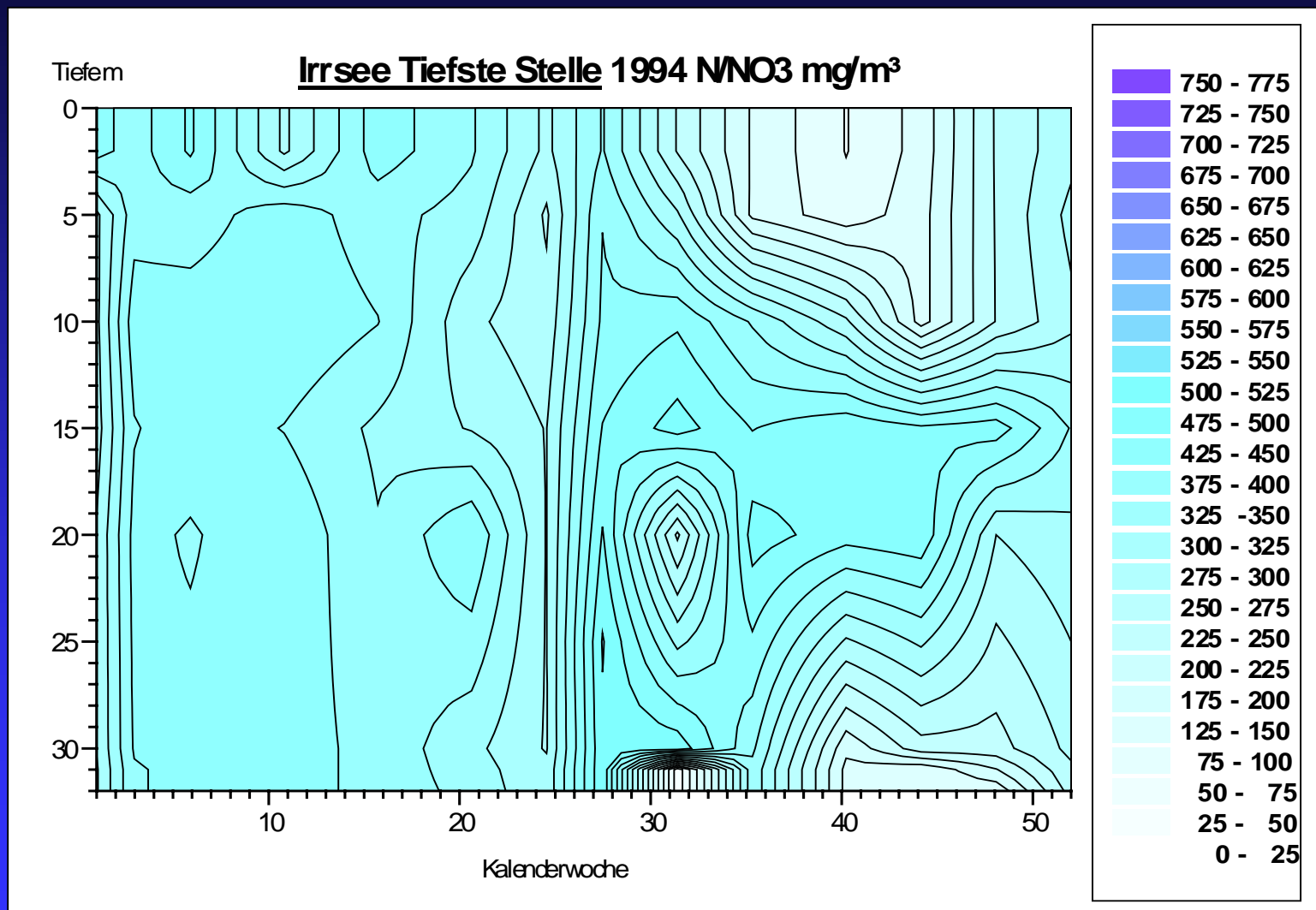


Abb. 18: Verlauf des Nitrat-Stickstoffs des Jahres 1994

Mengen von Nitrat im sauerstoffarmen Milieu reduziert (Abbildung 17). So blieben im November 1983 in Grundnähe nur mehr 25 mg/m<sup>3</sup> Nitrat-Stickstoff übrig. Andererseits wurden im Oberflächenbereich die Konzentrationen durch die Assimilation der Algen vermindert (Abbildung 17 und 18). Im September 1983 war in 2 m Tiefe kein Nitrat-Stickstoff mehr nachweisbar, und in 5 m Tiefe lag die Konzentration bei nur 57 mg/m<sup>3</sup>.

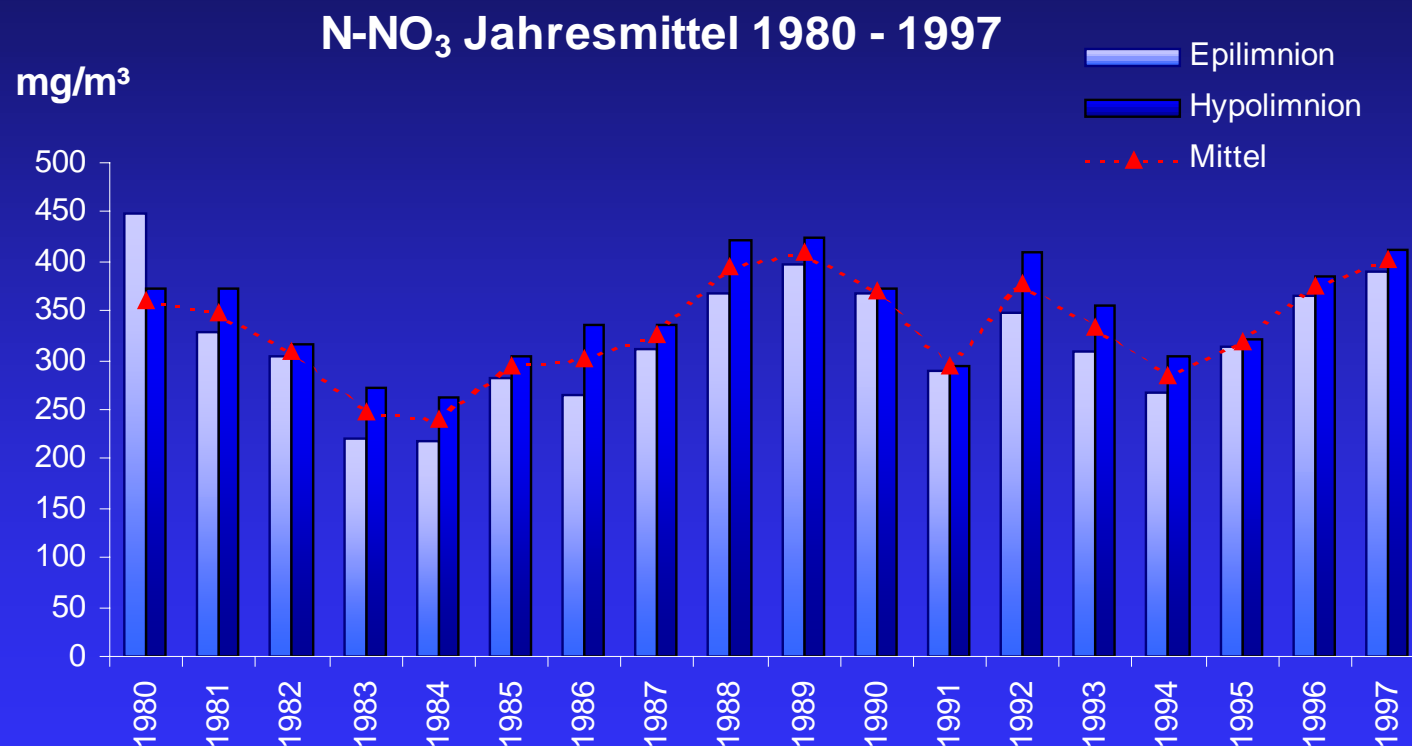


Abb. 19: Jahresmittelwerte des Nitrat-Stickstoffs von 1980 bis 1997

Der Schwankungsbereich der Nitrat-Stickstoffwerte ist daher sehr groß, die höchsten Werte (zwischen 500 und 600 mg/m<sup>3</sup>) liegen aber im unteren Mittelfeld der untersuchten Seen. Die Abbildung 19 zeigt die Jahresmittelwerte des Nitrat-Stickstoffs im Epilimnion (2 bis 15 m) und Hypolimnion (15 bis 31 m). Die Isoplethendarstellungen in Abbildung 17 und 18 zeigen die Situation des Nitrat-Stickstoffs in den Jahren 1984 und 1996.

Chlorid: Das Chlorid hat im Irrsee einen relativ weiten Schwankungsbereich, der von "nicht nachweisbar" bis 6,5 mg/l reicht, wenn auch die Werte über 4,0 mg/l selten sind. Die weitaus überwiegenden Konzentrationen schwanken zwischen 0,5 und 3 mg/m<sup>3</sup>. Der Mittelwert aus 18 Jahren liegt bei 2,0 mg/l.

Silikat: Auch das Silikat schwankt in seiner Konzentration von nicht nachweisbar bis maximal 9,1 mg/l (am 17.11.1980). Die höchsten Konzentrationen treten meist im unteren Hypolimnion im Spätherbst auf. Während der Vegetationsperiode schwanken die Werte meist zwischen 0,5 und 2,5 mg/l. Der Mittelwert aus 18 Jahren liegt bei 2,0 mg/l.

Chlorophyll: Die Konzentrationen des Chlorophylls haben seit Beginn der Messungen im Jahr 1986 deutlich abgenommen. Von 1986 bis 1993 wurden Einzelmessungen in Form von Tiefenserien durchgeführt, erst ab 1994 wurden die Proben mit einem integrierenden Schöpfer genommen. Der bisher höchste



Wert von über  $14,5 \text{ mg/m}^3$  wurde im August 1986 in 5 m Tiefe gemessen. Der Mittelwert aus der Wassersäule von 0 bis 20 m betrug aber nur  $5,54 \text{ mg/m}^3$ . Die Werte ab 1994 sind Mittelwerte, die mit dem Spitzenwert von  $14,5 \text{ mg/m}^3$  nicht verglichen werden können.

Der Schwankungsbereich der Jahresmittelwerte von 1986 bis 1997 reichte von  $1,78$  bis  $3,95 \text{ mg/m}^3$ . Das höchste Monatsmittel von  $5,54 \text{ mg/m}^3$  stammte vom August 1986, das niedrigste in der Höhe von  $0,59 \text{ mg/m}^3$  vom April 1995. In Abbildung 20 sind die Jahresmittelwerte von 1986 bis 1997 dargestellt.

### Chlorophyll Jahresmittel 1986 - 1997

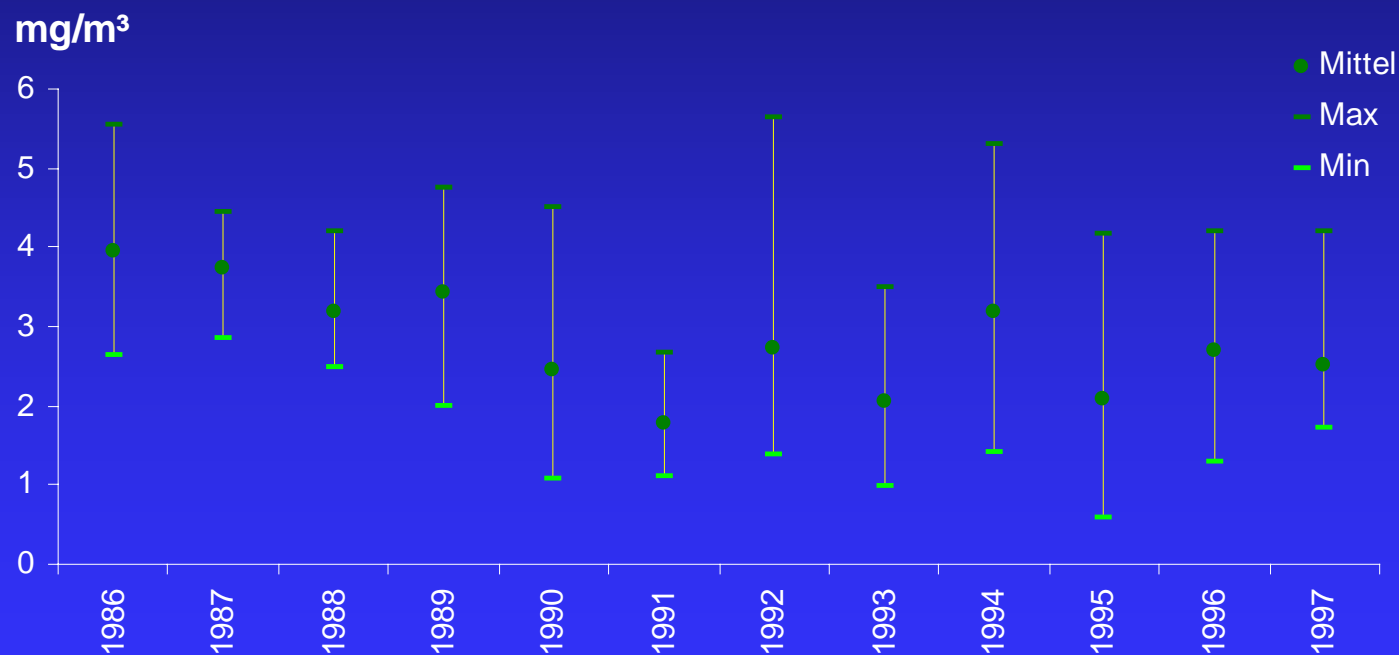


Abb. 20: Chlorophyll Jahresmittelwerte der Jahre 1986 - 1997

Phytoplankton: Auf der Suche nach möglichen Ursachen der sauerstoffzehrenden Vorgänge im Hypolimnion wurden bereits in den Jahren von 1986 bis 1989 Phytoplanktonuntersuchungen vorgenommen.

Die durchschnittliche Dichte des Phytoplanktons von 0 bis 20 m schwankte damals zwischen 160 und 574 mg/m<sup>3</sup>. Die höchsten Werte wurden meist im Spätsommer erreicht, als sich unterhalb von 10 m Tiefe eine Schicht von Cyanophyceen ausbreitete.

Das Algenspektrum umfaßte mit Ausnahme der Rhodophyceen alle Algenklassen des Süßwassers. Charakteristisch für den Irrsee ist aber der relativ hohe Anteil an Chrysophyceen vor allem an diversen *Dinobryon*-Arten, die meist gegen Ende Mai vorherrschten. Sehr häufig kam es auch im Spätsommer zu einer weiteren *Dinobryon* Entfaltung. Vor und nach der *Dinobryon*-Phase dominierten meist Diatomeen, und zwar im April und Mai *Asterionella formosa* meist in Gesellschaft mit *Fragilaria crotonensis* und im Frühsommer mit kleinen *Cyclotella* Arten und *Stephanodiscus*. Ab Juli findet man in den Schichten unter 10 m Tiefe *Oscillatoria rubescens* und in geringeren Mengen *Aphanizomenon flos aquae* und *Anabaena* sp. In den oberflächennahen Schichten beginnt meist schon im Juli eine relativ starke Entwicklung von Dinophyceen, die im August vorherrschen können (*Ceratium hirundinella*, *Peridinium willei* und *Gymnodinium helveticum*).

Das Winterplankton von 1994 war eindeutig von Diatomeen (80 %) geprägt. Es dominierten *Cyclotella* sp. und *Fragilaria crotonensis*. Von den restlichen Algen sei hier nur *Oscillatoria rubescens* erwähnt, die mit etwa 5 mg/m<sup>3</sup> (= 5 %) vertreten war.



Bereits im Februar war der Anteil der Diatomeen auf 10 % geschmolzen, und *Fragilaria crotonensis* schien überhaupt nicht mehr auf. Dafür entwickelten sich *Oscillatoria* mit 31 % sowie kleine coccale Formen und Flagellaten aus der Klasse der Chrysophyceen. Dabei halbierte sich die Biomasse von etwa 100 mg/m<sup>3</sup> auf nur mehr 53 mg/m<sup>3</sup>.

Im April blieb die Biomasse nahezu unverändert niedrig, aber es dominierte *Dinobryon divergens* mit 72 % der Gesamtbiomasse. Der Rest verteilt sich auf Chlorophyceen und Cryptophyceen. Sogar das Juliplankton war mit 68 mg/m<sup>3</sup> sehr niedrig, nur die Artenvielfalt nahm zu. Am stärksten war wieder *Cyclotella* mit 23 % vertreten, gefolgt von diversen coccalen Formen, die zusammen etwa 18 % ausmachten. Erstmals traten im Juli Dinophyceen mit *Ceratium hirundinella* und *Gymnodinium helveticum* auf und kamen auf 12 %.

Meist beginnt die volle Entfaltung des Planktons erst im Spätsommer. Von dieser Entfaltung waren im November 1994 immerhin noch 860 mg/m<sup>3</sup> übrig, die zum größten Teil aus Chlorophyceen und Chrysophyceen bestanden.



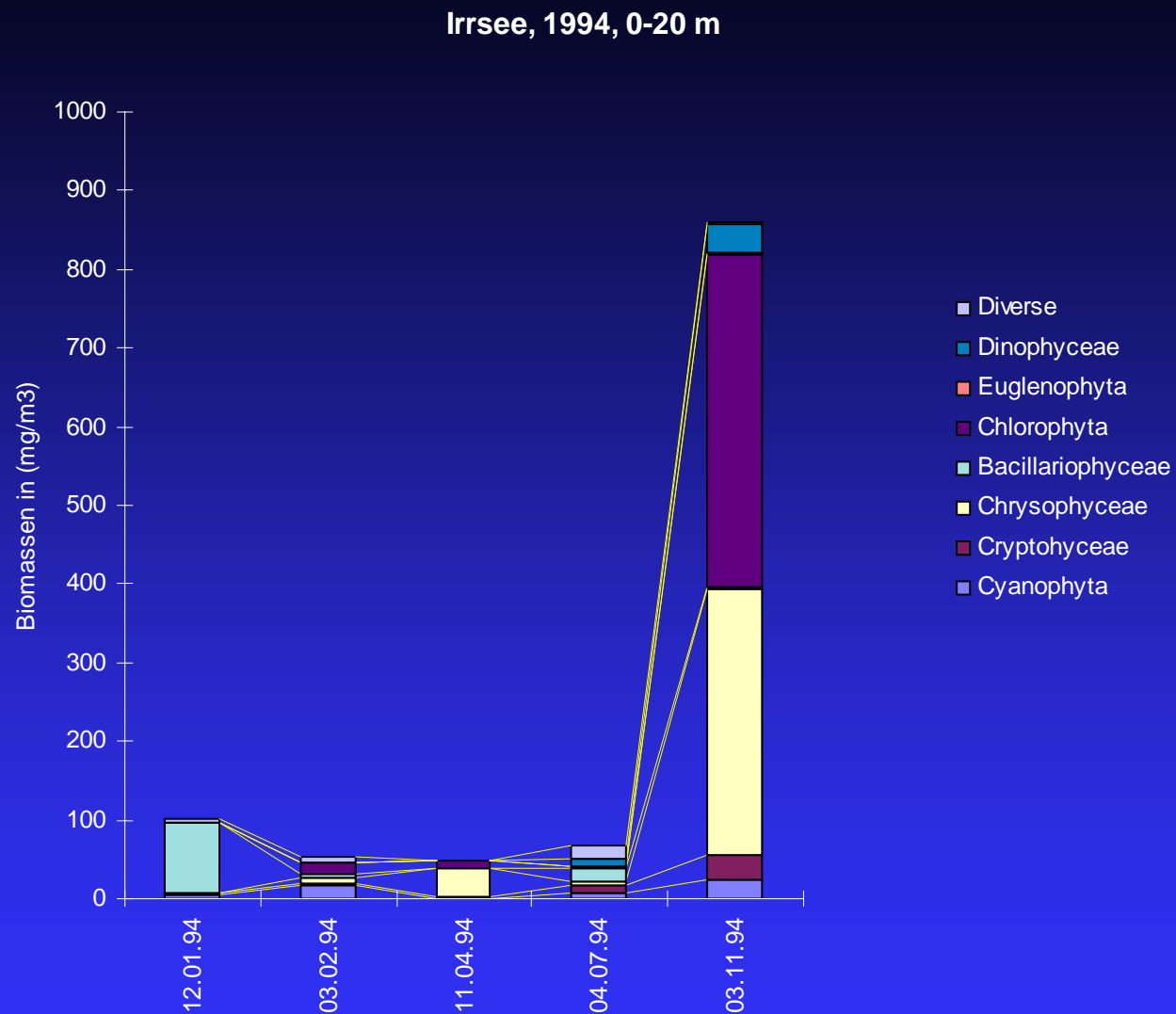


Abb. 21: Phytoplankton des Irrsees 1994



## Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Irrsee 94-01-12 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cyclotella</i> sp.	570	105386	60,1	59,6
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	35568	28,5	28,2
<i>Coccale</i> Formen	65	78936	5,1	5,1
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	25536	5,0	5,0
<i>Cryptomonas</i> sp.	380	4582	1,7	1,7
<i>Cyclotella</i> sp.	950	228	0,2	0,2
<i>Erkenia</i> sp.	35	4582	0,2	0,2
Cyanophyta			5,0	5,0
Cryptophyceae			1,7	1,7
Chrysophyceae			0,2	0,2
Bacillariophyceae			88,7	88,1
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			5,1	5,1
GESAMTBIOMASSE			100,8	



Irrsee 94-02-03 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	85500	16,8	31,6
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	65	192444	12,5	23,6
<i>Coccale</i> Formen	65	118404	7,7	14,5
<i>Bitrichia chodatii</i>	200	32074	6,4	12,1
<i>Cyclotella</i> sp.	570	9164	5,2	9,9
<i>Erkenia</i> sp.	35	59202	2,1	3,9
<i>Cryptomonas</i> sp.	380	4582	1,7	3,3
<i>Cosmarium</i> sp.	2400	228	0,5	1,0
<i>Synedra acus</i>	500	114	0,1	0,1
Cyanophyta			16,8	31,6
Cryptophyceae			1,7	3,3
Chrysophyceae			8,5	16,0
Bacillariophyceae			5,3	10,0
Chlorophyta			13,1	24,6
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			7,7	14,5
GESAMTBIOMASSE			53,0	



Irrsee 94-04-11 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Dinobryon divergens</i>	367	96201	35,3	71,9
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	65	155754	10,1	20,6
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	27486	2,7	5,6
<i>Coccale Formen</i>	65	13743	0,9	1,8
Cyanophyta				
Cryptophyceae			2,7	5,6
Chrysophyceae			35,3	71,9
Bacillariophyceae				
Chlorophyta			10,1	20,6
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			0,9	1,8
GESAMTBIOMASSE			49,1	



Irrsee 94-07-04 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cyclotella</i> sp.	570	27486	15,7	23,0
Coccale Formen	520	18324	9,5	14,0
Coccale Formen	65	138138	9,0	13,2
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	3420	8,2	12,1
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	41040	8,0	11,8
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	114	6,3	9,2
<i>Dinobryon divergens</i>	367	13743	5,0	7,4
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	228	1,9	2,8
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	13743	1,4	2,0
<i>Trachelomonas</i> sp.	5800	228	1,3	1,9
<i>Cosmarium</i> sp.	2400	228	0,5	0,8
<i>Oocystis</i> sp.	500	912	0,5	0,7
<i>Cyclotella</i> sp.	950	342	0,3	0,5
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	65	4581	0,3	0,4
<i>Anabaena spiroides</i>	30	4560	0,1	0,2
Cyanophyta			8,2	12,0
Cryptophyceae			9,6	14,1
Chrysophyceae			5,0	7,4
Bacillariophyceae			16,0	23,5
Chlorophyta			1,3	1,9
Euglenophyta			1,3	1,9
Dinophyceae			8,2	12,0
Diverse			18,5	27,2
GESAMTBIOMASSE			68,1	



Irrsee 94-11-03 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Lauterbornia</i> sp.	190	2230947	423,9	49,3
<i>Dinobryon divergens</i>	367	925362	339,6	39,5
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	456	25,0	2,9
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	110580	21,7	2,5
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	6840	16,4	1,9
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	146592	14,7	1,7
<i>Glenodinium</i> sp.	8380	1254	10,5	1,2
Coccale Formen	65	39468	2,6	0,3
<i>Anabaena spiroides</i>	30	66348	2,0	0,2
<i>Trachelomonas</i> sp.	5800	228	1,3	0,2
<i>Cosmarium</i> sp.	2400	342	0,8	0,1
<i>Merismopedia</i> sp.	30	18696	0,6	0,1
Coccale Formen	520	456	0,2	0,0
<i>Cyclotella</i> sp.	570	228	0,1	0,0
Cyanophyta			24,2	2,8
Cryptophyceae			31,1	3,6
Chrysophyceae			339,6	39,5
Bacillariophyceae			0,1	0,0
Chlorophyta			424,7	49,4
Euglenophyta			1,3	0,2
Dinophyceae			35,5	4,1
Diverse			2,8	0,3
GESAMTBIOMASSE			859,4	



# IRRSEE

Aus- fahrts- nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht- tiefe m	Seefarbe n. FU	See- grund m	Luft- temp. °C
227	09.01.97	Tiefste Stelle	-9,8	10	-31,1	-2,2
228	12.03.97	Tiefste Stelle	-7,6	11	-31,6	
229	07.04.97	Tiefste Stelle	-4,4	14	-31,8	4,8
230	06.05.97	Tiefste Stelle	-6,0	11	-31,9	18,6
231	05.06.97	Tiefste Stelle	-3,8	9 milchig grün	-31,0	20,7
232	03.07.97	Tiefste Stelle	-5,0	milchig grün	-31,3	18,7
233	05.08.97	Tiefste Stelle	-2,4	milchig grün	-32,2	21,9
234	01.09.97	Tiefste Stelle	-1,2	milchig weiß	-31,4	20,2
235	07.10.97	Tiefste Stelle	-4,5	14	-30,5	13,0
236	05.11.97	Tiefste Stelle	-6,0	11	-32,3	8,9
237	02.12.97	Tiefste Stelle	-7,4	10	-32,3	3,3



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- nummer	Datum	Witterung	Wind- stärke	Uhr- zeit	Winter- decke cm	Extink- tionsko- effizient	1 % Lichttiefe in m
227	09.01.97	bedeckt	0-1	09,30			
228	12.03.97	wolkenlos	0-	09,30			
229	07.04.97	heiter	2	09,50			
230	06.05.97	heiter	2-	11,10			
231	05.06.97	heiter	0-	10,20			
232	03.07.97	heiter, leicht bewölkt	2	09,55			
233	05.08.97	heiter	1-	10,00			
234	01.09.97	wolkenlos	1-2	10,10			
235	07.10.97	heiter	2	08,05			
236	05.11.97	föhnig	2-3	10,35			
237	02.12.97	bedeckt	3	09,45			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
227	09.01.97	-0,0	2,0	10,3	79							
		-2,0	2,2	10,1	78	8,00	290	3,05	0	6	3	3
		-5,0	2,9	9,6	77	7,95	293	3,05	0	6	2	4
		-8,0	3,1	9,6	77							
		-10,0	3,2	9,5	76	7,95	292	3,05	0	6	2	4
		-12,0	3,2	9,3	74							
		-15,0	3,3	9,0	72	7,90	292	3,05	0	5	2	3
		-20,0	3,5	9,0	72	7,90	292	3,05	0	5	2	3
		-25,0	3,6	8,9	72							
		-30,0	3,6			7,90	294	3,10	0	7	3	4
		-30,6	3,6	8,8	71	7,85	295	3,05	0	7	3	4





Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

227	09.01.97	-0,0							
		-2,0	0	371	1,5	28	3,5		
		-5,0	0	394	1,4	28	3,5		
		-8,0							
		-10,0	1	405	1,4	24	3,5		
		-12,0							
		-15,0	0	407	1,4	28	3,5		
		-20,0	0	390	1,4	37	3,6		
		-25,0							
		-30,0	4	391	1,4	32	3,7		
		-30,6	4	343	1,4	35	1,4		

**B e m e r k u n g e n :** See ist zu 6/8 zugefroren; nur bei der tiefsten Stelle ist der See offen



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
228	12.03.97	-0,0	5,5	10,4	88							
		-1,0	5,2									
		-2,0	4,3	10,7	88	7,95	287	3,00	0	5	2	3
		-3,0	4,3									
		-4,0	4,2									
		-5,0	4,2	10,5	86	7,95	289	3,00	0	6	2	4
		-8,0	4,6	10,2	85							
		-10,0	4,3	10,0	82	7,90	294	3,00	0	5	2	3
		-12,0	4,0	10,0	82							
		-15,0	3,9	9,1	74	7,85	298	3,05	0	6	2	4
		-20,0	3,9	9,0	73	7,80	300	3,10	0	6	2	4
		-25,0	3,9	8,0	65							
		-30,0	3,8	7,1	58	7,75	303	3,10	0	6	2	4
		-31,1	3,8	6,7	55	7,75	307	3,05	0	7	2	5



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

228	12.03.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	417	1,6	22	3,4		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	394	1,6	28	3,4		
		-8,0							
		-10,0	0	398	1,6	23	3,5		
		-12,0							
		-15,0	0	416	1,6	22	3,6		
		-20,0	1	399	1,6	27	4,0		
		-25,0							
		-30,0	0	413	1,6	34	4,5		
		-31,1	0	399	1,6	40	4,7		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
229	07.04.97	-0,0	5,5	10,8	91							
		-1,0	5,3									
		-2,0	5,3	10,8	91	7,95	289	3,05	0	6	2	4
		-3,0	5,3									
		-4,0	5,3									
		-5,0	5,3	10,8	91	8,00	292	3,10	0	7	2	5
		-8,0	5,3	10,8	91							
		-10,0	5,3	10,8	91	8,00	293	3,05	0	8	2	6
		-12,0	5,2	10,8	91							
		-15,0	5,2	10,8	91	8,00	293	3,10	0	7	2	5
		-20,0	5,2	10,7	90	8,00	293	3,05	0	9	2	7
		-25,0	5,2	10,7	91							
		-30,0	5,2	10,7	90	8,00	294	3,05	0	7	2	5
		-31,8	5,2	10,5	88	8,00	294	3,10	0	9	2	7



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

229	07.04.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	12	418	2,1	27	3,4		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	12	438	2,0	34	3,3		
		-8,0							
		-10,0	13	437	1,9	27	3,2		
		-12,0							
		-15,0	13	423	1,9	24	3,5		
		-20,0	12	440	1,9	36	3,5		
		-25,0							
		-30,0	13	445	2,0	24	3,4		
		-31,8	12	430	2,1	32	3,4		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
230	06.05.97	-0,0	11,0	11,1	108							
		-1,0	10,7									
		-2,0	10,6	11,4	109	8,25	295	3,10	0	7	3	4
		-3,0	10,4									
		-4,0	10,0									
		-5,0	8,8	11,6	107	8,20	297	3,10	0	7	3	4
		-6,0	8,1									
		-7,0	7,9									
		-8,0	7,0	11,6	102							
		-9,0	6,8									
		-10,0	6,5	11,3	99	8,10	298	3,05	0	8	3	5
		-12,0	6,4	11,0	95							
		-15,0	6,2	10,5	91	8,05	299	3,10	0	7	3	4
		-20,0	5,9	10,4	90	8,05	299	3,05	0	7	3	4
		-25,0	5,6	10,2	86							
		-30,0	5,6	9,5	81	7,95	300	3,10	0	10	3	7
		-31,4	5,6	9,5	81	7,80	300	3,00	0	9	3	6



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

230	06.05.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	423	1,2	13	4,0		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	428	1,2	13	3,7		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	0	414	1,2	11	3,4		
		-12,0							
		-15,0	11	420	1,2	11	3,4		
		-20,0	14	379	1,2	15	3,1		
		-25,0							
		-30,0	23	398	1,2	27	3,0		
		-31,4	23	421	1,2	29	3,7		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
231	05.06.97	-0,0	16,5	10,1	111	8,30	285	3,00	0	4	2	2
		-1,0	16,5									
		-2,0	16,1	10,1	110	8,35	288	3,05	0	4	2	2
		-3,0	15,8									
		-4,0	15,5									
		-5,0	15,3	10,1	108	8,35	293	3,10	0	5	2	3
		-6,0	14,6									
		-7,0	12,4									
		-8,0	10,7	12,0	115							
		-9,0	9,2									
		-10,0	8,5	11,3	104	8,15	298	3,10	0	7	2	5
		-12,0	7,5	11,0	98							
		-15,0	7,0	10,6	93	8,10	297	3,10	0	9	2	7
		-20,0	6,3	9,4	81	7,95	300	3,10	0	8	2	6
		-25,0	6,3	9,0	78							
		-30,0	5,8	7,9	67	7,90	302	3,10	0	7	2	5
		-30,5	5,8	7,4	63	7,85	303	3,15	0	9	3	6





Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
231	05.06.97	-0,0	6	392	2,1	11	2,1		
		-1,0							
		-2,0	8	404	1,8	12	0,4		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	11	404	1,7	10	0,6		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	6	425	1,7	11	2,8		
		-12,0							
		-15,0	0	430	1,7	10	3,6		
		-20,0	27	433	1,6	13	3,9		
		-25,0							
		-30,0	44	373	1,5	28	4,5		
		-30,5	52	392	1,5	35	4,8		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
232	03.07.97	-0,0	20,2	9,3	110	8,35	270	2,85	1	4	3	1
		-1,0	20,2									
		-2,0	20,2	9,3	110	8,30	273	2,85	1	4	2	2
		-3,0	20,2									
		-4,0	20,0									
		-5,0	19,3	9,4	110	8,25	275	2,85	0	4	2	2
		-6,0	18,0									
		-7,0	16,0									
		-8,0	14,3	10,9	114							
		-9,0	12,7									
		-10,0	11,5	11,0	109	8,15	297	3,10	0	7	2	5
		-12,0	8,5	10,3	94							
		-15,0	7,0	9,6	85	7,95	301	3,10	1	6	3	3
		-20,0	6,4	8,6	75	7,85	302	3,10	0	8	3	5
		-25,0	6,4	6,9	60							
		-30,0	6,3	5,7	50	7,75	304	3,10	1	8	3	5
		-30,8	6,1	6,1	53	7,75	304	3,15	0	8	3	5



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
232	03.07.97	-0,0	8	622	0,9	17	0,5		
		-1,0							
		-2,0	6	641	0,8	21	0,5		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	8	662	1,0	16	0,5		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	15	673	0,9	19	2,0		
		-12,0							
		-15,0	7	694	0,9	14	3,8		
		-20,0	1	516	0,9	16	4,1		
		-25,0							
		-30,0	1	657	0,9	32	5,1		
		-30,8	0	598	0,9	89	5,0		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
233	05.08.97	-0,0	20,9	9,7	117							
		-1,0	20,8									
		-2,0	20,6	9,8	116	8,40	253	2,70	1	7	3	4
		-3,0	19,8									
		-4,0	19,5									
		-5,0	18,5	9,7	111	8,30	273	2,85	0	6	3	3
		-6,0	17,8									
		-7,0	17,6									
		-8,0	16,5	9,0	99							
		-9,0	13,9									
		-10,0	12,5	9,3	94	8,05	295	3,05	0	7	3	4
		-12,0	9,1	9,4	88							
		-15,0	7,6	8,4	75	7,90	302	3,10	0	6	3	3
		-20,0	6,7	7,0	62	7,80	304	3,10	0	5	3	2
		-25,0	6,7	6,5	57							
		-30,0	6,5	5,3	46	7,70	306	3,10	1	6	3	3
		-31,7	6,2	3,9	33	7,65	308	3,15	1	7	3	4



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>2+</sup>	SiO <sub>2</sub>	Ges. Härte	KMnO <sub>4</sub>
		m	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/l	mg/m <sup>3</sup>	mg/l	°dH	mg/l

233	05.08.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	2	312	1,0	14	1,0		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	6	333	1,0	26	1,2		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	27	403	1,0	24	2,0		
		-12,0							
		-15,0	0	441	1,0	20	3,6		
		-20,0	0	464	1,0	17	4,0		
		-25,0							
		-30,0	0	429	1,0	32	4,8		
		-31,7	7	428	1,0	81	5,5		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
234	01.09.97	-0,0	20,5	10,2	122							
		-1,0	20,5									
		-2,0	20,5	10,3	122	8,30	239	2,50	0	7	2	5
		-3,0	20,4									
		-4,0	20,4									
		-5,0	20,3	10,2	121	8,30	241	2,60	0	8	2	6
		-6,0	19,2									
		-7,0	17,4									
		-8,0	16,0	8,4	92							
		-9,0	14,0									
		-10,0	12,2	8,1	81	7,95	295	3,10	0	8	2	6
		-12,0	8,7	8,3	77							
		-15,0	7,5	7,1	64	7,80	302	3,15	0	6	2	4
		-20,0	6,6	5,3	47	7,70	304	3,10	0	7	2	5
		-25,0	6,6	4,7	41							
		-30,0	6,4	2,2	20	7,60	306	3,15	0	7	3	4
		-30,9	6,4	1,9	16	7,55	308	3,20	0	9	3	6



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

234	01.09.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	192	1,1	24	1,0		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	187	0,8	21	1,0		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	34	407	1,1	2,3			
		-12,0							
		-15,0	0	450	1,2	30	3,9		
		-20,0	0	447	1,2	45	4,7		
		-25,0							
		-30,0	23	336	1,3	146	6,1		
		-30,9	34	386	1,3	167	6,2		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
235	07.10.97	-0,0	15,1	9,6	103							
		-2,0	15,3	9,5	102	8,30	256	2,55	0	6	2	4
		-3,0	15,3									
		-4,0	15,3									
		-5,0	15,3	9,5	102	8,30	259	2,60	0	9	2	7
		-6,0	15,3									
		-7,0	15,3									
		-8,0	15,2	9,4	101							
		-9,0	14,9									
		-10,0	12,9	6,9	70	7,90	300	3,00	0	7	2	5
		-12,0	8,7	6,8	63							
		-15,0	7,3	5,2	46	7,80	316	3,15	0	5	2	3
		-20,0	6,8	3,8	34	7,70	318	3,15	0	5	2	3
		-25,0	6,7	2,6	23							
		-30,0	6,3	1,8	16	7,60	319	3,15	0	9	2	7





Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>2+</sup>	SiO <sub>2</sub>	Ges. Härte	KMnO <sub>4</sub>
		m	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/l	mg/m <sup>3</sup>	mg/l	°dH	mg/l

235	07.10.97	-0,0							
		-2,0	16	199	0,8	20	0,6		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	16	92	0,8	17	0,6		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	48	337	0,8	16	2,2		
		-12,0							
		-15,0	0	462	0,8	22	4,4		
		-20,0	0	404	0,8	35	5,0		
		-25,0							
		-30,0	16	394	0,8	180	6,0		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
236	05.11.97	-0,0	8,5	9,4	86							
		-2,0	8,5	9,4	86	8,10	275	2,85	0	6	3	3
		-5,0	8,5	9,3	85	8,10	275	2,85	0	8	3	5
		-6,0	8,5									
		-7,0	8,5									
		-8,0	8,5	9,2	84							
		-9,0	8,5									
		-10,0	8,5	9,2	84	8,05	276	2,85	0	7	3	4
		-12,0	8,5	9,2	84							
		-15,0	7,2	4,3	38	7,70	307	3,15	0	6	3	3
		-20,0	6,4	2,3	20	7,55	309	3,20	0	7	3	4
		-25,0	6,4	1,8	15							
		-30,0	6,2	0,7	6	7,55	311	3,20	0	16	4	12
		-31,8	6,2	0,6	5	7,60	312	3,20	1	14	4	10



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

236	05.11.97	-0,0							
		-2,0	13	295	1,4	15	1,4		
		-5,0	11	291	1,4	23	1,3		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	12	294	1,7	26	1,5		
		-12,0							
		-15,0	1	414	2,3	29	4,7		
		-20,0	0	422	2,3	54	5,7		
		-25,0							
		-30,0	58	275	2,3	232	6,5		
		-31,8	75	283	2,3	283	6,7		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
237	02.12.97	-0,0	6,2	8,3	72							
		-2,0	6,2	8,2	71	7,95	285	2,95	0	7	2	5
		-5,0	6,2	8,3	72	7,95	286	2,95	0	7	2	5
		-8,0	6,2	8,2	71							
		-9,0	6,2									
		-10,0	6,2	8,3	72	7,95	286	2,95	0	6	2	4
		-12,0	6,2	8,3	72							
		-15,0	6,2	8,2	71	7,95	286	2,95	0	7	2	5
		-20,0	6,2	8,2	71	7,95	287	2,95	0	10	2	8
		-25,0	6,2	6,7	58							
		-30,0	6,3	0,9	8	7,60	307	3,15	1	16	4	12
		-31,8	6,3	0,9	8	7,60	309	3,15	0	18	4	14



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

237	02.12.97	-0,0							
		-2,0	9	324	1,5	26	2,7		
		-5,0	8	273	1,5	23	2,6		
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	11	333	1,6	18	2,6		
		-12,0							
		-15,0	9	306	1,6	16	2,6		
		-20,0	9	305	1,6	14	2,7		
		-25,0							
		-30,0	38	303	1,6	80	6,0		
		-31,8	127	243	1,6	295	6,8		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

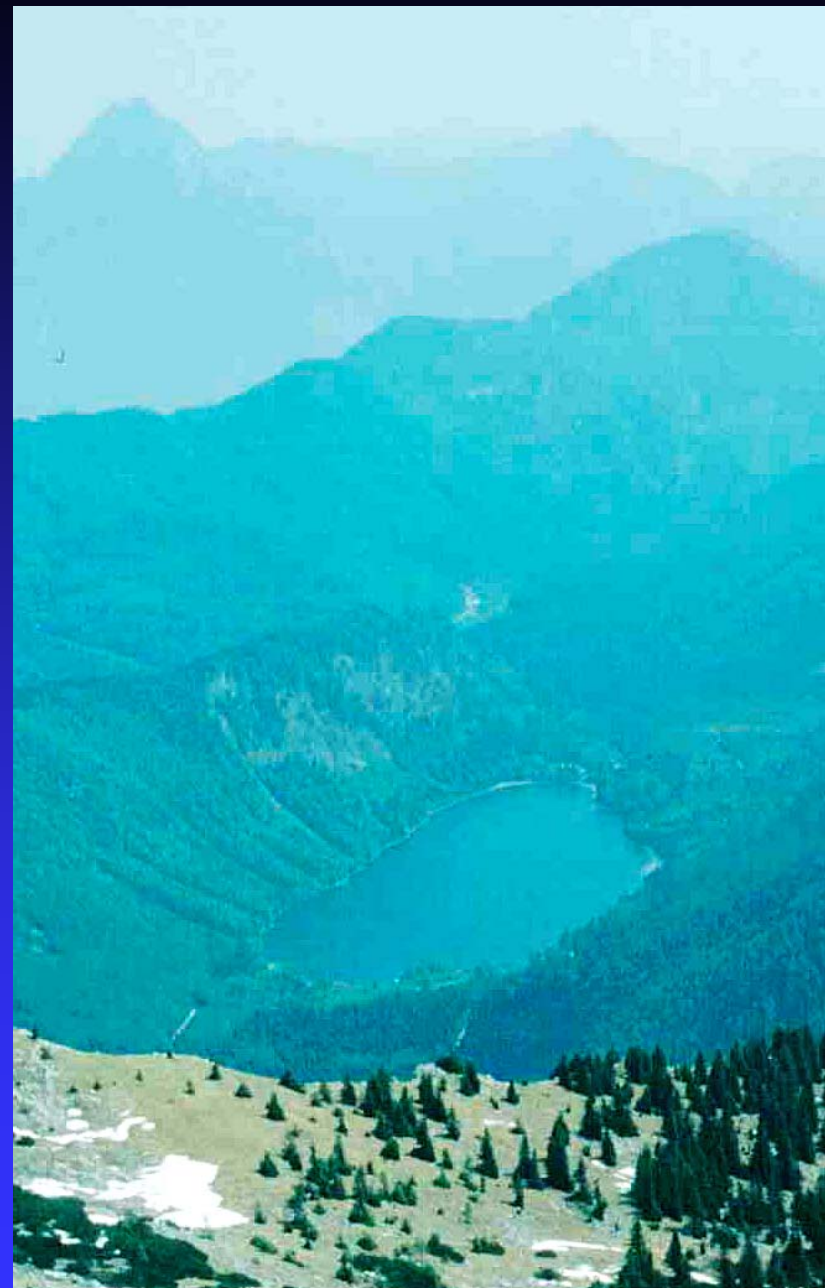
# Vorderer Langbathsee



Inhalt

## Allgemeine Beurteilung

Der Vordere Langbathsee (in Folge einfach als Langbathsee bezeichnet) liegt bei etwa  $47^{\circ} 50' \text{ n. B.}$  und  $13^{\circ} 41' \text{ ö. L.}$  in einer von Westen nach Osten verlaufenden Senke am Fuße des Höllegebirges, das sich zwischen Attersee und Traunsee erstreckt. Er ist von Mischwäldern umgeben und wird im Süden von den steilen Dolomitenfelsen des Höllkogels und Feuerkogels und im Norden vom Signalkogel, der aus einer Überschiebung des Bajuvarikums entstanden ist, eingerahmt. Der Hauptzufluß ist der Pfrillenbach (Abfluß des Hinteren Langbathsees), daneben gibt es noch einige kleine Zubringer, die aber nur sporadisch Wasser führen. Der See wird durch den Langbathbach entwässert, der in Ebensee in die Traun mündet, kurz bevor sie den Traunsee erreicht.





Die West- und Ostufer weisen einen schmalen Schilfgürtel auf, während Nord- und Südufer mehr oder weniger steinig sind. Der See ist wegen der schönen Lage und dem klaren Wasser ein sehr beliebtes Ausflugsziel, das vor allem im Sommer wegen der ansprechenden Badetemperaturen von zahlreichen Badegästen aufgesucht wird.





Die im Verhältnis zur Oberfläche große Tiefe des Sees bringt mit sich, daß die tiefsten Schichten des Sees bei der Durchmischung manchmal nicht voll erfaßt werden und so eine stagnierende Zone mit niedrigerer Sauerstoffsättigung entsteht. Im Untersuchungsjahr konnte jedoch eine Volldurchmischung beobachtet werden.

Aufgrund der niedrigen Nährstoffkonzentration und der relativ schwachen Algenproduktion kann der Langbathsee als oligotroph eingestuft werden.

Langbathsee	Bereich	n	Mittelwert der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	2		4,8	23,3
Sichttiefe		2		10,4	11,0
Ges.-P. Phosphor (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m		2,8	2,0	4,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		2,0	3,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	2		7,7	11,3
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		3,0	9,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2	4,5	2,0	11,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2			
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		1,4	2,1

Charakteristische Werte aus dem Jahr 1994

Untersuchungen am 16. März und 4. August 1994



Sichttiefe: Trotz der einsetzenden Schneeschmelze war am Probennahmetermin im März 1994 die Sichttiefe relativ hoch (10,4 m). Bei der Untersuchung im August konnten sogar 11,0 m festgestellt werden. Im August 1979 waren es nur 8,4 m.

Temperatur: Bei der Untersuchung am 16.03.94 war die Frühjahrszirkulation fast abgeschlossen. Zwischen Oberfläche und Grund lagen nur 0,7 °C Differenz (Oberfläche 4,8 °C, Grund 4,1 °C). Ob der See nach der Herbstzirkulation mit einem Sauerstoffdefizit in die Winterstagnation übergang, kann hier nicht bestätigt werden.

Das Epilimnion erwärmte sich im Sommer sehr rasch auf mehr als 23,0 °C und erreichte im August eine Dicke von etwa 5 m. Bis 8 m Tiefe gab es einen steilen Temperaturabfall auf 12,0 °C, der bis zur Tiefenschicht immer mehr abflachte und schließlich bei 6,0 °C endete.

Sauerstoff: Am 16.03.94, zur Zeit der Frühjahrszirkulation, war der See bis 15 m Tiefe zu 100 % mit Sauerstoff gesättigt. Unter 15 m sank die Sättigung auf einen Mittelwert von knapp 97 % ab, das Minimum lag bei 94 % in 31 m Tiefe. Man kann also von einer gelungenen Vollzirkulation sprechen.

Im Sommer konnte an der Oberfläche zwischen 0 und 2 m eine leichte Übersättigung von 108 bis 109 % festgestellt werden. Diese Übersättigung vergrößerte sich bis 5 m Tiefe auf 139 % und nahm mit zunehmender Tiefe



langsam ab. Zwischen 15 und 20 m ging die Übersättigung allmählich in ein Sauerstoffdefizit über, das sein Maximum in 31 m mit einer Konzentration von 7,7 mg/l und einer Sättigung von 67 % erreichte.

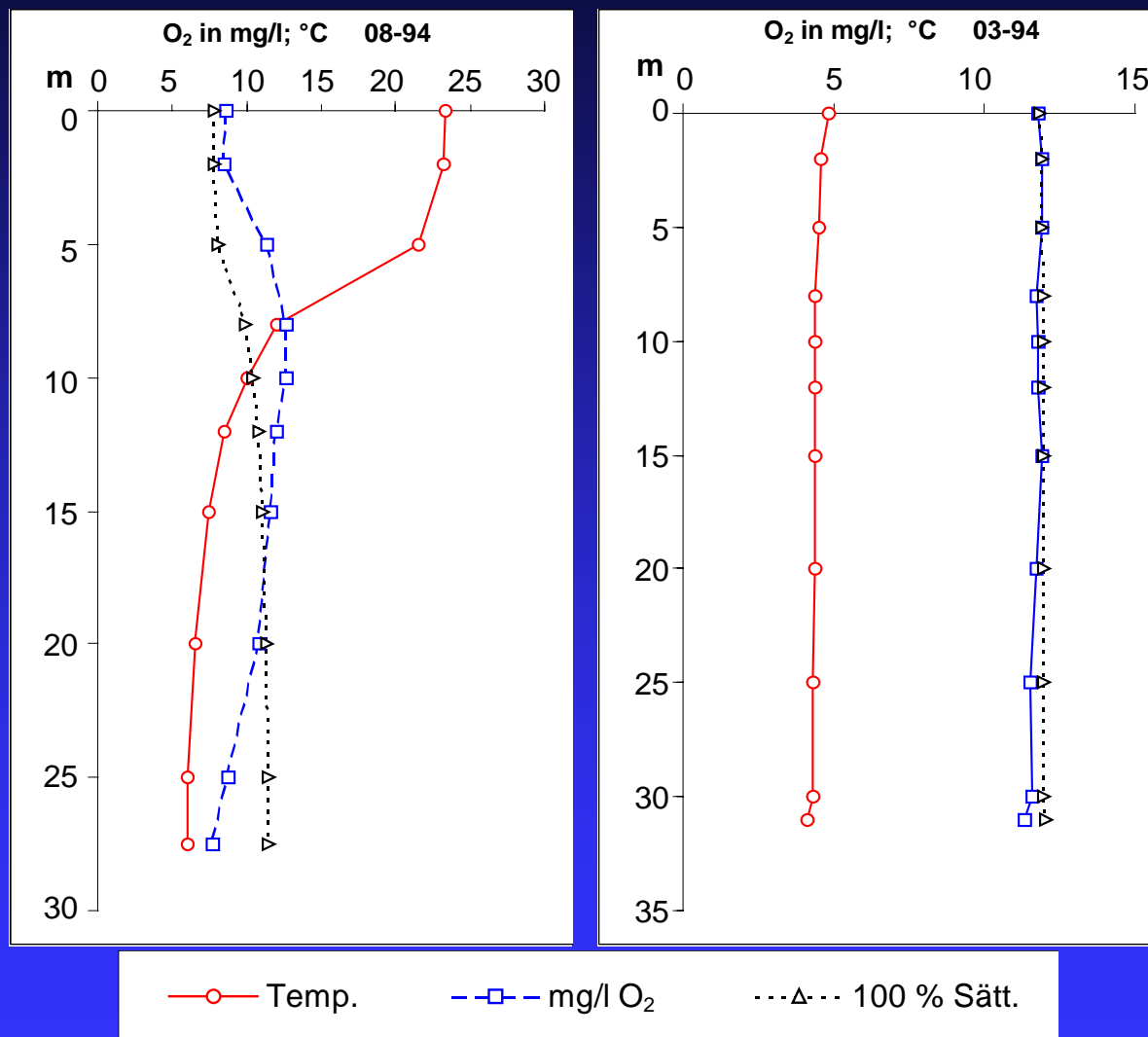


Abb. 1: Verlauf von Temperatur und Sauerstoff a) März 1994, b) August 1994

Leitfähigkeit: Die Leitfähigkeit nahm im März trotz der Durchmischungsphase von der Oberfläche bis zum Grund leicht zu (234 bis 242  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Im Sommer konnte eine deutlichere Differenzierung beobachtet werden, von 204  $\mu\text{S}/\text{cm}$  an der Oberfläche bis 257  $\mu\text{S}/\text{cm}$  über Grund.

pH-Wert: Beim pH-Wert waren die Unterschiede zwischen Oberflächenprobe und Grundprobe stärker ausgeprägt als bei der Leitfähigkeit. Im März lag der Schwankungsbereich zwischen 8,15 und 7,90, im August zwischen 8,50 und 7,85. Zum Vergleich die Werte vom August 1979 (MÜLLER 1982): 8,20 bis 8,10.

Alkalinität: Die Alkalinität war im März relativ konstant (2,40 bis 2,45 mval/l). Im August vergrößerte sich der Abstand von der Oberfläche bis zum Grund von 2,05 mval/l auf 2,55 mval/l, das entspricht einer Carbonathärte von 5,7 bis 7,1  $^{\circ}\text{dH}$ . Im August 1979 wurden zwischen 0 und 5 m 7,3 bis 7,6  $^{\circ}\text{dH}$  und im Hypolimnion 8,3 bis 8,8  $^{\circ}\text{dH}$  festgestellt.

Gesamt-Phosphor: Die Phosphorkonzentrationen haben sich gegenüber 1979 deutlich verringert. Schon die Märzprobe, die am Ende der Vollzirkulation genommen wurde, läßt erkennen, daß die Phosphorkonzentration mit einem Mittelwert aus der gesamten Wassersäule von nur 2,7  $\text{mg}/\text{m}^3$  äußerst niedrig



war. Selbst das Hypolimnion der Serie vom August zeigte keine wesentlich höheren Konzentrationen an. Die höchsten Werte von  $4 \text{ mg/m}^3$  stammten jeweils aus einer Tiefe von 15 m (vergleiche dazu Abbildung 2).

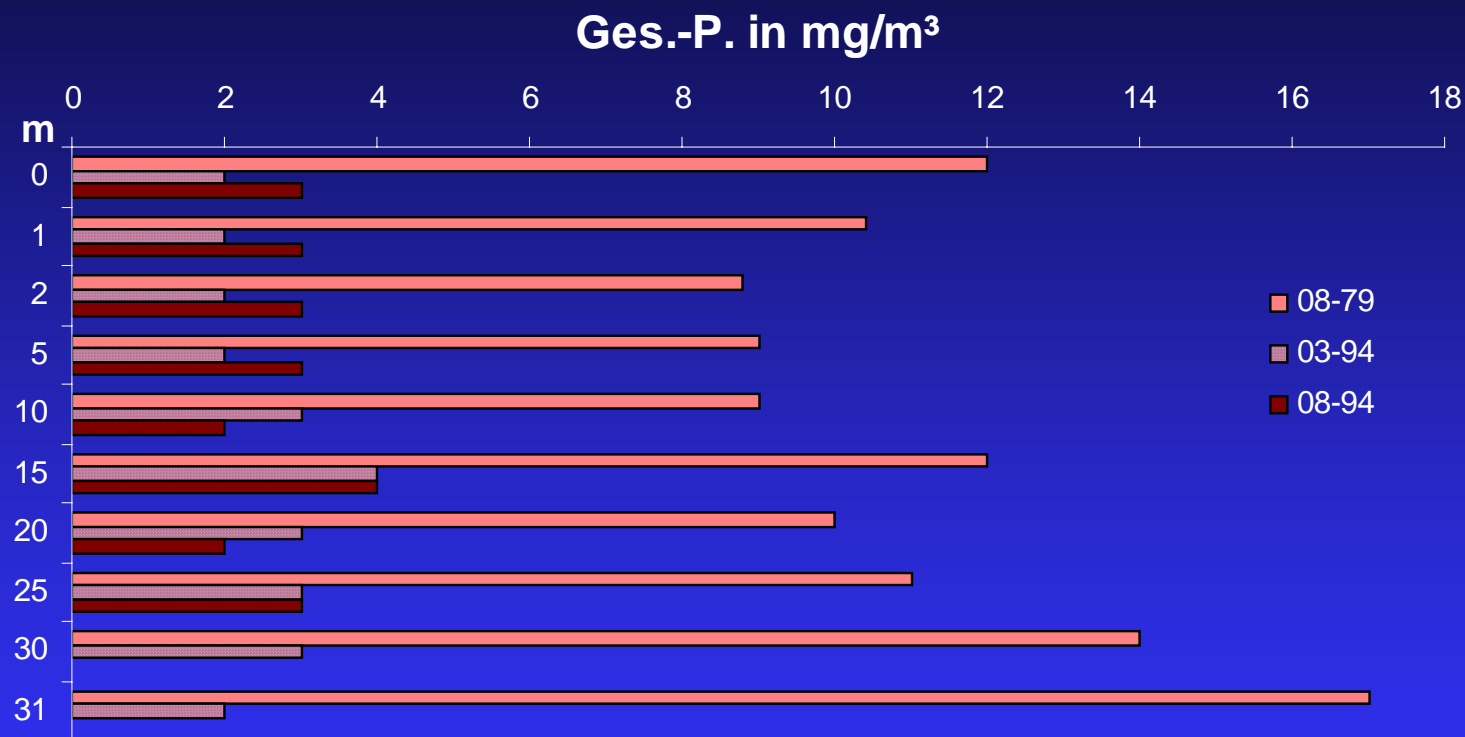


Abb. 2: Konzentrationen des Gesamt-Phosphors von 1994 im Vergleich zu den Werten vom August 1979

Ammonium-Stickstoff: Auch die Ammoniumkonzentrationen haben gegenüber 1979 leicht abgenommen. Der Ammoniumgehalt war mit 0,004 bis 0,03 mg/l (als  $\text{N-NH}_4$  ausgedrückt: 3 bis 23  $\text{mg/m}^3$ ) schon 1979 relativ gering. Am Ende der Durchmischungsphase im März 1994 betrug die mittlere Konzentration etwa 2  $\text{mg/m}^3$ , nur in der Probe über Grund wurden 3  $\text{mg/m}^3$  gemessen.

Im August stieg die Konzentration in Oberflächennähe auf 11  $\text{mg/m}^3$  an und nahm dann bis zu einer Tiefe von 20 m konstant bis 4  $\text{mg/m}^3$  ab. Erst in Grundnähe gab es wieder einen Anstieg auf 9  $\text{mg/m}^3$ .

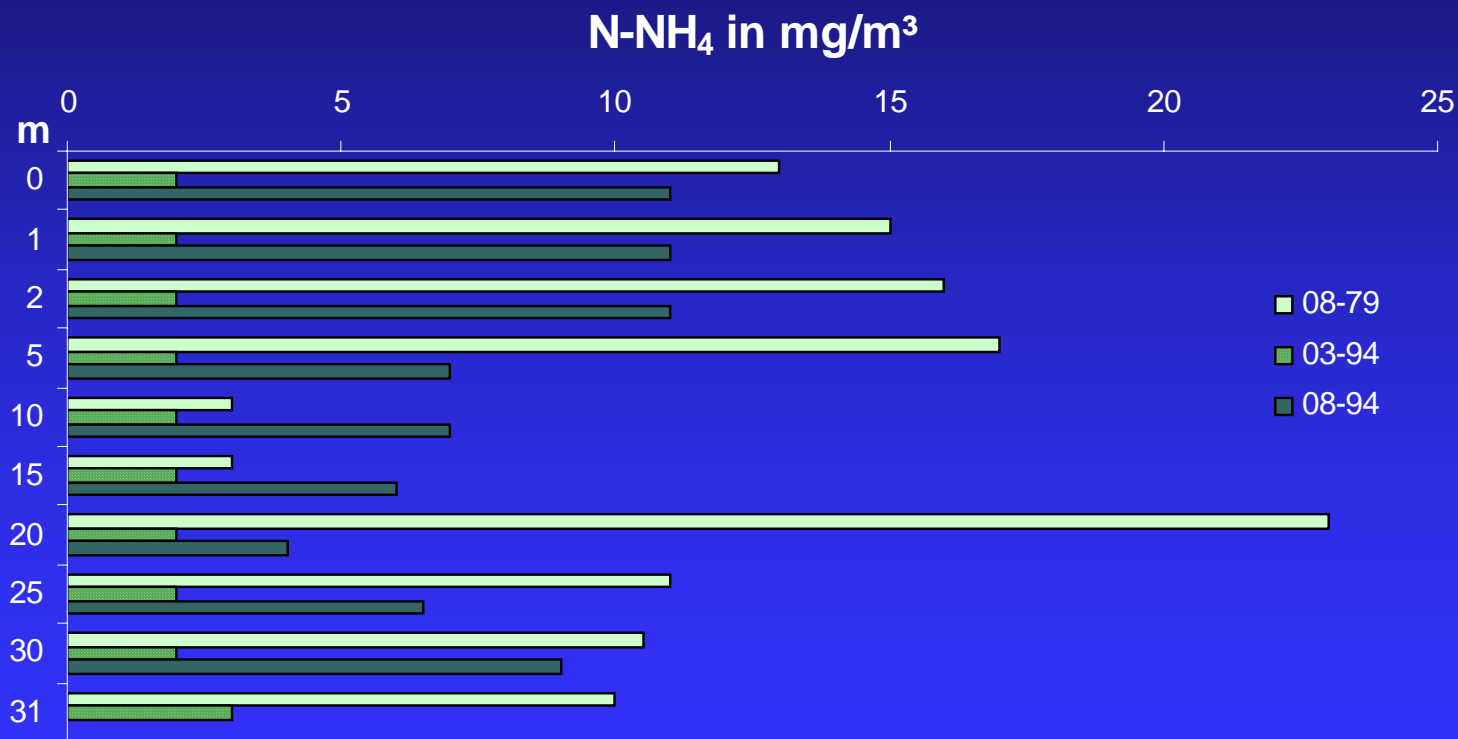


Abb. 3: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs von 1994 im Vergleich zu den Werten vom August 1979

Nitrat-Stickstoff: Zur Zeit der Vollzirkulation gab es nur relativ geringe Konzentrationsunterschiede zwischen Oberfläche und Grund. Bei der Untersuchung im März 1994 wurden an der Oberfläche 759 mg/m<sup>3</sup> gemessen. Die Konzentrationen stiegen bis 10 m Tiefe leicht an und erreichten dort das Maximum von 817 mg/m<sup>3</sup>. Ab 10 m Tiefe ging die Konzentration wieder etwas zurück und landete schließlich bei 775 mg/m<sup>3</sup> in 31 m Tiefe.

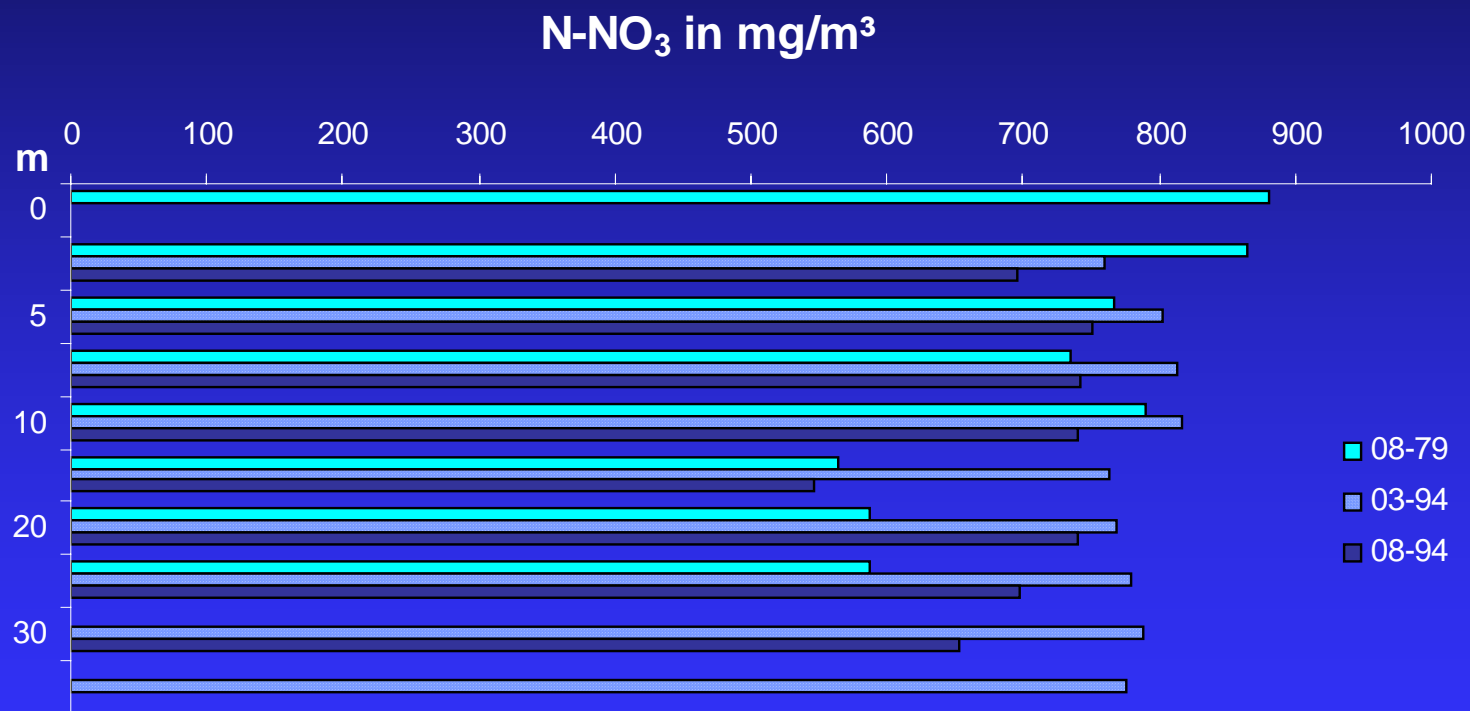


Abb. 4: Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs von 1994 im Vergleich zu den Werten vom August 1979

Die Konzentrationen vom August lagen erwartungsgemäß etwas unter den Werten vom März, an der Oberfläche bei 696 mg/m<sup>3</sup>. Die Konzentrationen stiegen aber zuerst leicht an und fielen dann bis 15 m Tiefe auf den bisher niedrigsten Wert zurück (547 mg/m<sup>3</sup>).

Bei einem Vergleich der Werte vom August 1979 (MÜLLER 1982) mit jenen vom August 1994 fällt auf, daß sie in den Spannweiten zwar unterschiedlich waren, ihre Mittelwerte aber relativ nahe beieinander lagen; 1979: 722 mg/m<sup>3</sup>, 1994: 696 mg/m<sup>3</sup>.

Die Nitratwerte aus MÜLLER wurden auf N-NO<sub>3</sub> Werte umgerechnet und in die gleichen Tiefenstufen interpoliert.

Chlorid: Das Chlorid war in keiner Tiefenstufe nachweisbar.

Silikat: Im März 1994 war das Silikat von der Oberfläche bis zum Grund gleichmäßig verteilt. Die Konzentrationen lagen bei 1,3 mg/m<sup>3</sup>. Im August stiegen die Konzentrationen von 0,3 - 0,4 mg/l im Oberflächenbereich auf 2,0 mg/l über Grund an.

Chlorophyll: Da für diesen See keine Phytoplanktondaten zur Verfügung stehen, muß das Chlorophyll diese biologische Größe ersetzen. Leider gibt es aber auch vom Chlorophyll nur die beiden Werte vom März und August 1994,





da bei den Untersuchungen von 1979 die beiden biologischen Parameter noch nicht am Untersuchungsprogramm standen.

Entsprechend der geringen Belastung des Langbathsees mit Pflanzennährstoffen dürfte jedoch die Algenproduktion eher gering gewesen sein. Die Chlorophyllkonzentrationen betrugen für den März 1994 1,4 mg/m<sup>3</sup> und für den August 2,1 mg/m<sup>3</sup>.

## Vorderer LANGBATHSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. ° C	
1	16.03.94	Tiefste Stelle	-11,0	7		-31,5	
2	04.08.94	Tiefste Stelle	-10,4	5		-28,7	
Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
1	16.03.94	stark bewölkt, Regen	2	09,05			
2	04.08.94	heiter	0	08,45			



Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
1	16.03.94	-0,0	4,8	11,8	100							
		-1,0	4,7									
		-2,0	4,6	11,9	100	8,15	234	2,40	0	2	1	1
		-3,0	4,5									
		-4,0	4,5									
		-5,0	4,5	11,9	100	8,10	237	2,40	0	2	1	1
		-8,0	4,4	11,7	98							
		-10,0	4,4	11,8	99	8,10	237	2,45	0	3	1	2
		-12,0	4,4	11,8	99							
		-15,0	4,4	11,9	99	8,05	237	2,40	0	4	1	3
		-20,0	4,4	11,7	98	8,05	238	2,45	0	3	1	2
		-25,0	4,3	11,5	96							
		-30,0	4,3	11,6	97	8,05	241	2,45	0	3	1	2
		-31,0	4,1	11,3	94	7,90	242	2,45	0	2	2	0



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

1	16.03.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	2	759	0,0		1,3		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	2	802	0,0		1,3		
		-8,0							
		-10,0	2	817	0,0		1,4		
		-12,0							
		-15,0	2	763	0,0		1,3		
		-20,0	2	769	0,0		1,3		
		-25,0							
		-30,0	2	788	0,0		1,3		
		-31,0	3	775	0,0		1,4		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
2	04.08.94	-0,0	23,3	8,6	109							
		-1,0	23,2									
		-2,0	23,2	8,5	108	8,50	204	2,05	0	3	1	2
		-3,0	23,1									
		-4,0	22,9									
		-5,0	21,5	11,3	139	8,50	212	2,20	0	3	1	2
		-6,0	17,6									
		-7,0	14,0									
		-8,0	12,0	12,7	128							
		-9,0	11,0									
		-10,0	10,0	12,6	121	8,25	243	2,45	0	2	1	1
		-12,0	8,5	12,0	111							
		-15,0	7,5	11,6	105	8,15	246	2,50	0	4	1	3
		-20,0	6,5	10,8	95	8,10	247	2,45	0	2	1	1
		-25,0	6,0	8,8	77							
		-27,8	6,0	7,7	67	7,85	257	2,55	0	3	1	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

2	04.08.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	11	696	0,0		0,4		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	7	750	0,0		0,3		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	7	740	0,0		0,6		
		-12,0							
		-15,0	6	547	0,0		0,8		
		-20,0	4	741	0,0		1,1		
		-25,0							
		-27,8	9	653	0,0		2,0		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

# Mondsee

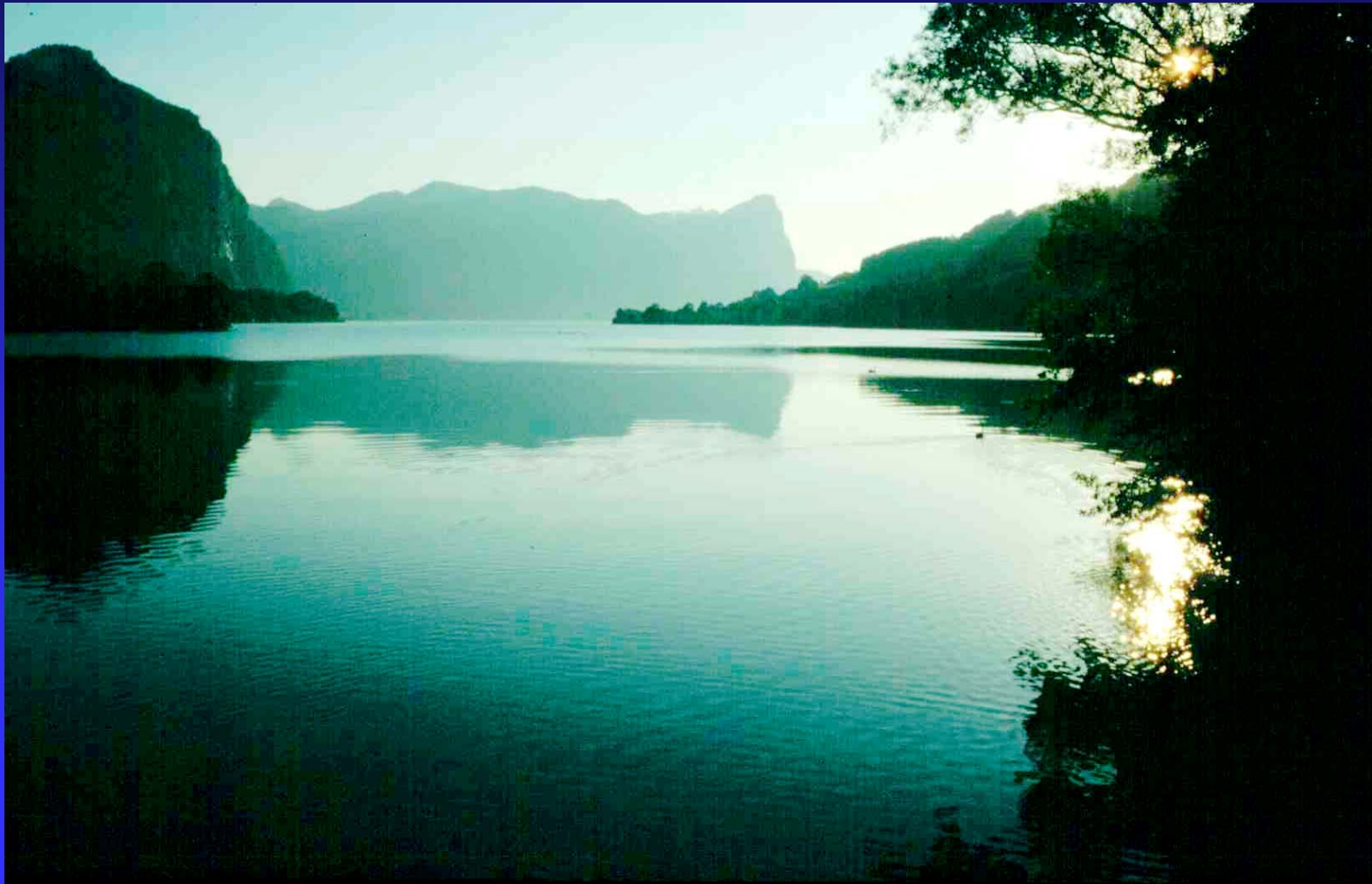


Inhalt



## Allgemeine Beurteilung

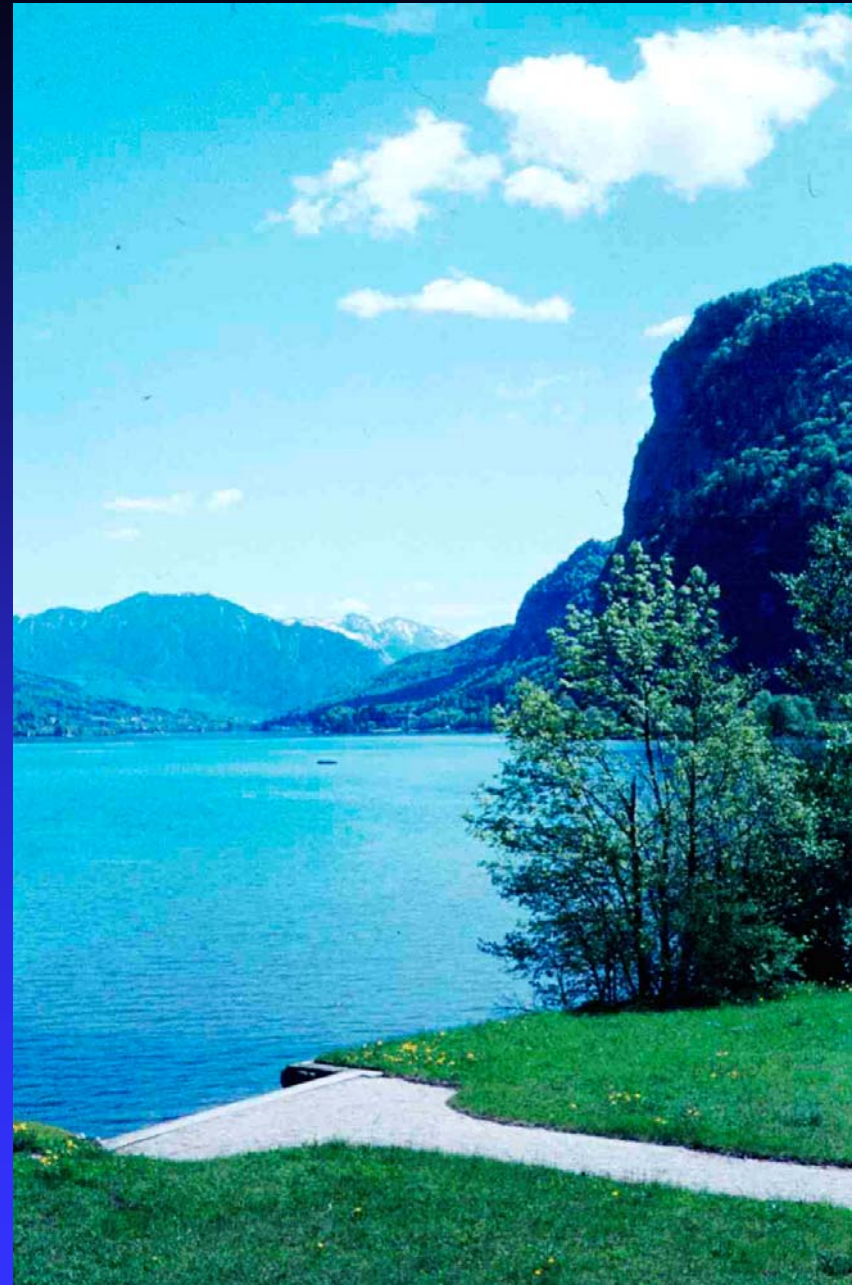
Der Mondsee ist der mittlere einer Kette von größeren Seen im Flußgebiet Ager - Traun. Er liegt zwischen  $47^{\circ} 48'$  und  $47^{\circ} 51'$  n. B. und zwischen  $13^{\circ} 21'$  und  $13^{\circ} 22'$  und  $13^{\circ} 27'$  ö. L. am Nordrand der nördl. Kalkalpen. Entlang des Nord-Ostufers und im Westen erstrecken sich die sanften Hügel der Flyschzone,



während im Süden die steilen Felsen des Schafberges in den See abfallen. Die Seewanne liegt in einem Talnetz, das durch eine große tektonische Störungszone zwischen Alpennordrand und Flyschzone vorgeformt und durch den Tiefenschurf des Gletschers während der Eiszeit übertieft wurde.

Der Mondsee hat drei größere Zuflüsse: die Fuschler Ache, die den Fuschlsee entwässert, die Zeller Ache (Ausrinn des Zeller- oder Irrsees) und die Wangauer Ache. Sie bringen etwa 70 % der gesamten Wasserfracht. Daneben gibt es noch acht kleinere, stets wasserführende Bäche. Entwässert wird der Mondsee über die Seeache zum nur 4 km entfernten Attersee, dessen Hauptzufluß sie darstellt.

Der Mondsee ist einer der wärmsten Salzkammergutseen. Die obersten Wasserschichten erwär-





men sich im Sommer meist auf 20,0 bis 22,0 °C, bisweilen auch darüber. Im Dezember beginnt sich der Wasserkörper zu durchmischen.

Diese Phase dauert meist bis Anfang April. Eine Winterstagnation tritt, wenn überhaupt, nur für wenige Wochen ein. Vollständige Eisbedeckung ist aufgrund der West-Ostlage des Sees und der aus dieser Richtung vorherrschenden Winde sehr selten.

Dank der in den 70er Jahren erbauten Kläranlage und der sukzessiven Einbindung aller Gemeinden des Mondseelandes an das öffentliche Kanalnetz hat sich die Nährstoffzufuhr verringert und die Sauerstoffsituation im Hypolimnion gegenüber den 70er Jahren deutlich gebessert.

Das Umland wird zum größten Teil landwirtschaftlich genutzt, die wichtigste Erwerbsquelle des Mondseelandes ist aber der Frem-



denverkehr, der sich auf wenige Monate im Sommer konzentriert. Aufgrund der niedrigen Konzentrationen an Nährstoffen und Chlorophyll liegt der Mondsee nunmehr im Grenzbereich zwischen dem oligotrophen und mesotrophen Seentyp.







Mondsee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	213	11,1	1,3	24,7
Sichttiefe		216	6,1	1,6	12,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	209	10,4	0,0	22,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	209	31,0	5,0	347,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	209	6,1	0,0	12,6
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	209	69,0	0,0	730,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0- 20m	212	8,4	0,0	61,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0- 20m	12	115,7	3,1	323,5
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0- 20m	112 *	5,44	0,4	17,8
* = 1981 - 1985		260 **	3,12	0,3	9,4
** = 1986 - 1997					

### Charakteristische Werte der Zeitreihe 1980 - 1997

Sichttiefe: Zu Beginn der Messungen im Jahre 1968 waren die Sichttiefen sehr gering. Die Jahresmittelwerte schwankten im Zeitraum bis 1979 zwischen 3,4 und 4,4 m. Die wichtigste effektive Verbesserung trat 1980 ein, als die mittlere Sichttiefe von 3,5 m auf 5,5 m anstieg. Von 1980 an verbesserte sich die Sichttiefe wellenförmig - von einigen Rückschlägen abgesehen - allmählich, bis ein Durchschnitt zwischen 6,0 und 7,0 m erreicht wurde. Die Abbildung 1 zeigt die Jahresmittelwerte seit 1968. In der obigen Zusammenstellung der wichtigsten Daten wurden nur die Werte seit 1980 berücksichtigt.



## Sichttiefen im Mondsee

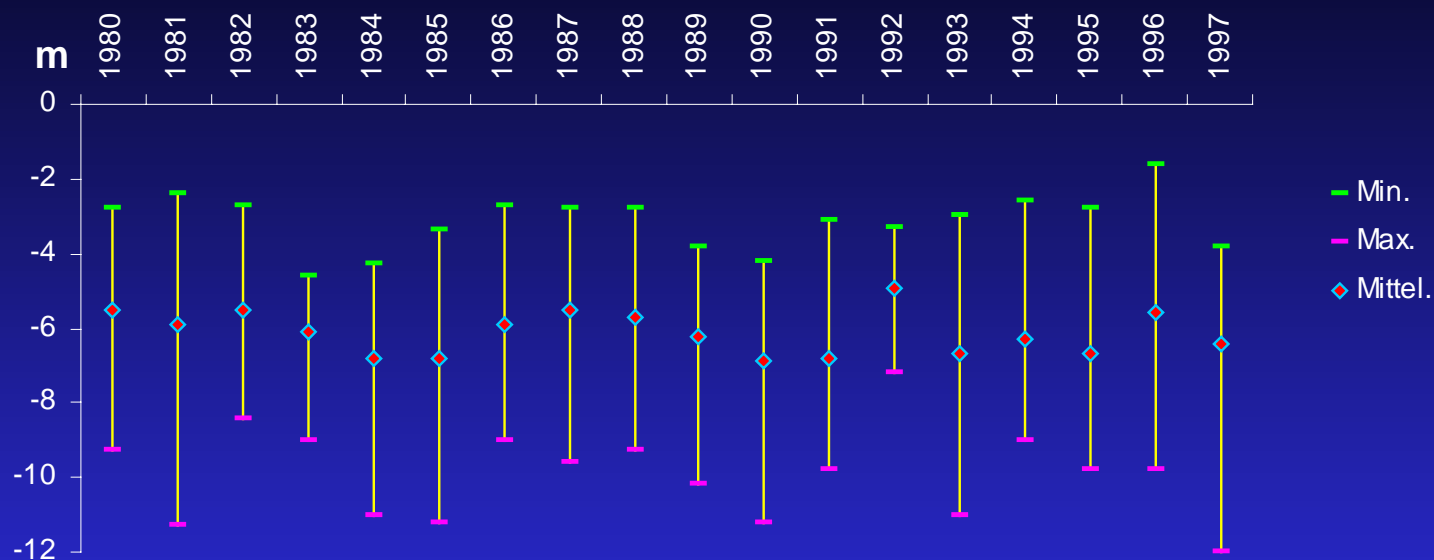


Abb. 1: Jahresmittelwerte der Sichttiefen am Mondsee von 1980 bis 1997

Temperatur: Der Mondsee ist aufgrund seiner Lage den aus westlichen und östlichen Richtungen kommenden Winden vollkommen ausgesetzt. Daher gibt es im Winter nur sehr selten eine geschlossene Eisdecke, und im Sommer bildet sich ein sehr unterschiedlich dickes Epilimnion aus, das meist bis in 6 bis 12 m Tiefe reicht und sich oft nur unscharf gegen das Metalimnion abgrenzt. Der See beginnt normalerweise Ende Dezember bis Anfang Jänner mit der Vollzirkulation und beendet sie gegen Ende März, oft auch erst im April.



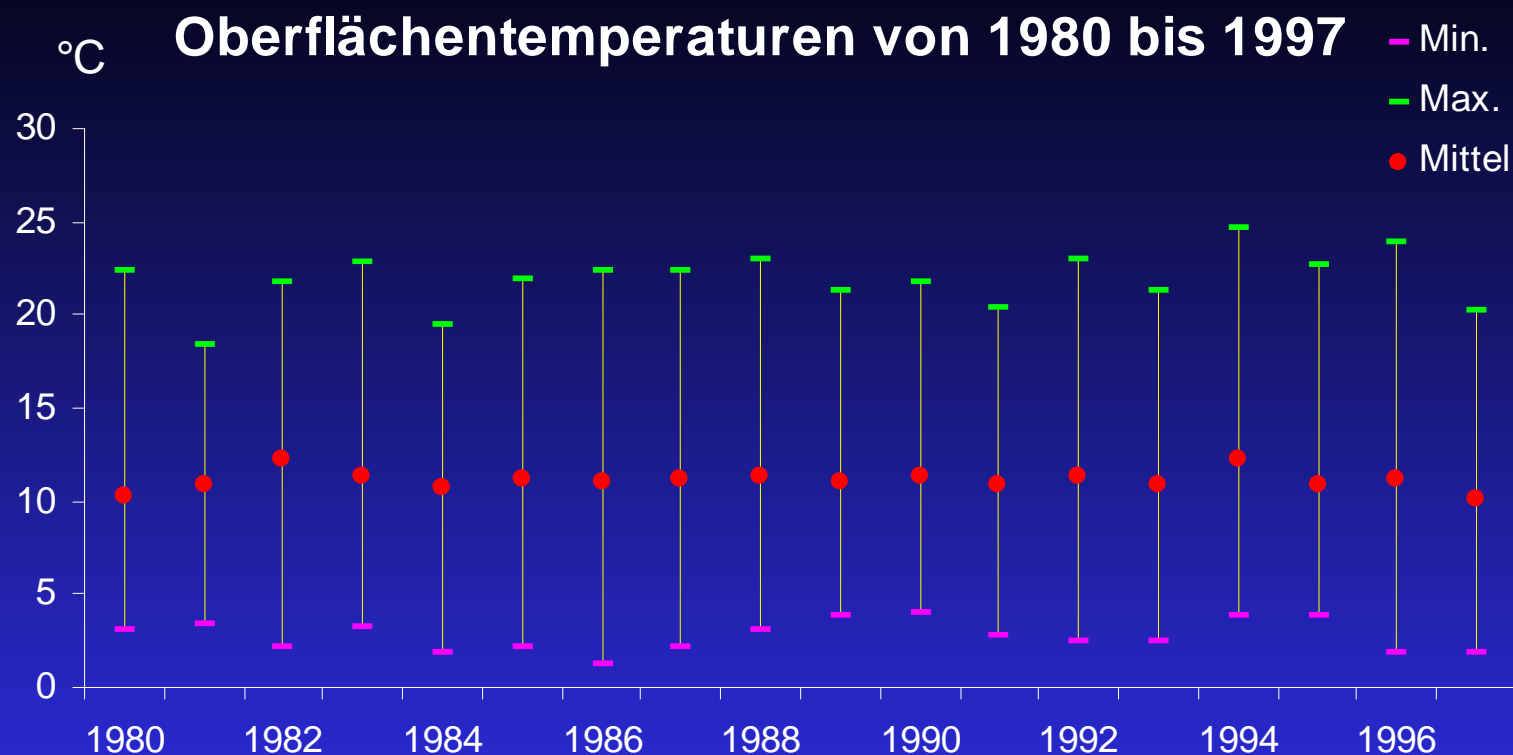


Abb. 2: Oberflächentemperatur von 1980 bis 1997

Die Jahresmittelwerte der Oberflächentemperaturen schwanken nur wenig um den Wert von 11,2 °C. Das Minimum von 1,3 °C wurde im März 1986 unter der seltenen Eisdecke gemessen. Das Maximum von 24,7 °C trat im August 1994 auf.

Die Temperaturen über Grund sind relativ stabil. Sie schwankten zwischen 2,2 °C (Februar 1982) und 5,6 °C (Juli 1992). Der Schwerpunkt der Temperaturen über Grund liegt jedoch zu über 70 % im Bereich zwischen 4,2 und 5,2 °C.



## Oberflächentemperatur 1994

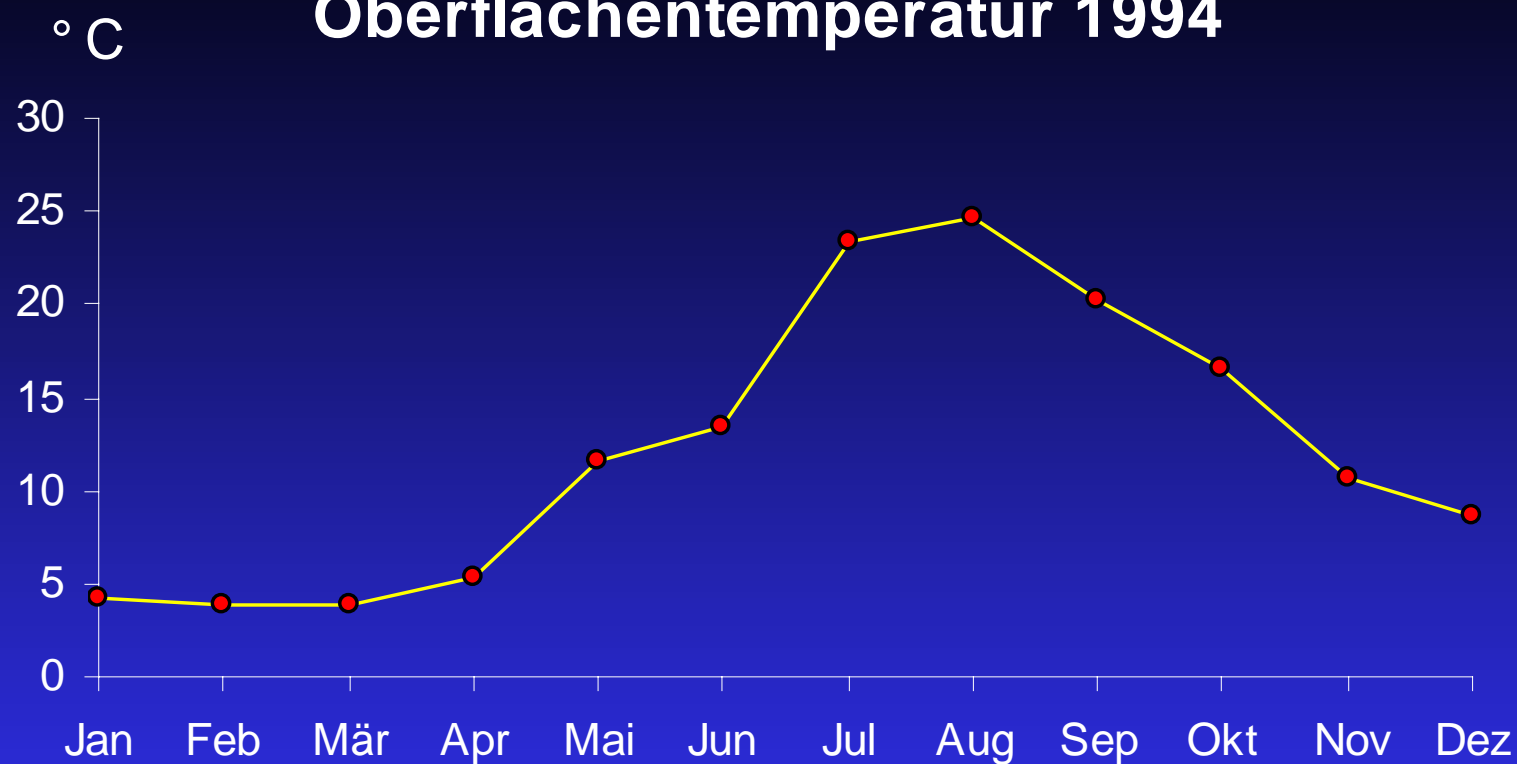


Abb. 3: Jahresgang der Oberflächentemperatur 1994

In Abbildung 2 sind die Jahresmittelwerte der Oberflächentemperatur mit den jeweiligen Höchst- und Tiefstwerten von 1980 bis 1997 dargestellt. Die Abbildung 3 zeigt den Jahresverlauf der Oberflächentemperatur von 1994.



Sauerstoff: Die Sauerstoffsituation im Mondsee war in den späten 70er Jahren besonders angespannt. Die Konzentrationen über Grund schwanden schon in den Sommermonaten, und die sauerstoffarme Zone dehnte sich immer mehr nach oben aus. Im Epilimnion zierten Algenblüten die Oberfläche und verursachten Übersättigungen bis zu 179 % (August 1975). Erst Mitte der 80er Jahre begannen die am Mondsee 1974 begonnenen Sanierungsmaßnahmen Aus-

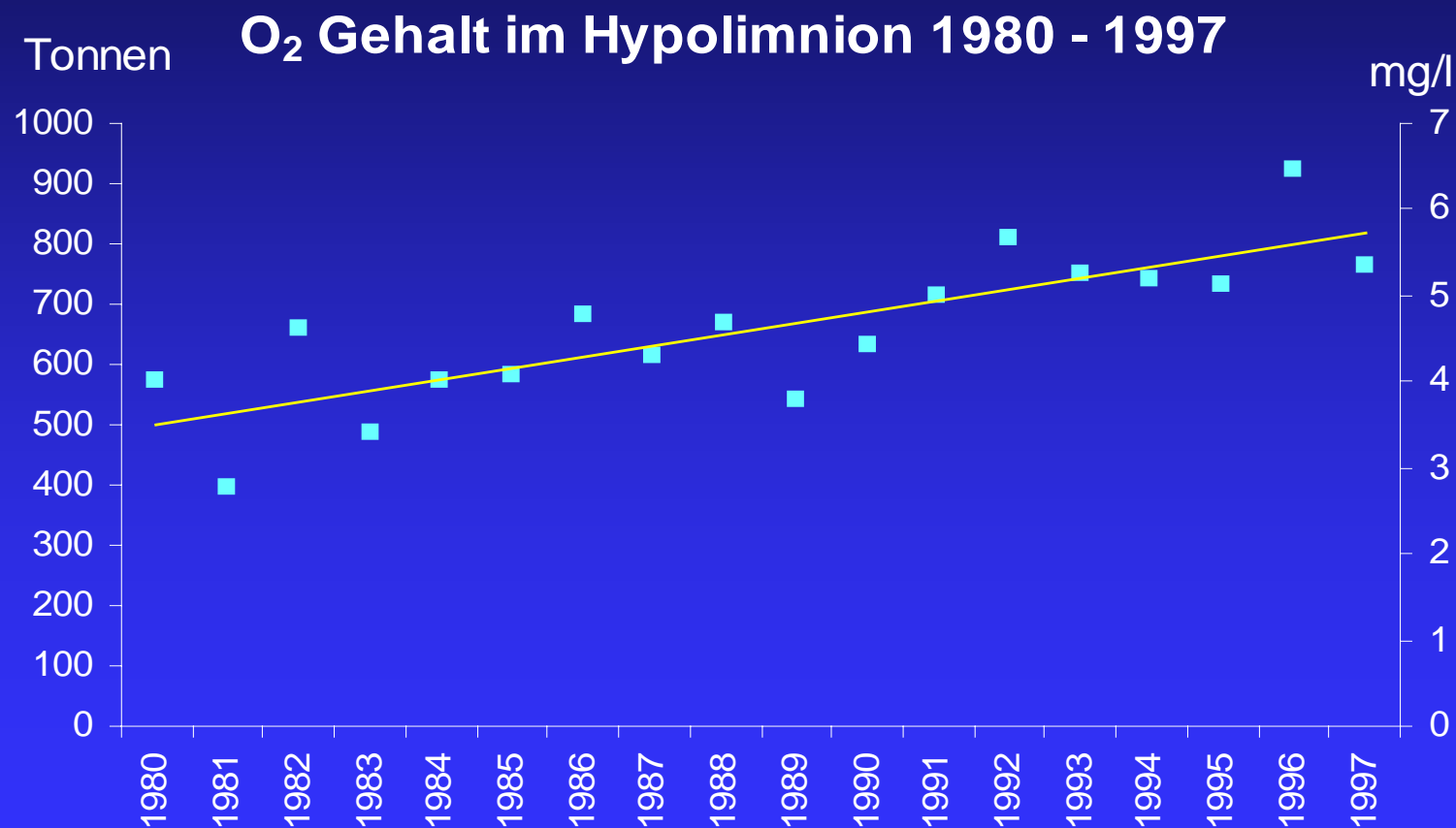


Abb. 4: Sauerstoffgehalt im Hypolimnion der Jahre 1980 bis 1997



wirkungen zu zeigen. Der Sauerstoffgehalt im Hypolimnion stieg wieder langsam an; über Grund gibt es seit etwa 1986 keine anaeroben Verhältnisse mehr. Die Abbildung 4 zeigt den Anstieg des hypolimnischen Sauerstoffs für die Jahre 1980 bis 1997, ausgedrückt in Tonnen (linke Y-Achse) und als mittlere Konzentration in mg/l rechte Y-Achse). Die Isoplethendarstellungen (Abbildungen 5 bis 7) zeigen die Konzentrationen des Sauerstoffs der Jahre 1981, 1988 und 1997.

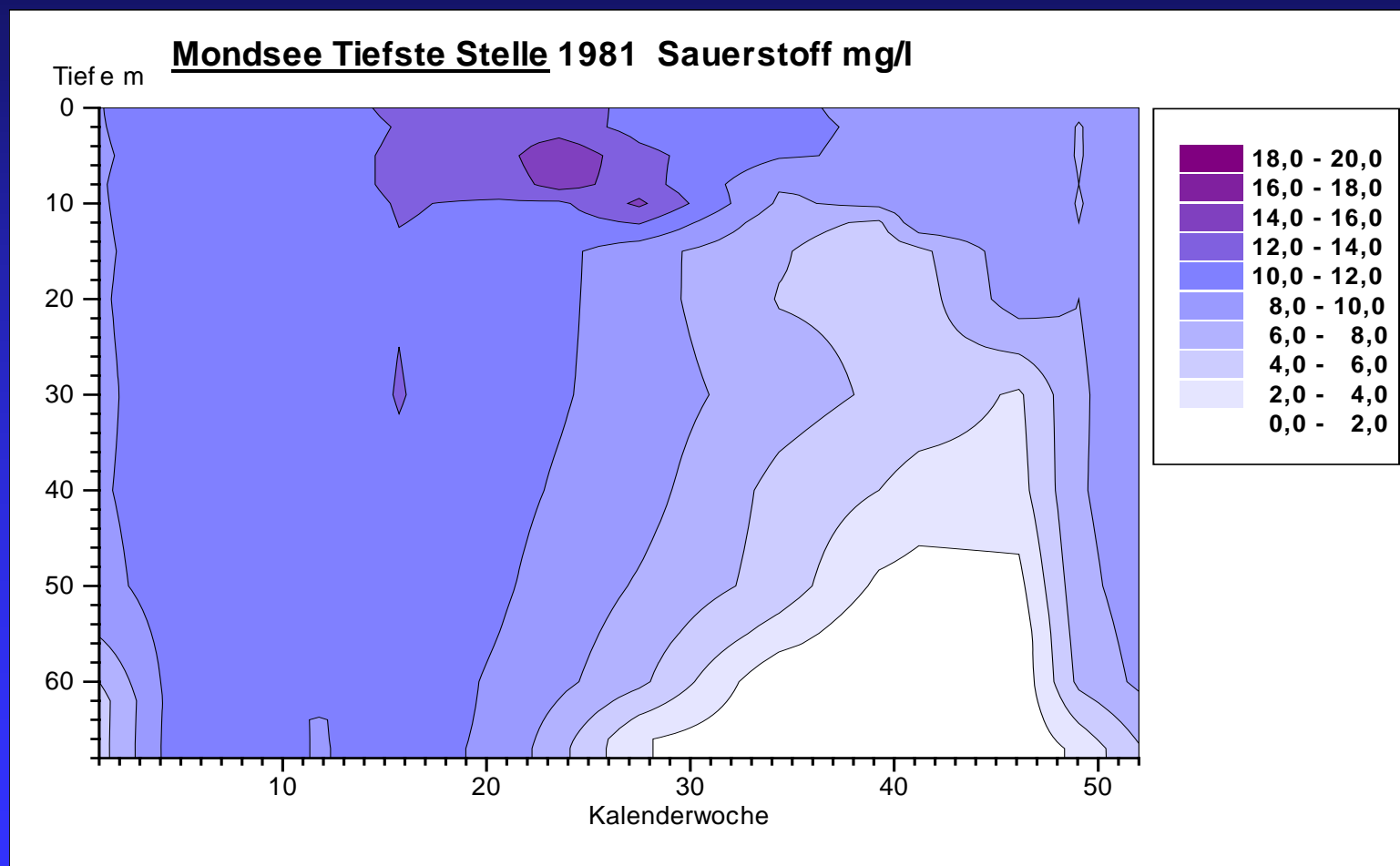


Abb. 5: Verlauf der Sauerstoffkonzentrationen des Jahres 1981

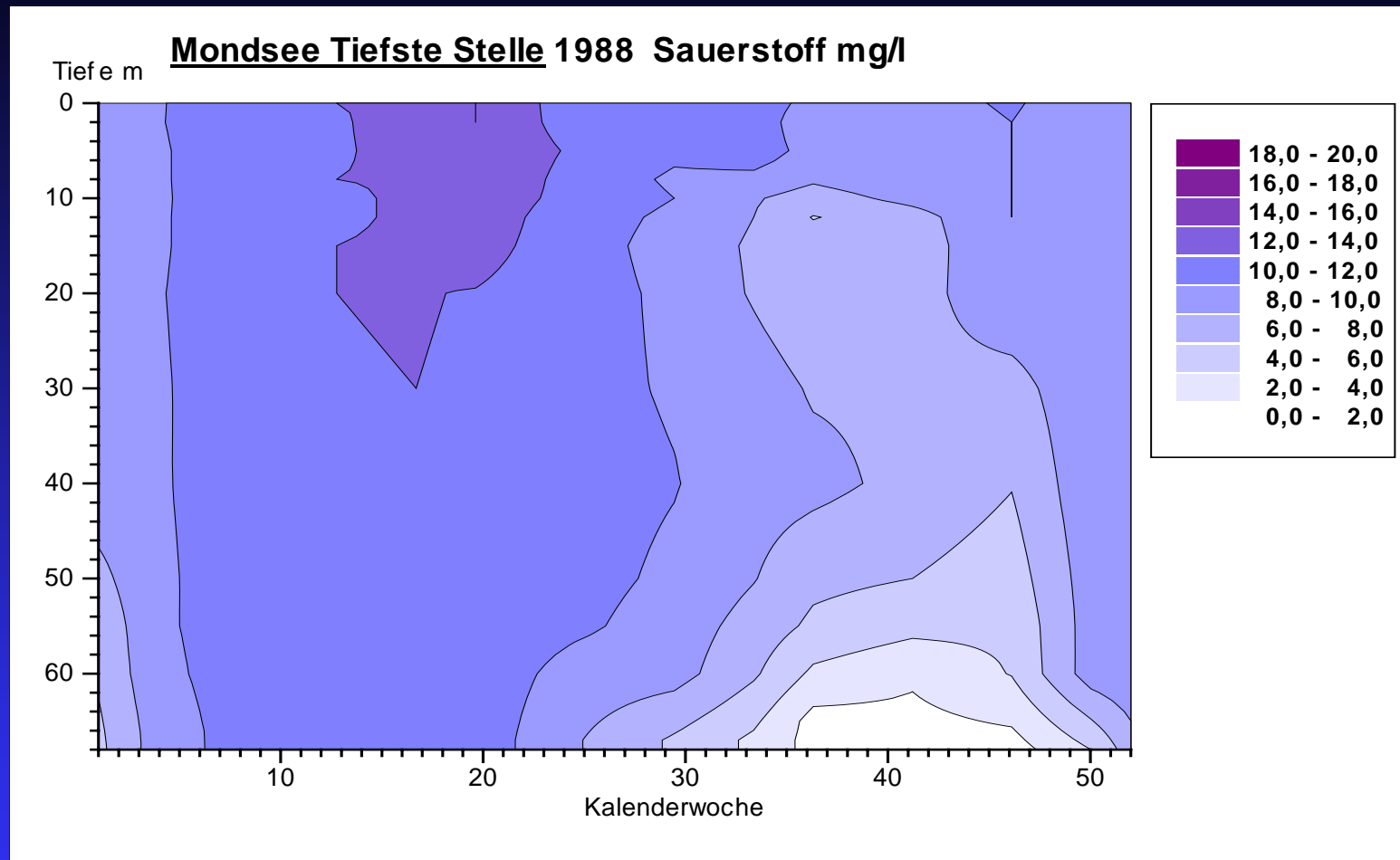


Abb. 6: Verlauf der Sauerstoffkonzentrationen des Jahres 1988

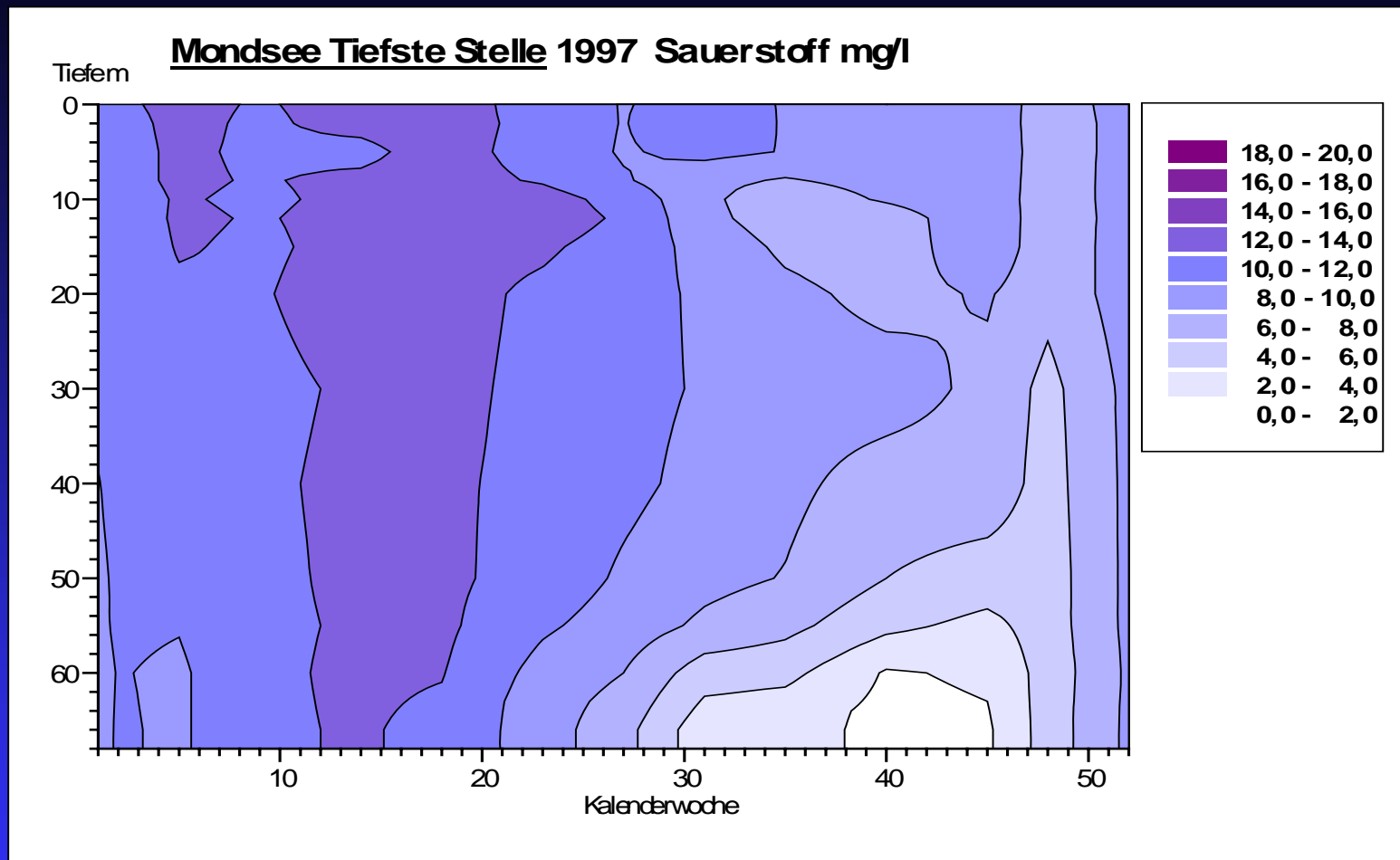


Abb. 7: Verlauf der Sauerstoffkonzentrationen des Jahres 1997

Leitfähigkeit: Die elektrische Leitfähigkeit liegt in dem großen Bereich zwischen 237 und 421  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , wobei diese beiden Werte Extremwerte darstellen. Die Leitfähigkeit steigt mit zunehmender Tiefe leicht an, im Sommer von etwa 280 bis 320  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und im Winter von 310 bis etwa 350  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Der niedrigste Wert von 237  $\mu\text{S}/\text{cm}$  wurde im August 1988 in 2 m Tiefe gemessen, die höchsten Werte von über 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  stammen aus der Tiefenzone vom Februar 1991. Der aus dem 18jährigen Untersuchungszeitraum ermittelte Durchschnittswert liegt bei 318  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

pH-Wert: Zur Zeit der stärksten Eutrophierung des Sees gab es die größten pH-Schwankungen. Der niedrigste pH-Wert wurde im September 1981 mit pH 7,00 in 64 m Tiefe gemessen. Bei der gleichen Serie wies die Oberfläche aber einen pH von 8,10 auf. pH-Werte bis 8,50 sind am Mondsee keine Seltenheit. Vor allem im Epilimnion steigen die pH-Werte infolge der Assimilation während des Sommers stärker an, während sie im Winter meist zwischen 7,80 und 8,10 liegen.

Der durchschnittliche pH-Wert liegt bei 7,90.

Alkalinität: Ähnlich wie beim pH-Wert stimmten die größten Schwankungen der Alkalinität mit der größten Belastung des Sees zeitlich gut überein. Regelmäßig mit Beginn des Sommers sank die Alkalinität im Epilimnion unter 3,00 mval/l ab (meist zwischen 2,50 bis 2,70 mval/l). Das niedrigste Alkalinität von 2,25 mval/l wurde jeweils im August der Jahre 1981 und 1982 in 2 m Tiefe gemessen.



Andererseits stieg die Alkalinität mit zunehmender Tiefe stark an, so daß die höchsten Werte von 3,40 mval/l auch in den Sommermonaten auftraten (Juli und September 1982 in 65 m Tiefe).

Seit etwa 1990 reduzierten sich die Schwankungen auf den Bereich zwischen 2,60 und 3,30 mval/l, das entspricht einer Carbonathärte von 7,3 bis 9,2 °dH.

Gesamt-Phosphor: Ein Hauptziel der Sanierungsmaßnahmen am Mondsee war die Eliminierung des Phosphors, um die zunehmende Eutrophierung des Mondsees zu stoppen bzw. ihr entgegenzuwirken. Die bereits in den frühen 60er Jahren von FINDENEGG (1959) erkannte Entwicklung fand ihren Höhepunkt in den Jahren 1977 bis 1979, als die Phosphorkonzentrationen auch im Epilimnion auf über 30 mg/m<sup>3</sup> anstiegen (April und Mai 1979: in 2 bis 30 m Tiefe 38 mg/m<sup>3</sup>). Die Folge waren Algenblüten von gewaltigen Ausmaßen sowie bedenkliche Sauerstoffdefizite im Hypolimnion. Ursache für diese Entwicklung war die Einleitung von ungereinigten Abwässern, die wegen des ansteigenden Tourismus immer mehr wurden.

Für den Bau einer zentralen Kläranlage mit einem öffentlichen Kanalnetz war es also höchste Zeit. Es dauerte aber noch bis Mitte der 80er Jahre, bis deutliche Verbesserungen spürbar wurden.

Die im Untersuchungszeitraum von 1980 bis 1997 höchsten Phosphorkonzentrationen wurden in den Jahren 1980 und 1981 gemessen: 45 mg/m<sup>3</sup> in 2 m Tiefe im März 1980 und 347 mg/m<sup>3</sup> über Grund (August 1981). Entsprechend hoch fielen auch die Jahresmittelwerte für diese Jahre aus (siehe Abbildung 8). Die Abnahme der Phosphorkonzentrationen ging nicht kontinuierlich vor sich



sondern in Schüben. Die effektivste Reduzierung des Phosphorgehaltes erfolgte 1982, als die mittlere Konzentration von 26,5 mg/m<sup>3</sup> auf etwa 15,0 mg/m<sup>3</sup> zurückging.

Der nächste etwas kleinere Schritt fand 1985 statt. Die mittlere Konzentration fiel auf 11,8 mg/m<sup>3</sup> zurück. Der letzte wichtige Schritt erfolgte 1990. Die Kon-

## Ges.-P. Jahresmittelwerte 1980 -1997

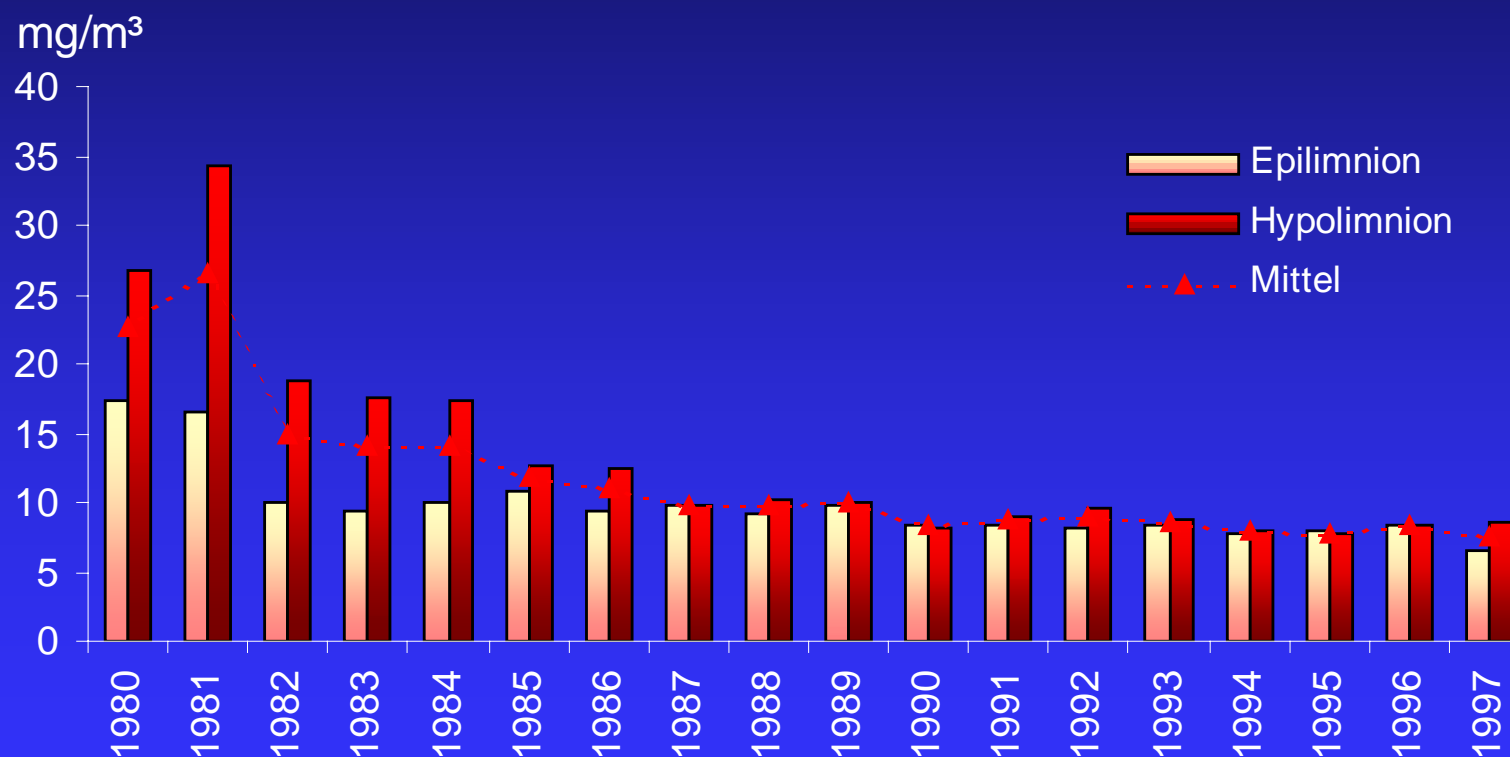


Abb. 8: Jahresmittelwerte der Phosphorkonzentrationen von 1980 bis 1997

zentrationen im Epilimnion und Hypolimnion haben sich soweit genähert, daß man von gleichen Konzentrationen sprechen kann (8,23 bis 8,28 mg/m<sup>3</sup>). Zwischen 1990 und 1997 verringerte sich die Konzentration nur geringfügig bis sie schließlich bei etwa 7 mg/m<sup>3</sup> landete.

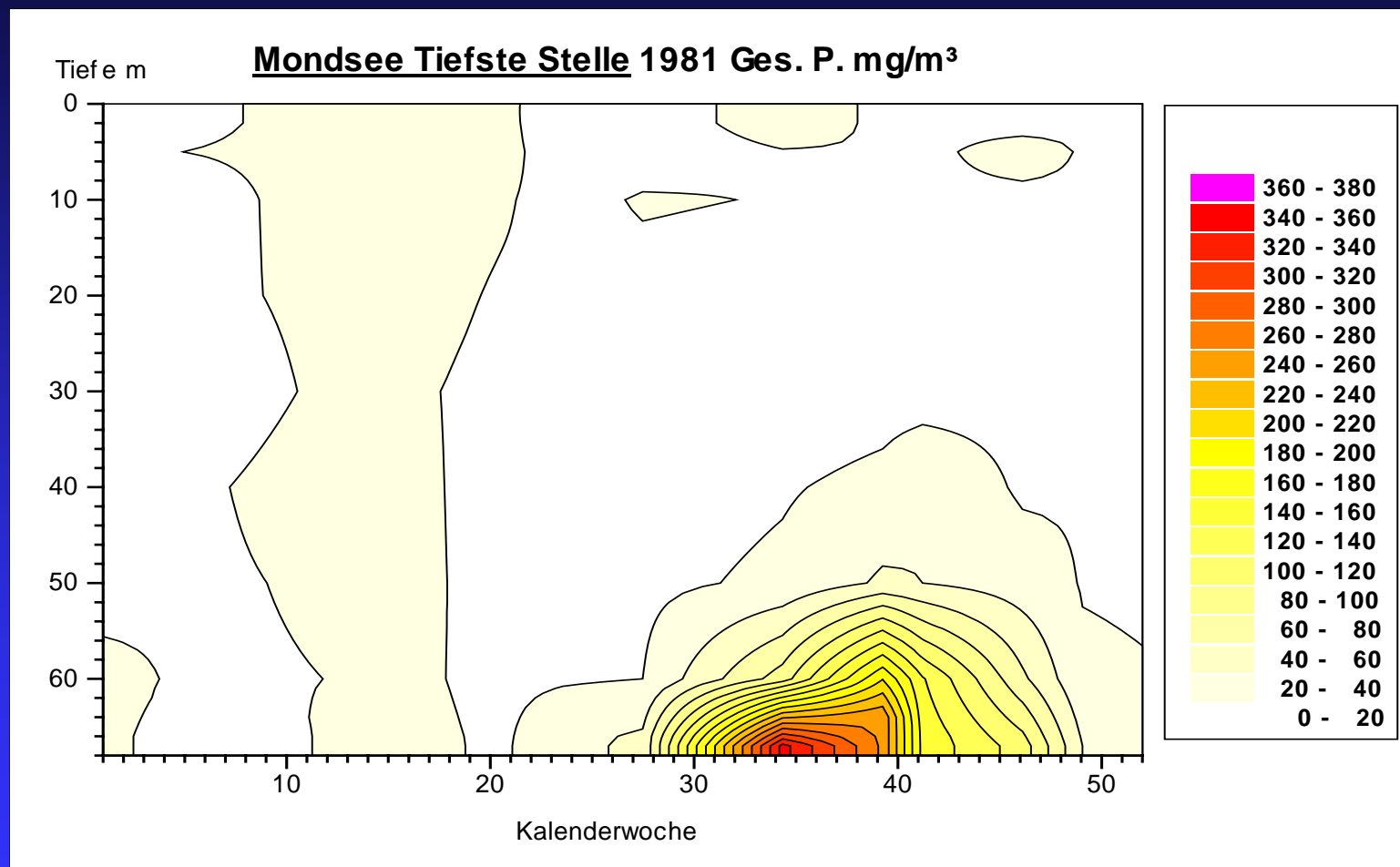


Abb. 9: Verteilung der Phosphorkonzentrationen des Jahres 1981

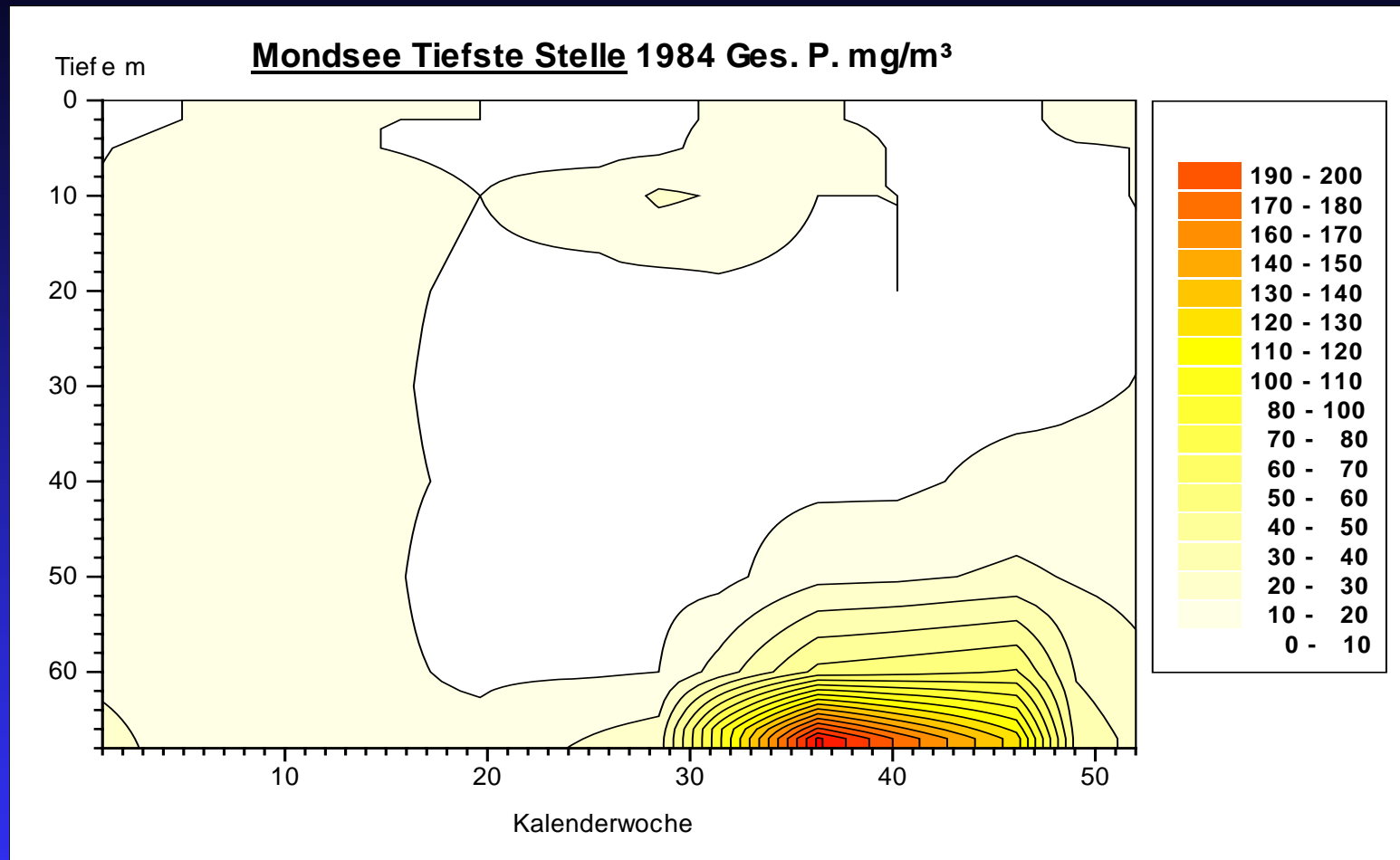


Abb. 10: Verteilung der Phosphorkonzentrationen des Jahres 1984



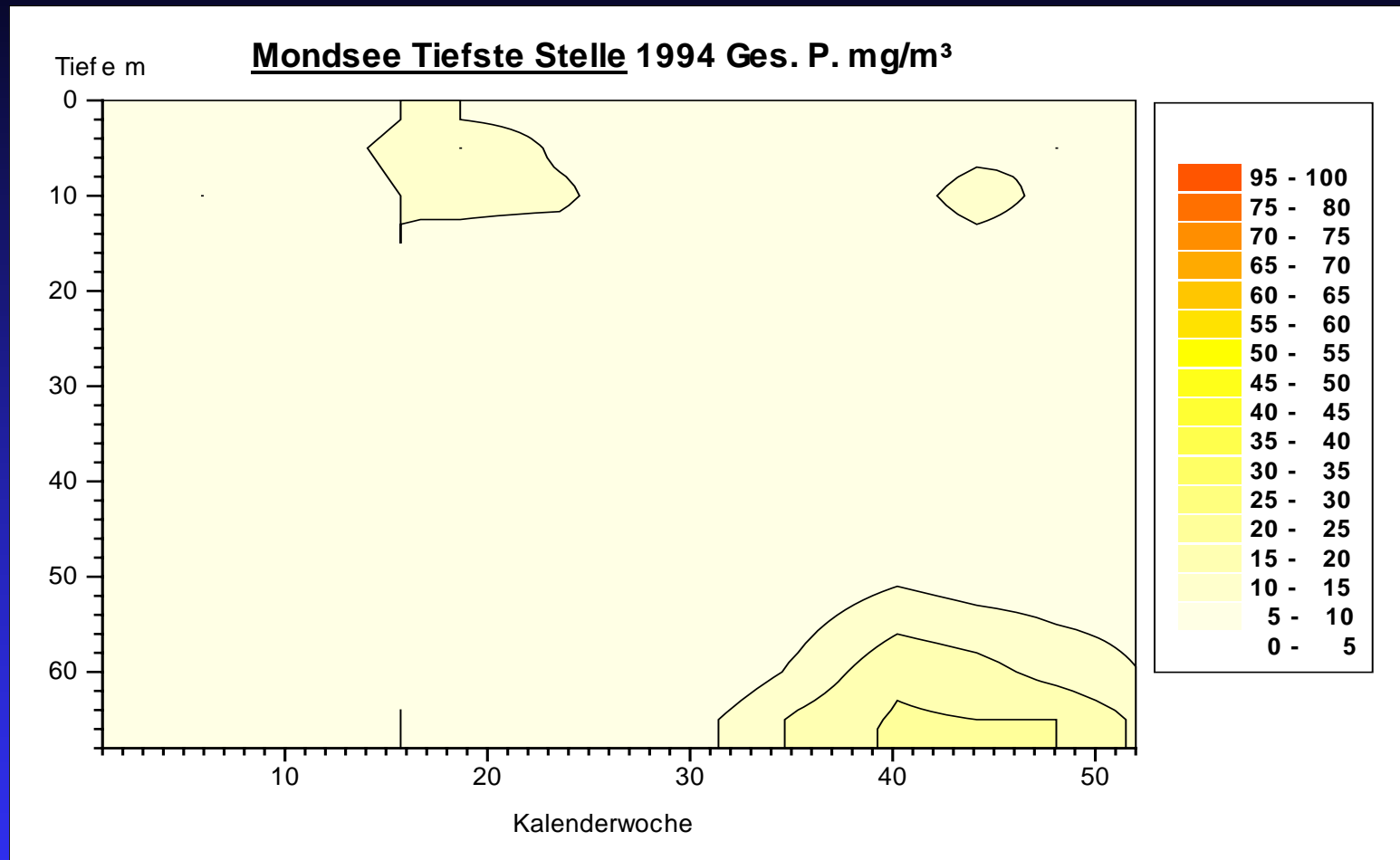


Abb. 11: Verteilung der Phosphorkonzentrationen des Jahres 1994

Die Abbildungen 9 bis 11 zeigen in Isoplethendarstellung die wichtigsten Stationen in der Verminderung des Gesamt-Phosphors im Mondsee. Wegen der starken Abnahme der Konzentrationen wurde aus Gründen der Optik der "Farbmaßstab" bei den drei Abbildungen den Konzentrationen angepaßt. Gleiche Farbe in den verschiedenen Jahren bedeutet also nicht gleiche Konzentration.

Ammonium-Stickstoff: Von allen am Mondsee untersuchten Parametern weist der Ammonium-Stickstoff den größten Schwankungsbereich auf. So wurde im August 1976 im Epilimnion eine mittlere Konzentration von  $244 \text{ mg/m}^3$  gemessen, und im Hypolimnion stieg sie sogar auf  $925 \text{ mg/m}^3$  (Maximalwert über Grund:  $2476 \text{ mg/m}^3$  !). In anderen Serien konnte kein Ammonium nachgewiesen werden, nur über Grund gab es eine Konzentration von  $197 \text{ mg/m}^3$ . Die Schwankungsbreite im Untersuchungszeitraum von 1980 bis 1997 reichte von "nicht nachweisbar" bis  $730 \text{ mg/m}^3$  (September 1983 in 65 m Tiefe). Diese hohen Konzentrationen im unteren Hypolimnion bauten sich im Laufe des Sommers auf und erreichten meist zwischen September und Oktober ihr Maximum.

Die durch den Bau der Kläranlage spürbaren Verbesserungen der Wasserqualität machten sich beim Ammonium in den Jahren 1982 bis 1986 bemerkbar. Die Konzentrationen sanken vor allem im Hypolimnion. Von 1987 an etablierte sich ein Gleichgewicht zwischen Epilimnion und Hypolimnion auf einem relativ niedrigem Niveau (zwischen  $5$  und  $6 \text{ mg/m}^3$  Mittelwert für Epi- und Hypolimnion).



Die Abbildung 12 zeigt die Jahresmittelwerte des Ammonium-Stickstoffs von 1980 bis 1997. Die Situation des Ammonium-Stickstoffs für die Jahre 1981, 1987 und 1997 ist in den Abbildungen 13 bis 15 in Isoplethenform dargestellt.

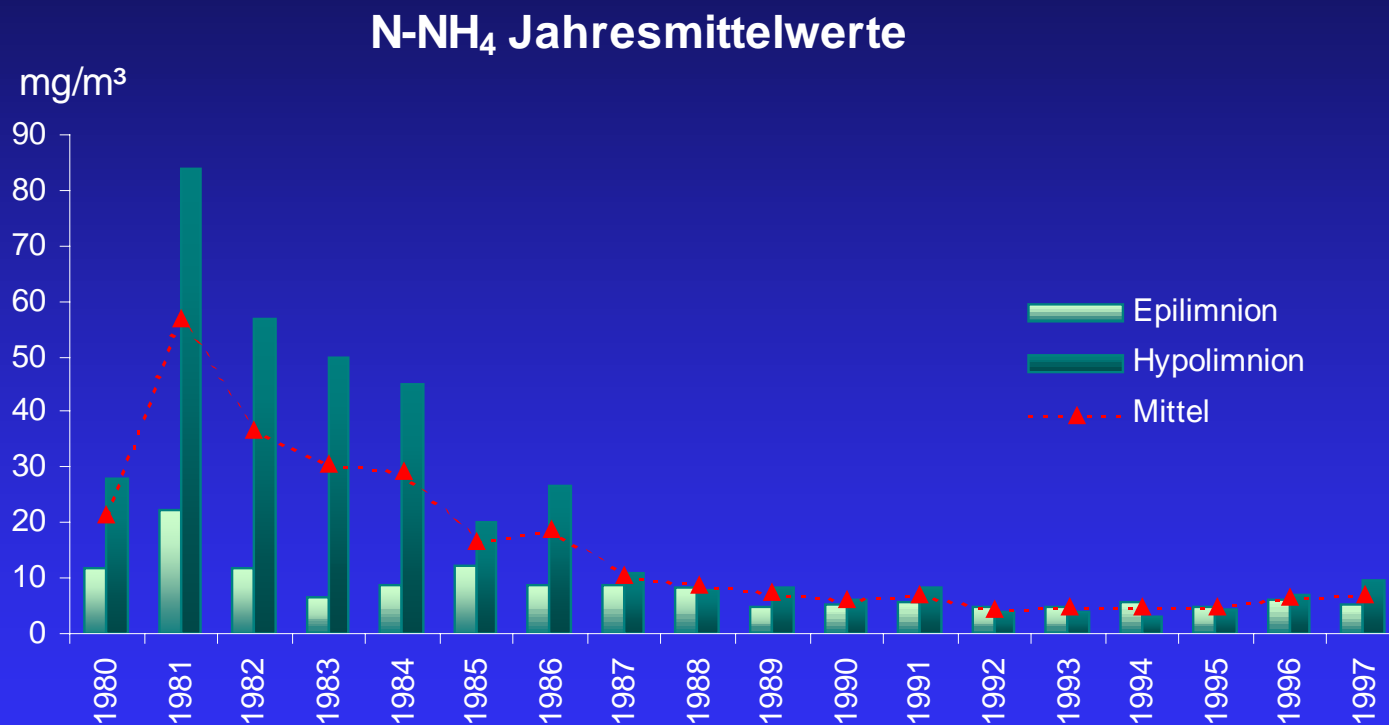


Abb. 12: Jahresmittelwerte der Ammonium-Stickstoff-Konzentrationen von 1980 bis 1997

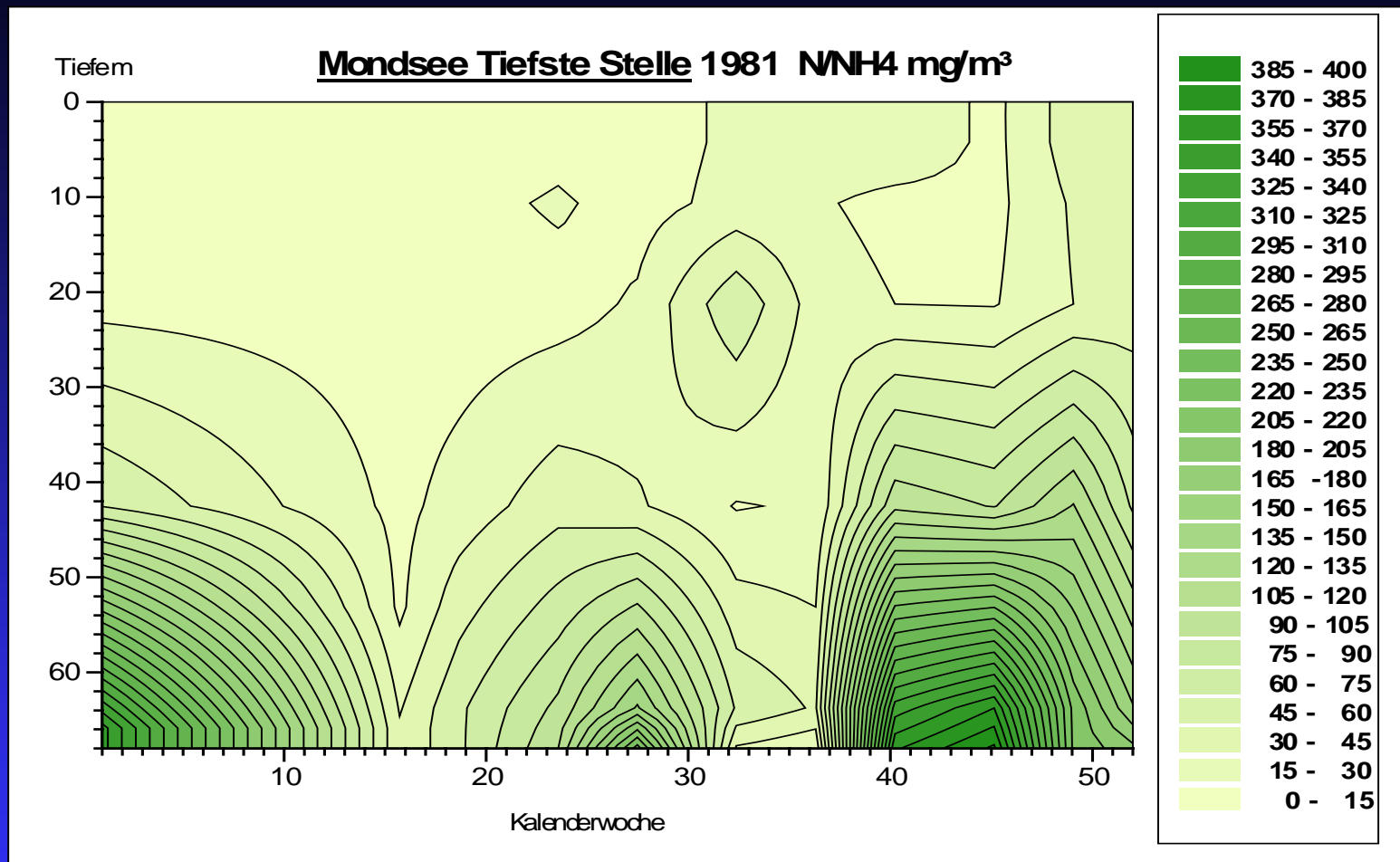


Abb. 13: Verlauf der Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1981

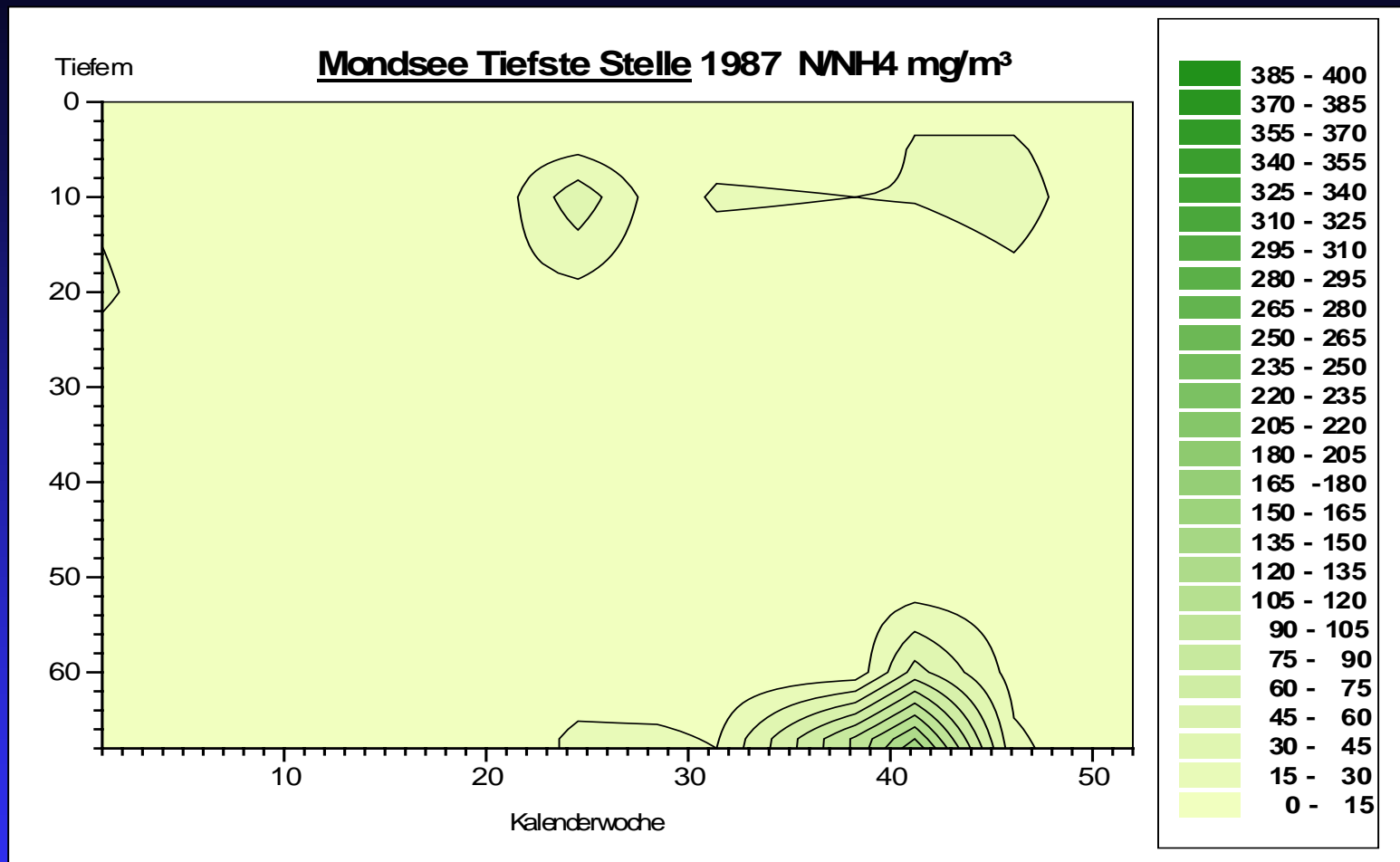


Abb. 14: Verlauf der Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1987

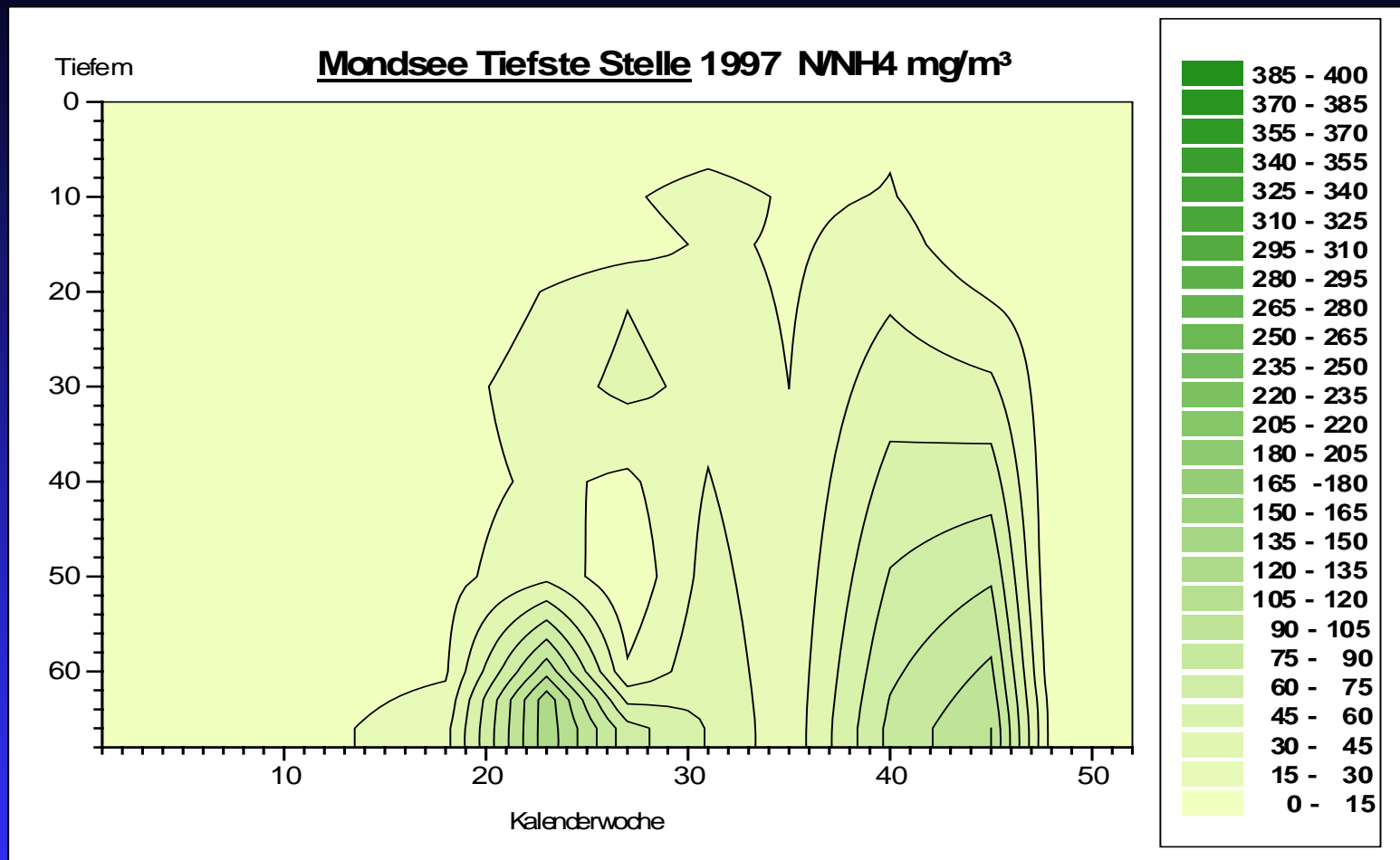


Abb. 15: Verlauf der Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1997

Nitrat-Stickstoff: Im Gegensatz zu Phosphor und Ammonium stand das Nitrat nie als Problemstoff des Mondsees zur Diskussion. Vor der Inbetriebnahme der Kläranlage lag ein großer Teil des Stickstoffs in Form von Ammonium vor, die

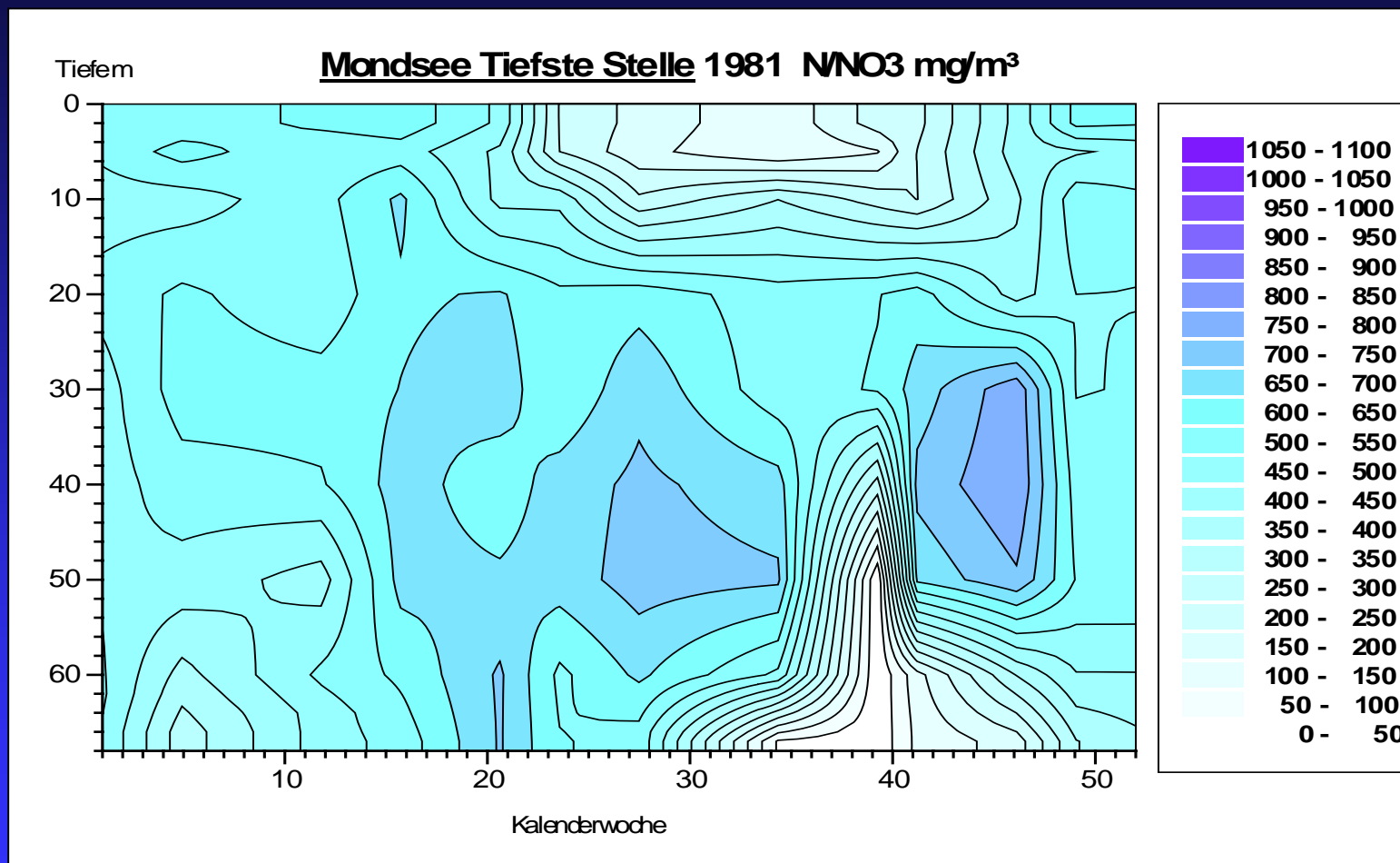


Abb. 16: Verlauf des Nitrat-Stickstoffs des Jahres 1981

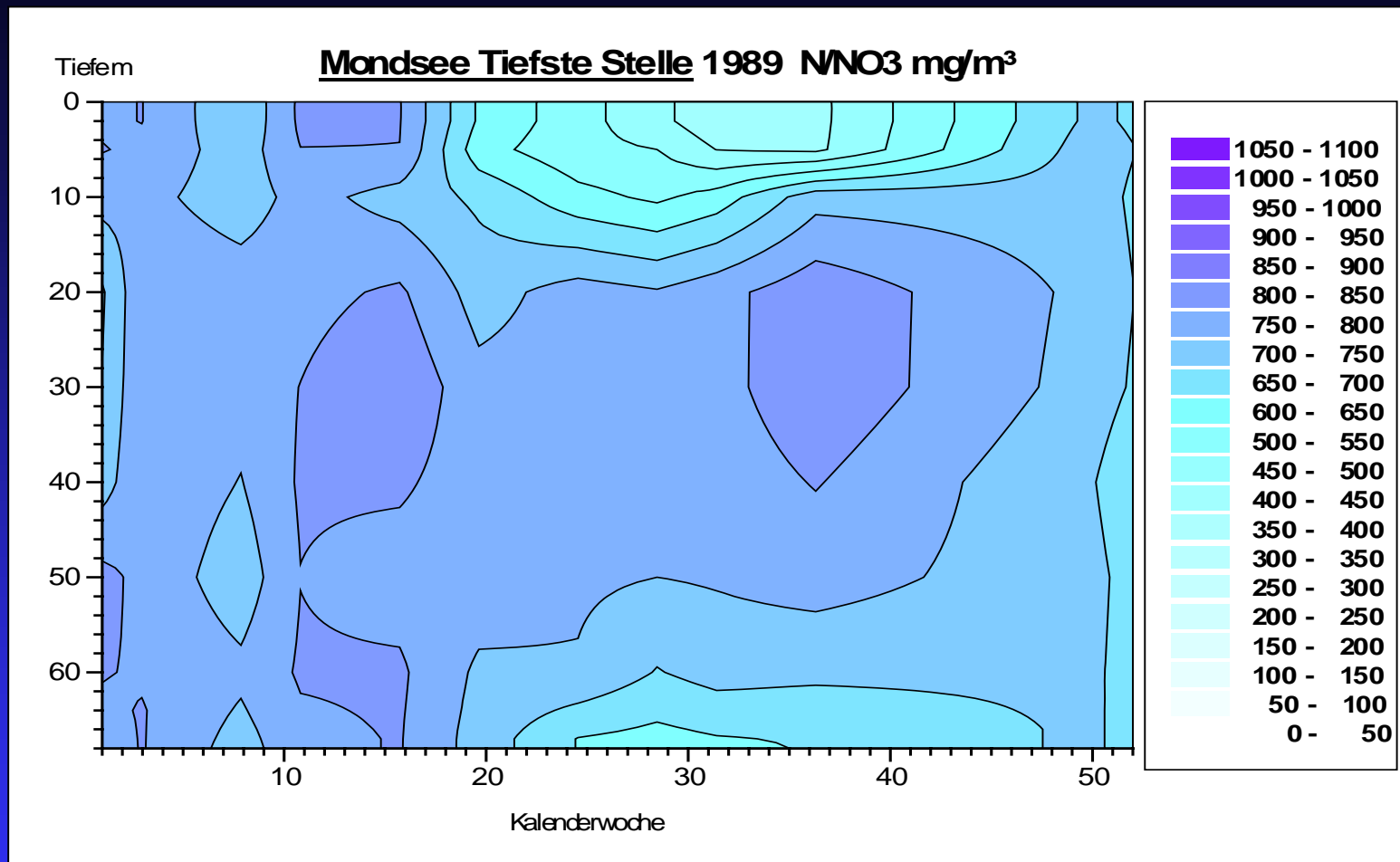


Abb. 17: Verlauf des Nitrat-Stickstoffs des Jahres 1989



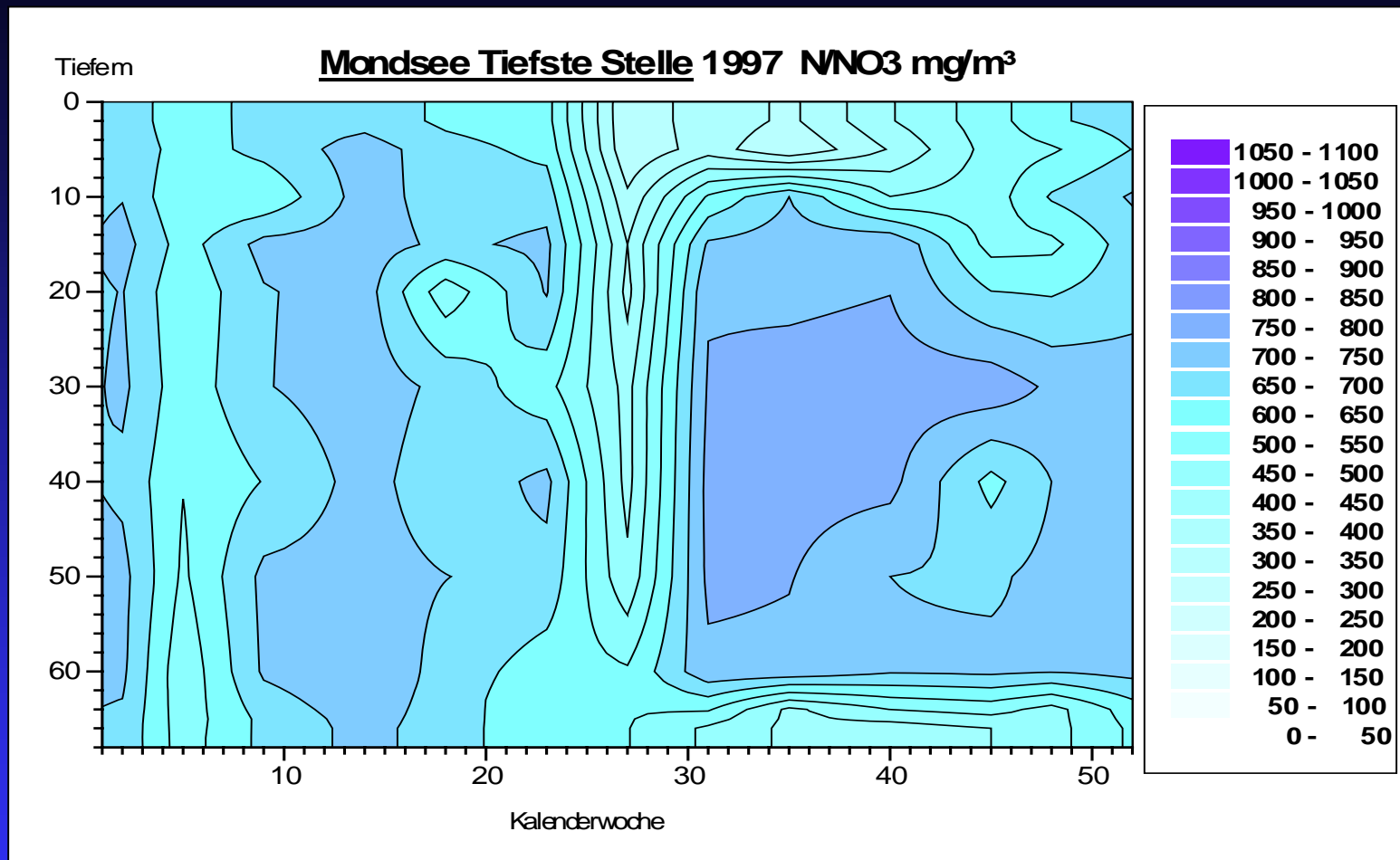


Abb. 18: Verlauf des Nitrat-Stickstoffs des Jahres 1997

Konzentration des Nitrat-Stickstoffs war relativ niedrig (Jahresdurchschnittswerte zwischen 331 und 418 mg/m<sup>3</sup>). Die schrittweise Verbesserung der Sauerstoffsituation im Mondsee bremste auch die Nitratreduktion im Hypolimnion und bewirkte einen Anstieg des Nitrat-Stickstoffs. Es gibt daher auch beim Nitrat

### **N-NO<sub>3</sub> Jahresmittelwerte 1980 - 1997**

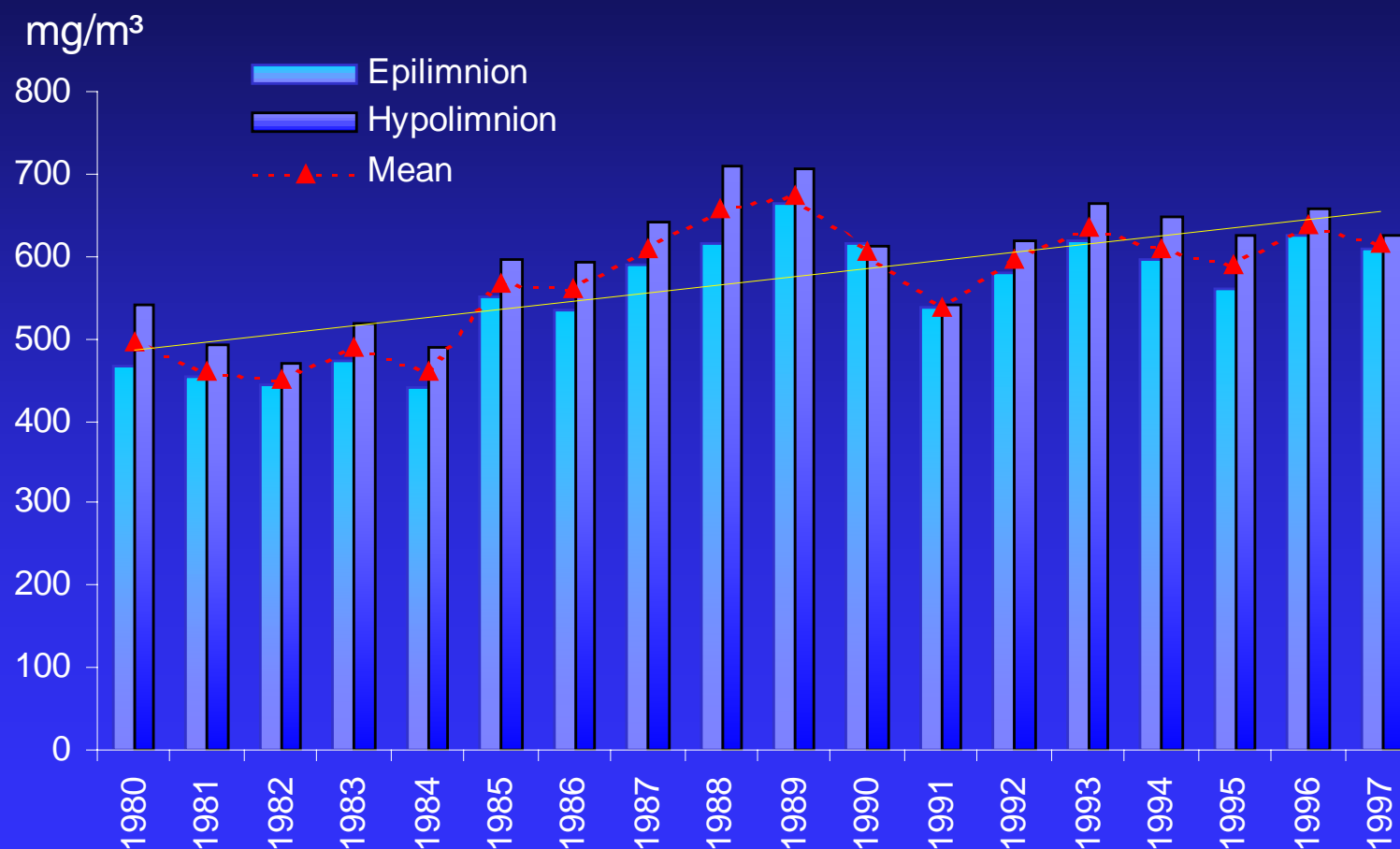


Abb. 19: Jahresmittelwerte der Nitrat-Stickstoff-Konzentrationen von 1980 bis 1997

einen großen Schwankungsbereich der Extremwerte von „nicht nachweisbar“ bis 1058 mg/m<sup>3</sup> Nitrat-Stickstoff (=4,69 mg/l Nitrat im Juni 1994 in 2 m Tiefe). Die Schwankungen der Jahresmittelwerte reichen im Epilimnion von 440 bis 664 mg/m<sup>3</sup> und im Hypolimnion von 471 bis 710 mg/m<sup>3</sup>.

Innerhalb eines Jahres streuen die Konzentrationen vor allem im Epilimnion, wenn während der Vegetationsperiode ein Teil des Nitrats durch die Assimilation aufgebraucht wird. Dann treten die höchsten Konzentrationen zwischen 20 und 40 m Tiefe auf. Im unteren Hypolimnion nehmen die Konzentrationen wieder ab. Die Abbildungen 16 bis 18 zeigen die Konzentrationsschwankungen innerhalb der Jahre 1981, 1989 und 1997. Aus der Abbildung 19 ist die Entwicklung des Nitrat-Stickstoffs von 1980 bis 1997 ersichtlich.

Chlorid: Die Chloridkonzentrationen zeigen innerhalb einer Probenserie nur geringe Schwankungen. Die Meßwerte liegen meist zwischen 3,0 und 6,0 mg/l, Extremwerte gehen aber bis über 10,0 mg/l (August 1984 in 10 m und 66 m Tiefe).

Die Jahresmittelwerte nahmen von 1980 bis 1985 zu (von 3,9 auf 6,6 mg/l), ab 1988 gingen sie auf 5,0 mg/l zurück. Der Mittelwert von 1997 liegt bei 5,8 mg/l.

Silikat: Der Schwankungsbereich der Silikatkonzentrationen reicht von 0,2 bis 7,6 mg/l. Innerhalb einer Probenserie steigt die Konzentration mit zunehmender Tiefe leicht an. Die höchsten Konzentrationen sind meist im Spätherbst im



Hypolimnion zu finden. Im Gegensatz zum Chlorid kann von 1981 bis 1984 eine Abnahme der Konzentrationen von 2,3 mg/l auf 0,8 mg/l beobachtet werden. Von 1985 bis 1989 stiegen die Konzentrationen wieder auf 2,3 an. Seit 1990 pendeln die Werte zwischen 2,5 und 2,7 mg/l.

Chlorophyll: Mit Messungen des Chlorophyllgehaltes wurde am Mondsee bereits 1981 begonnen. Allerdings erfolgten die Analysen bis 1989 nach der trichromatischen Methode (NUSCH 1980), erst ab 1991 nach der ISO/TC 147 (1988), die Werte sind also nur bedingt vergleichbar.

1981 waren die Massenentwicklungen von *Oscillatoria rubescens* noch nicht ganz überstanden. Diese Alge bildete im See bei etwa 10 m Tiefe eine dichte Schicht mit einer Konzentration an Chlorophyll von 41 mg/m<sup>3</sup> (Juni 1981). In der Mondseer Bucht, die meist geringfügig höhere Werte aufweist, war diese Schicht in 5 m Tiefe, und die Konzentration stieg sogar auf 63 mg/m<sup>3</sup> an. Der Mittelwert von 0 bis 20 m betrug damals für die tiefste Stelle 14,8 mg/m<sup>3</sup> und für die Mondseer Bucht sogar 21,1 mg/m<sup>3</sup>. Das höchste Monatsmittel wurde aber im April 1983 mit 17,8 mg/m<sup>3</sup> gemessen. Solche Konzentrationen drücken sich auch im Jahresmittelwert aus: 6,9 mg/m<sup>3</sup> sowohl über der tiefsten Stelle als auch in der Mondseer Bucht, das ist mehr als doppelt so hoch wie 1994 (3,0 bzw. 3,3 mg/m<sup>3</sup>). Die beiden Meßstellen unterscheiden sich vor allem darin, daß sich in der Mondseer Bucht die Einleitstelle der geklärten Abwässer aus der Kläranlage befindet.

In den folgenden Jahren nahmen die Konzentrationen leicht ab. 1984 gab es einen weiteren Höhepunkt mit knapp 7 mg/m<sup>3</sup> Chlorophyll. 1992 wurden die



niedrigsten Konzentrationen gemessen ( $1,6 \text{ mg/m}^3$ ). Aus der Abbildung 20 geht hervor, daß die Konzentrationen seit 1993 wieder leicht ansteigen. Ein letzter Höhepunkt wurde im Juni 1996 festgestellt. Nach einer Schönwetterperiode von etwa 10 Tagen erwärmte sich die Wasseroberfläche bis auf etwa 3 m Tiefe auf knapp  $24^\circ\text{C}$ . Durch die intensive Sonneneinstrahlung baute sich innerhalb von 10 Tagen eine Algenblüte aus *Dinobryon divergens* auf, welche die Sichttiefe auf 1,6 m reduzierte. Die Folge war eine Chlorophyllkonzentration von  $9,4 \text{ mg/m}^3$ . Die Chlorophylldaten von 1986 bis 1995 wurden freundlicherweise

### Chlorophyll-a Jahresmittelwerte 1981 - 1997

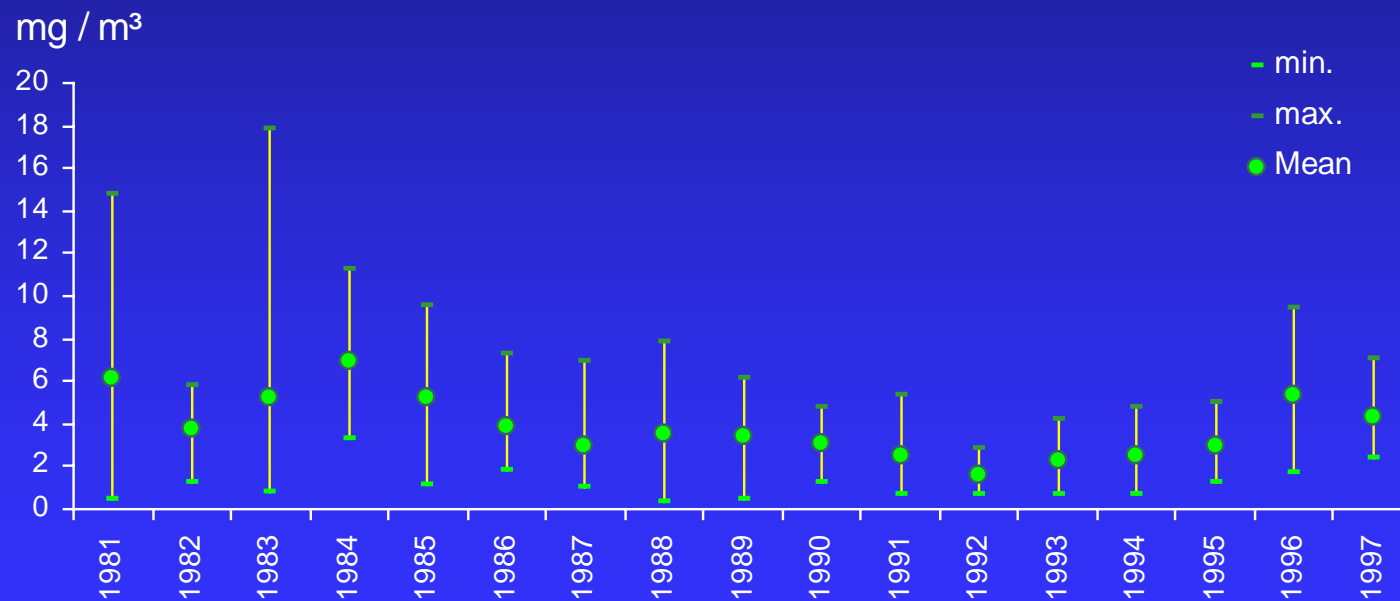


Abb. 20: Chlorophyll Jahresmittelwerte der Jahre 1981 - 1997

vom Limnologischen Institut der Akademie der Wissenschaften, Mondsee, zur Verfügung gestellt.

Phytoplankton: Der Mondsee wurde bereits Ende der 60er und in den 70er Jahren von Blaualgenblüten heimgesucht (DANECKER E., 1969, FINDENEGLI, 1969). Wegen der katastrophalen Zustände des Sees (Algenblüten im Epilimnion, Sauerstoffdefizite im Hypolimnion) wurde 1974 durch den Bau einer Kläranlage eine Generalsanierung in Angriff genommen. Doch die Erfolge ließen lange auf sich warten. Das Phytoplankton erreichte noch im Juni 1978 eine Gesamtbiomasse von  $7,5 \text{ g/m}^3$ , wovon 85 % nur aus *Oscillatoria rubescens* gebildet wurde (SCHWARZ K., 1978). Im Jahresmittel betrug die Biomasse mehr als  $3,3 \text{ g/m}^3$ . Die Verminderung der Nährstoffe im See führten schließlich auch zu einer schrittweisen Verminderung des Phytoplanktons auf  $880 \text{ mg/m}^3$  im Jahre 1983 (DOKULIL M.T. & JAGSCH A., 1992). Seither nahm das Plankton, von einigen kurzfristigen Rückschlägen abgesehen, konstant ab. Die Blaualge *Oscillatoria rubescens* ist aber aus dem Plankton nicht verschwunden, sondern meist in einer Tiefe zwischen 10 und 12 m in wechselnden Konzentrationen eingeschichtete.

Eine weitere Alge, die erst nach dem Rückzug von *Oscillatoria* aus dem Epilimnion in größerem Umfang in Erscheinung trat, ist die Chrysophyceen *Dinobryon*. Sie tritt meist in zwei bis drei Arten im Mondsee auf und kann vor allem im Juni sichtbare Vegetationstrübungen verursachen.



## Ergebnisse von 1994:

Der Mondsee befand sich zum Zeitpunkt der Probenentnahme im Jänner bereits im Zustand der Vollzirkulation. Das zu dieser Zeit besonders schwach entwickelte Phytoplankton ist also über der gesamten Wassersäule verteilt und erscheint als Durchschnittswert in  $\text{mg/m}^3$  noch niedriger.

In den ersten drei Monaten dominierten kleine unbestimmbare coccale Formen. Im Februar kamen mit *Erkenia* sp. und im März mit *Fragilaria crotonensis* weitere Formen dazu. Aber erst im April zeichnet sich eine im Aufbau begriffene Algenpopulation ab, deren Artenspektrum für den Mondsee typisch ist. Bezeichnend ist das Vorherrschen der Cryptomonaden im Frühjahrsplankton des Mondsees. Auffallend ist allerdings, daß Diatomeen mit nur 2,5 % an der Gesamtbiomasse beteiligt waren.

Im Mai wurde das Artenspektrum durch *Dinobryon sociale* bereichert, die mit etwa 19 % an der Biomasse beteiligt war, trotzdem dominierten noch immer die Cryptomonaden mit 50 % im Plankton. Dinophyceen waren schon seit April im Plankton zu finden, doch erst im Juni erreichten sie mit *Ceratium hirundinella*, *Peridinium cinctum* und *Gymnodinium helveticum* einen Anteil von mehr als 58 %.

Zwischen April und Juli vermehrte sich auch *Oscillatoria*, die sich in 10 bis 12 m einschichtete. Ihr Anteil an der Biomasse betrug zu dieser Zeit 34 % der Gesamtbiomasse. Am stärksten waren aber noch immer die Dinophyceen mit 37 % vertreten.

Das Maximum der Biomasse wurde erst im August mit *Cyclotella* sp. als dominierende Art erreicht ( $323 \text{ mg/m}^3$ ). Im Herbstplankton fanden sich erstmals in größeren Mengen einige Chlorophyceen, die zusammen mit den Dinophyceen vorherrschten (siehe Zählprotokolle).



### Mondsee, 1994, 0-20 m

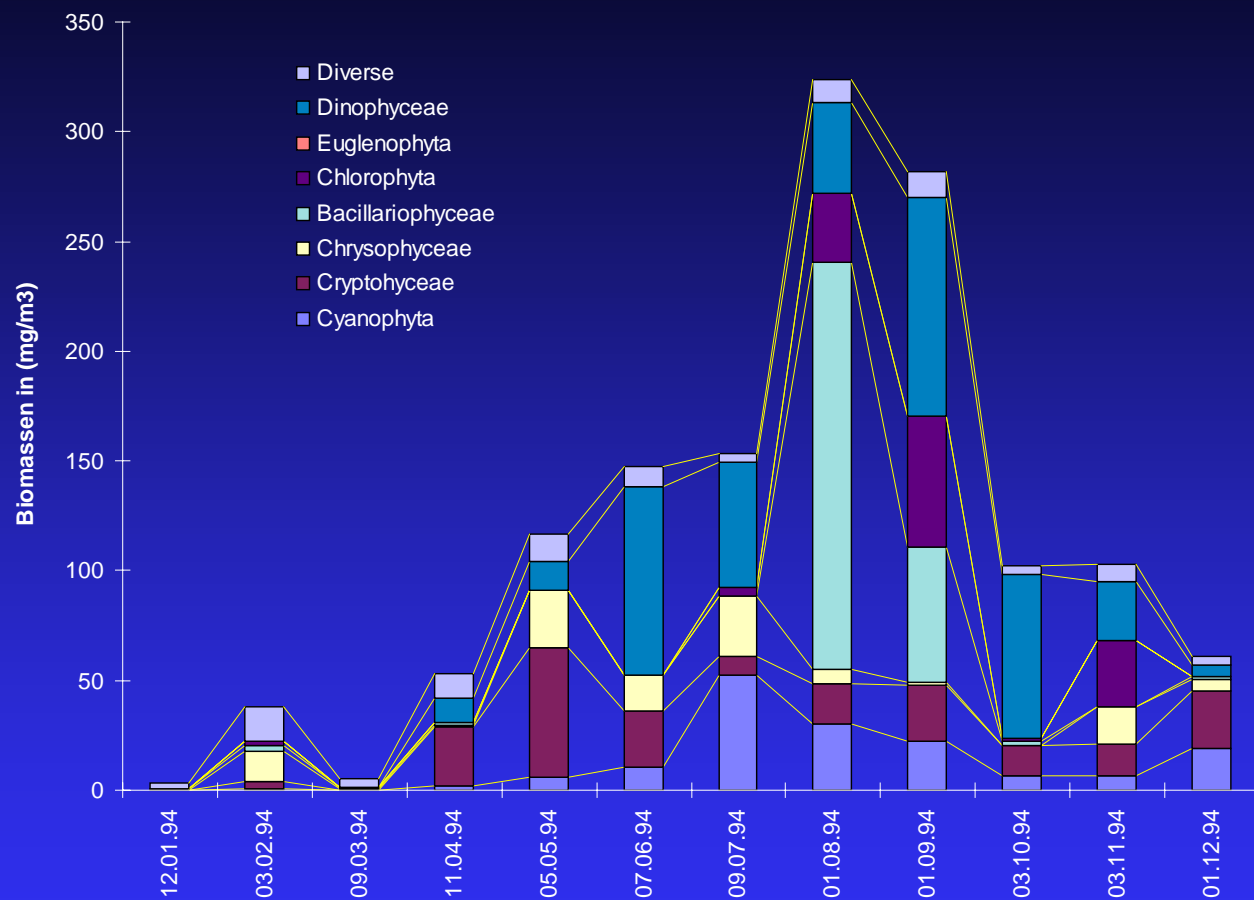


Abb. 21: Phytoplankton des Mondsees 1994



# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Mondsee 94-01-12 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
Coccale Formen	65	39468	2,6	82,4
<i>Cosmarium</i> sp.	2400	228	0,5	17,6
Cyanophyta				
Cryptophyceae				
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae				
Chlorophyta			0,5	17,6
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			2,6	82,4
GESAMTBIOMASSE			3,1	



Mondsee 94-02-03 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
Coccale Formen	65	236808	15,4	40,8
<i>Erkenia sp.</i>	35	355212	12,4	32,9
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	9164	3,5	9,2
<i>Tetrachlorella incerta</i>	20	78936	1,6	4,2
<i>Synedra acus</i>	2000	684	1,4	3,6
<i>Dinobryon divergens</i>	367	2291	0,8	2,2
<i>Synedra acus</i>	1000	798	0,8	2,1
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	3420	0,7	1,8
<i>Cosmarium sp.</i>	2400	228	0,5	1,4
<i>Synedra acus</i>	500	798	0,4	1,1
<i>Elakathotrix viridis</i>	53	4582	0,2	0,6
Cyanophyta			0,7	1,8
Cryptophyceae			3,5	9,2
Chrysophyceae			13,5	35,8
Bacillariophyceae			2,6	6,8
Chlorophyta			2,1	5,6
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			15,4	40,8
GESAMTBIOMASSE			37,8	



Mondsee 94-03-09 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
Coccale Formen	65	59202	3,8	72,5
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	912	0,7	13,7
<i>Erkenia</i> sp.	35	18324	0,6	12,1
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	456	0,1	1,7
Cyanophyta			0,1	1,7
Cryptophyceae				
Chrysophyceae			0,6	12,1
Bacillariophyceae			0,7	13,7
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			3,8	72,5
GESAMTBIOMASSE			5,3	



Mondsee 94-04-11 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	64134	24,4	45,7
Coccale Formen	65	177606	11,5	21,6
<i>Peridinium cinctum fo. westii</i>	47130	228	10,7	20,1
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	27486	2,7	5,1
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	10032	2,0	3,7
<i>Cyclotella sp.</i>	950	684	0,6	1,2
<i>Erkenia sp.</i>	35	18324	0,6	1,2
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	684	0,5	1,0
<i>Synedra sp.</i>	238	684	0,2	0,3
Cyanophyta			2,0	3,7
Cryptophyceae			27,1	50,8
Chrysophyceae			0,6	1,2
Bacillariophyceae			1,4	2,5
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae			10,7	20,1
Diverse			11,5	21,6
GESAMTBIOMASSE			53,4	



Mondsee 94-05-05 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cryptomonas</i> sp.	380	128268	48,7	41,7
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>stipitatum</i>	400	54972	22,0	18,8
<i>Coccale</i> Formen	65	197340	12,8	11,0
<i>Peridinium cinctum</i> fo. <i>westii</i>	47130	228	10,7	9,2
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	100782	10,1	8,6
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	30552	6,0	5,1
<i>Erkenia</i> sp.	35	118404	4,1	3,5
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	228	1,9	1,6
<i>Synedra</i> sp.	238	2052	0,5	0,4
Cyanophyta			6,0	5,1
Cryptophyceae			58,8	50,3
Chrysophyceae			26,1	22,4
Bacillariophyceae			0,5	0,4
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae			12,7	10,8
Diverse			12,8	11,0
GESAMTBIOMASSE			116,9	



Mondsee 94-06-07 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	912	50,0	33,9
<i>Peridinium cinctum fo. westii</i>	47130	684	32,2	21,9
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	45810	17,4	11,8
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	51984	10,2	6,9
<i>Dinobryon divergens</i>	367	27486	10,1	6,8
<i>Coccale Formen</i>	65	138138	9,0	6,1
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	82458	8,2	5,6
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	456	3,8	2,6
<i>Dinobryon sociale var. stipitatum</i>	400	9162	3,7	2,5
<i>Erkenia sp.</i>	35	78936	2,8	1,9
Cyanophyta			10,2	6,9
Cryptophyceae			25,7	17,4
Chrysophyceae			16,5	11,2
Bacillariophyceae				
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae			86,1	58,4
Diverse			9,0	6,1
GESAMTBIOMASSE			147,4	



Mondsee 94-07-09 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	266760	52,3	34,1
<i>Peridinium sp.</i>	3200	9162	29,3	19,1
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	456	25,0	16,3
<i>Dinobryon divergens</i>	367	54972	20,2	13,2
<i>Mallomonas sp.</i>	410	18324	7,5	4,9
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	18324	7,0	4,5
<i>Coccale Formen</i>	65	59202	3,8	2,5
<i>Cosmarium sp.</i>	204	18324	3,7	2,4
<i>Gymnodinium sp.</i>	5500	456	2,5	1,6
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	18324	1,8	1,2
Cyanophyta			52,3	34,1
Cryptophyceae			8,8	5,7
Chrysophyceae			27,7	18,1
Bacillariophyceae				
Chlorophyta			3,7	2,4
Euglenophyta				
Dinophyceae			56,8	37,1
Diverse			3,8	2,5
GESAMTBIOMASSE			153,2	



Mondsee 94-08-01 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cyclotella</i> sp.	570	325251	185,4	57,3
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	684	37,5	11,6
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	152304	29,9	9,2
<i>Coenococcus</i> sp.	268	109944	29,5	9,1
<i>Cryptomonas</i> sp.	380	27486	10,4	3,2
<i>Coccale Formen</i>	65	157872	10,3	3,2
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	82458	8,2	2,5
<i>Dinobryon acuminatum</i>	350	18324	6,4	2,0
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	228	1,9	0,6
<i>Gymnodinium</i> sp.	5500	342	1,9	0,6
<i>Cosmarium</i> sp.	204	9162	1,9	0,6
<i>Cyclotella</i> sp.	950	228	0,2	0,1
Cyanophyta			29,9	9,2
Cryptophyceae			18,7	5,8
Chrysophyceae			6,4	2,0
Bacillariophyceae			185,6	57,4
Chlorophyta			31,3	9,7
Dinophyceae			41,3	12,8
Diverse			10,3	3,2
GESAMTBIOMASSE			323,5	





Mondsee 94-09-01 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	1824	100,1	35,5
<i>Coenococcus</i> sp.	268	219888	58,9	20,9
<i>Cyclotella</i> sp.	570	100782	57,4	20,4
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	114456	22,4	8,0
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	142011	14,2	5,0
<i>Coccale Formen</i>	65	177606	11,5	4,1
<i>Cryptomonas</i> sp.	380	27486	10,4	3,7
<i>Synedra acus</i>	1000	2964	3,0	1,1
<i>Erkenia</i> sp.	35	39468	1,4	0,5
<i>Tetrachlorella incerta</i>	20	36648	0,7	0,3
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	912	0,7	0,3
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	228	0,5	0,2
<i>Cyclotella</i> sp.	950	228	0,2	0,1
<i>Asterionella formosa</i>	560	342	0,2	0,1
Cyanophyta			22,4	8,0
Cryptophyceae			25,2	8,9
Chrysophyceae			1,4	0,5
Bacillariophyceae			61,5	21,8
Chlorophyta			59,7	21,2
Dinophyceae			100,1	35,5
Diverse			11,5	4,1
GESAMTBIOMASSE			281,8	



Mondsee 94-10-03 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	1368	75,1	73,3
<i>Cryptomonas</i> sp.	380	32067	12,2	11,9
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	32832	6,4	6,3
<i>Coccale</i> Formen	65	59202	3,8	3,8
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	18324	1,8	1,8
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	2052	1,6	1,6
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	33	27486	0,9	0,9
<i>Cyclotella</i> sp.	950	342	0,3	0,3
<i>Asterionella formosa</i>	560	342	0,2	0,2
Cyanophyta			6,4	6,3
Cryptophyceae			14,0	13,7
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			2,2	2,1
Chlorophyta			0,9	0,9
Dinophyceae			75,1	73,3
Diverse			3,8	3,8
GESAMTBIOMASSE			102,4	



Mondsee 94-11-03 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Coenococcus</i> sp.	268	109944	29,5	28,6
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	456	25,0	24,3
<i>Dinobryon divergens</i>	367	45810	16,8	16,3
<i>Cryptomonas</i> sp.	380	27486	10,4	10,1
<i>Coccale</i> Formen	65	118404	7,7	7,5
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	34656	6,8	6,6
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	36648	3,7	3,6
<i>Gymnodinium</i> sp.	8900	228	2,0	2,0
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	33	22905	0,8	0,7
<i>Asterionella formosa</i>	560	456	0,3	0,2
Cyanophyta			6,8	6,6
Cryptophyceae			14,1	13,7
Chrysophyceae			16,8	16,3
Bacillariophyceae			0,3	0,2
Chlorophyta			30,2	29,4
Euglenophyta				
Dinophyceae			27,1	26,3
Diverse			7,7	7,5
GESAMTBIOMASSE			102,9	



Mondsee 94-12-01 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	50391	19,1	31,3
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	97584	19,1	31,2
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	684	5,7	9,4
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	54972	5,5	9,0
<i>Dinobryon divergens</i>	367	13743	5,0	8,2
<i>Coccale Formen</i>	65	59202	3,8	6,3
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	684	1,6	2,7
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	1482	1,2	1,9
Cyanophyta			19,1	31,2
Cryptophyceae			26,3	42,9
Chrysophyceae			5,0	8,2
Bacillariophyceae			1,2	1,9
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae			5,7	9,4
Diverse			3,8	6,3
GESAMTBIOMASSE			61,2	



# MONDSEE

Aus- fahrts- nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht- tiefe m	Seefarbe n. FU	See- grund m	Luft- temp. ° C
319	14.01.97	Tiefste Stelle	-8,5	11	-66,8	3,8
320	04.02.97	Tiefste Stelle	-7,7	13	-67,0	-1,4
321	03.03.97	Tiefste Stelle	-5,3	11	-65,3	7,8
322	02.04.97	Tiefste Stelle	-5,8	11	-66,9	5,0
323	06.05.97	Tiefste Stelle	-7,5	11	-66,6	13,3
324	05.06.97	Tiefste Stelle	-4,8	12-13	-63,3	14,6
325	03.07.97	Tiefste Stelle	-4,2	milchig grün	-66,6	16,7
326	05.08.97	Tiefste Stelle	-3,8	12	-66,0	20,2
327	01.09.97	Tiefste Stelle	-4,0	11	-64,6	17,5
328	06.10.97	Tiefste Stelle	-6,0	10	-66,6	11,4
329	05.11.97	Tiefste Stelle	-7,6	11	-66,5	7,4
330	02.12.97	Tiefste Stelle	-12,0	10	-63,9	4,1



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- nummer	Datum	Witterung	Wind- stärke	Uhr- zeit	Winter- decke cm	Extink- tionsko- effizient	1 % Lichttiefe in m
319	14.01.97	heiter, Bodennebel	3-	08,15			
320	04.02.97	heiter	3-	09,10			
321	03.03.97	bedeckt	0-	08,45			
322	02.04.97	bewölkt	0-	08,00			
323	06.05.97	heiter, föhnig	3	07,35			
324	05.06.97	heiter	2-3	08,00			
325	03.07.97	heiter	3	07,25			
326	05.08.97	heiter - leicht wolkig	1	07,45			
327	01.09.97	wolkenlos, Frühnebel	0-	07,50			
328	06.10.97	wolkenlos	1	08,45			
329	05.11.97	heiter, föhnig	3-	07,50			
330	02.12.97	bedeckt	2-3	07,40			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
 Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
319	14.01.97	-0,0	1,8	11,8	91							
		-2,0	2,0	11,6	89	8,00	321	3,25	0	7	2	5
		-5,0	2,0	11,6	89	8,05	323	3,25	0	7	2	5
		-8,0	2,2	11,6	90							
		-10,0	2,3	11,5	90	8,05	324	3,20	0	8	2	6
		-12,0	2,5	11,2	87							
		-15,0	2,6	11,1	87	8,00	326	3,25	0	7	3	4
		-20,0	2,7	11,0	86	8,00	325	3,10	1	7	4	3
		-30,0	2,7	11,0	87	8,00	325	3,25	1	7	2	5
		-40,0	3,1	10,6	84	8,00	324	3,20	1	6	3	3
		-50,0	3,3	10,3	82	8,00	324	3,20	1	6	3	3
		-55,0	3,4	10,3	83							
		-60,0	3,4	10,1	81	8,00	324	3,20	2	7	3	4
		-66,3	3,5	10,2	81	8,00	324	3,20	2	8	3	5



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

319	14.01.97	-0,0							
		-2,0	3	645	5,9		2,7		
		-5,0	0	645	5,9		2,7		
		-8,0							
		-10,0	0	647	5,9		2,7		
		-12,0							
		-15,0	2	670	5,9		2,8		
		-20,0	0	652	5,9		2,8		
		-30,0	1	661	5,9		2,8		
		-40,0	2	638	5,9		2,9		
		-50,0	1	666	5,9		3,0		
		-55,0							
		-60,0	2	661	5,9		3,1		
		-66,3	1	638	5,9		3,1		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
320	04.02.97	-0,0	2,0	12,3	95							
		-1,0	2,1									
		-2,0	2,2	12,3	95	8,10	320	3,25	0	1	0	1
		-5,0	2,2	12,2	95	8,15	323	3,25	0	1	0	1
		-8,0	2,2	12,2	95							
		-10,0	2,2	12,1	94	8,10	324	3,25	0	2	0	2
		-12,0	2,2	12,2	94							
		-15,0	2,2	12,1	93	8,10	325	3,25	0	1	0	1
		-20,0	2,4	11,8	92	8,10	323	3,25	0	1	0	1
		-30,0	2,8	10,8	85	8,00	323	3,20	1	1	1	0
		-40,0	3,0	10,9	86	8,00	323	3,20	1	1	1	0
		-50,0	3,2	10,5	83	8,00	323	3,20	2	3	2	1
		-55,0	3,3	10,1	80							
		-60,0	3,3	9,7	77	7,95	324	3,20	3	4	3	1
		-66,5	3,3	9,7	78	7,95	325	3,20	3	5	3	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
320	04.02.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	555	5,9		2,4			
		-5,0	574	5,9		2,4			
		-8,0							
		-10,0	554	5,9		2,4			
		-12,0							
		-15,0	578	5,9		2,5			
		-20,0	559	5,9		2,5			
		-30,0	568	5,9		2,8			
		-40,0	552	5,9		2,7			
		-50,0	541	5,9		2,8			
		-55,0							
		-60,0	512	5,9		2,8			
		-66,5	525	5,9		3,1			

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
321	03.03.97	-0,0	3,1	11,9	94							
		-1,0	2,7									
		-2,0	2,7	11,8	93	8,05	321	3,25	0	7	3	4
		-3,0	2,7									
		-4,0	2,7									
		-5,0	2,7	11,8	93	8,10	324	3,25	0	7	3	4
		-8,0	2,7	11,9	93							
		-10,0	2,7	11,8	93	8,10	325	3,25	0	7	3	4
		-12,0	2,7	11,9	93							
		-15,0	2,7	11,8	93	8,05	325	3,25	0	7	2	5
		-20,0	2,8	11,9	93	8,10	325	3,25	0	7	3	4
		-30,0	2,9	11,7	92	8,05	326	3,25	0	8	3	5
		-40,0	2,9	11,8	93	8,05	326	3,25	0	7	3	4
		-50,0	2,9	11,7	92	8,05	327	3,25	0	7	3	4
		-55,0	2,9	11,7	93							
		-60,0	2,9	11,7	92	8,05	327	3,25	0	8	3	5
		-64,8	2,9	11,7	92	8,05	327	3,25	0	7	3	4



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>2+</sup>	SiO <sub>2</sub>	Ges. Härte	KMnO <sub>4</sub>
		m	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/l	mg/m <sup>3</sup>	mg/l	°dH	mg/l

321	03.03.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	6	630	5,7		2,4		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	3	616	5,7		2,5		
		-8,0							
		-10,0	3	557	5,7		2,5		
		-12,0							
		-15,0	3	667	5,7		2,5		
		-20,0	3	646	5,7		2,4		
		-30,0	4	647	5,7		2,5		
		-40,0	5	602	5,7		2,5		
		-50,0	6	663	5,7		2,5		
		-55,0							
		-60,0	6	658	5,7		2,5		
		-64,8	5	614	5,7		2,5		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
322	02.04.97	-0,0	4,2	12,4	102							
		-1,0	3,8									
		-2,0	3,7	12,4	100	8,15	316	3,25	0	9	3	6
		-3,0	3,7									
		-4,0	3,7									
		-5,0	3,7	11,6	94	8,15	321	3,25	0	9	3	6
		-6,0	3,7									
		-7,0	3,7									
		-8,0	3,7	12,3	99							
		-10,0	3,7	12,3	99	8,15	323	3,25	0	8	3	5
		-12,0	3,7	12,4	100							
		-15,0	3,7	12,4	100	8,15	322	3,20	0	8	3	5
		-20,0	3,7	12,6	102	8,15	323	3,25	0	8	3	5
		-30,0	3,8	12,2	99	8,10	324	3,25	0	9	3	6
		-40,0	3,8	12,3	99	8,15	324	3,25	0	8	3	5
		-50,0	3,8	12,3	99	8,15	324	3,25	0	8	3	5
		-55,0	3,8	12,2	99							
		-60,0	3,8	12,3	99	8,10	325	3,25	0	8	3	5
		-66,4	3,9	12,2	99	8,10	325	3,25	0	9	3	6



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
322	02.04.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	632	6,2		2,2		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	675	6,0		2,2		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-10,0	0	674	6,0		2,2		
		-12,0							
		-15,0	0	673	6,0		2,2		
		-20,0	0	673	6,0		2,2		
		-30,0	0	678	6,0		2,2		
		-40,0	0	670	6,0		2,2		
		-50,0	0	670	6,0		2,2		
		-55,0							
		-60,0	0	696	6,0		2,2		
		-66,4	0	667	6,1		2,3		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
323	06.05.97	-0,0	6,7	12,9	112							
		-1,0	6,4									
		-2,0	6,3	12,8	110	8,35	322	3,25	0	8	3	5
		-3,0	6,2									
		-4,0	6,2									
		-5,0	6,2	12,7	109	8,35	325	3,25	0	9	3	6
		-6,0	6,2									
		-7,0	6,2									
		-8,0	6,2	12,7	109							
		-9,0	6,2									
		-10,0	6,1	12,7	109	8,35	325	3,25	0	8	3	5
		-12,0	6,0	12,8	110							
		-15,0	5,9	12,7	108	8,30	325	3,25	0	8	3	5
		-20,0	5,4	12,7	107	8,25	325	3,20	0	8	3	5
		-30,0	4,8	12,5	104	8,20	325	3,20	0	7	3	4
		-40,0	4,8	12,3	102	8,20	325	3,20	0	7	3	4
		-50,0	4,8	12,4	103	8,20	327	3,20	0	7	3	4
		-55,0	4,8	12,4	103							
		-60,0	4,8	12,1	100	8,20	328	3,20	0	7	3	4
		-66,1	4,7	11,5	95	8,10	330	3,20	0	9	3	6



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
323	06.05.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	589	5,8		1,6		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	620	5,8		1,6		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	0	625	5,6		1,7		
		-12,0							
		-15,0	0	639	5,6		1,6		
		-20,0	1	518	5,6		1,8		
		-30,0	9	637	5,6		2,0		
		-40,0	9	615	5,6		2,1		
		-50,0	10	651	5,7		2,1		
		-55,0							
		-60,0	13	629	5,7		2,1		
		-66,1	25	625	5,7		2,4		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18





Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
324	05.06.97	-0,0	14,3	11,2	117							
		-1,0	14,1									
		-2,0	14,1	11,4	118	8,45	311	3,15	0	7	3	4
		-3,0	14,1									
		-4,0	14,1									
		-5,0	14,0	11,3	117	8,45	314	3,15	0	7	3	4
		-6,0	13,5									
		-7,0	12,9									
		-8,0	12,5	11,8	118							
		-9,0	11,8									
		-10,0	10,5	12,8	122	8,45	319	3,20	0	9	3	6
		-12,0	8,7	13,0	119							
		-15,0	6,6	12,3	107	8,30	325	3,25	0	9	3	6
		-20,0	6,6	11,6	101	8,20	324	3,20	0	8	3	5
		-30,0	6,3	11,5	99	8,20	325	3,25	0	7	2	5
		-40,0	6,3	11,5	99	8,25	325	3,20	0	6	2	4
		-50,0	5,0	11,2	94	8,15	328	3,25	0	6	3	3
		-55,0	5,1	10,3	86							
		-60,0	4,9	9,3	77	8,00	331	3,30	0	8	3	5
		-62,8	5,0	8,9	74	8,00	331	3,25	0	10	4	6



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
324	05.06.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	7	568	6,1		0,7		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	3	585	6,1		0,7		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	3	629	6,1		0,9		
		-12,0							
		-15,0	1	662	6,1		1,7		
		-20,0	16	654					
		-30,0	23	566	6,1		2,1		
		-40,0	18	663	6,1		1,9		
		-50,0	26	633	6,1		2,4		
		-55,0							
		-60,0	100	574	6,3		3,5		
		-62,8	129	559	6,2		3,8		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
325	03.07.97	-0,0	18,7	9,9	113							
		-1,0	18,8									
		-2,0	18,8	9,9	113	8,35	299	3,00	0	5	3	2
		-3,0	18,8									
		-4,0	18,8									
		-5,0	18,8	9,8	112	8,35	301	2,95	0	10	2	8
		-6,0	18,5									
		-7,0	16,7									
		-8,0	16,3	10,2	111							
		-9,0	13,6									
		-10,0	11,5	11,3	110	8,25	321	3,15	0	7	3	4
		-12,0	8,8	11,7	107							
		-15,0	8,3	11,2	102	8,20	324	3,20	0	8	3	5
		-20,0	6,0	10,7	92	8,10	329	3,25	0	8	3	5
		-30,0	5,3	10,6	89	8,10	329	3,25	0	5	3	2
		-40,0	5,1	10,5	88	8,10	330	3,20	0	5	3	2
		-50,0	5,1	9,7	81	8,00	331	3,25	0	7	4	3
		-55,0	4,9	9,1	76							
		-60,0	4,9	8,0	67	7,90	333	3,25	0	7	3	4
		-66,1	4,9	6,7	56	7,85	334	3,25	1	10	4	6



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
325	03.07.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	2	302	5,6		0,4		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	2	306	5,7		0,4		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	12	360	5,9		0,9		
		-12,0							
		-15,0	6	400	5,6		1,5		
		-20,0	29	385	5,6		2,0		
		-30,0	34	434	5,7		2,2		
		-40,0	12	433	5,5		2,4		
		-50,0	3	462	5,4		2,7		
		-55,0							
		-60,0	17	556	5,5		3,8		
		-66,1	66	552	4,9		4,6		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
326	05.08.97	-0,0	19,9	10,7	125							
		-1,0	19,9									
		-2,0	19,5	11,7	135	8,50	278	2,85	0	7	4	3
		-3,0	19,1									
		-4,0	18,9									
		-5,0	17,0	10,6	117	8,40	300	3,00	0	10	4	6
		-6,0	16,1									
		-7,0	15,3									
		-8,0	15,2	8,6	91							
		-9,0	14,9									
		-10,0	14,8	8,5	89	8,15	307	3,05	0	9	4	5
		-12,0	11,7	8,6	85							
		-15,0	9,2	9,3	86	8,05	325	3,20	0	8	3	5
		-20,0	6,1	9,7	83	8,00	331	3,25	0	9	3	6
		-30,0	5,6	9,8	83							
		-40,0	5,1	9,4	79	8,00	333	3,25	1	11	4	7
		-50,0	5,0	8,6	71	7,95	334	3,25	2	6	4	2
		-55,0	5,0	7,6	64							
		-60,0	5,0	4,9	41	7,80	337	3,30	7	15	10	5
		-65,5	4,9	2,7	22	7,75	339	3,30	13	25	16	9



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
326	05.08.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	2	387	4,6		0,9		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	8	376	4,3		1,4		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	25	557	4,3		1,6		
		-12,0							
		-15,0	18	658	5,5		1,6		
		-20,0	0	694	5,5		2,0		
		-30,0							
		-40,0	0	717	5,9		2,5		
		-50,0	0	712	5,9		3,0		
		-55,0							
		-60,0	0	688	5,9		5,1		
		-65,5	44	490	5,9		6,3		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
327	01.09.97	-0,0	20,2	9,9	116							
		-1,0	20,1									
		-2,0	20,1	9,8	115	8,35	272	2,75	0	6	3	3
		-3,0	20,1									
		-4,0	20,1									
		-5,0	20,1	9,9	117	8,35	275	2,75	0	8	3	5
		-6,0	19,8									
		-7,0	17,7									
		-8,0	16,8	7,8	86							
		-9,0	16,2									
		-10,0	14,5	6,5	68	7,95	309	3,10	0	7	3	4
		-12,0	11,4	6,9	67							
		-15,0	9,5	7,6	71	7,95	322	3,20	1	5	3	2
		-20,0	7,2	8,5	75							
		-30,0	6,4	8,9	77	8,00	328	3,25	0	5	3	2
		-40,0	5,1	8,5	71	7,95	329	3,30	1	4	3	1
		-50,0	5,1	7,9	66	7,90	330	3,25	1	5	3	2
		-55,0	5,0	6,6	55							
		-60,0	5,0	4,6	39	7,75	334	3,30	6	14	9	5
		-64,1	5,0	3,0	25	7,70	336	3,35	9	27	12	15



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
327	01.09.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	1	338	5,5		0,6		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	1	302	5,1		0,6		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	12	650	5,4		1,5		
		-12,0							
		-15,0	0	676	5,8		1,7		
		-20,0							
		-30,0	0	718	6,2		2,2		
		-40,0	0	719	6,4		2,6		
		-50,0	0	703	6,4		3,1		
		-55,0							
		-60,0	0	687	6,4		4,8		
		-64,1	20	439	6,4		5,4		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18





Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
328	06.10.97	-0,0	15,5	10,0	107							
		-2,0	15,5	9,3	100	8,30	297	2,85	0	7	4	3
		-3,0	15,4									
		-4,0	15,4									
		-5,0	15,4	9,3	99	8,35	300	2,90	0	7	3	4
		-6,0	15,4									
		-7,0	15,4									
		-8,0	15,2	8,8	94							
		-9,0	15,2									
		-10,0	14,8	8,3	87	8,15	308	2,90	0	7	3	4
		-12,0	13,2	6,8	69							
		-15,0	8,8	6,7	61	7,85	338	3,20	0	6	3	3
		-20,0	6,6	7,4	64	7,85	341	3,25	0	6	3	3
		-30,0	5,5	8,9	75	7,95	342	3,25	0	5	3	2
		-40,0	5,2	7,1	60	7,90	344	3,30	2	9	4	5
		-50,0	5,0	6,0	50	7,85	345	3,30	4	12	7	5
		-55,0	4,9	4,5	37							
		-60,0	4,8	1,8	15	7,70	348	3,30	13	24	16	8
		-66,1	4,9	1,3	11	7,60	352	3,35	14	39	18	21



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
328	06.10.97	-0,0							
		-2,0	14	446	5,1		0,6		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	14	404	5,1		0,6		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	16	501	5,1		1,0		
		-12,0							
		-15,0	0	697	6,3		1,9		
		-20,0	0	699	6,3		2,1		
		-30,0	0	725	6,3		2,3		
		-40,0	0	715	6,3		2,9		
		-50,0	0	650	6,3		3,6		
		-55,0							
		-60,0	0	656	6,3		5,4		
		-66,1	79	423	6,3		6,1		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
329	05.11.97	-0,0	8,9	9,7	90							
		-2,0	8,8	9,7	89	8,15	306	3,05	0	9	3	6
		-5,0	8,8	9,9	90	8,15	311	3,05	0	7	3	4
		-6,0	8,8									
		-7,0	8,8									
		-8,0	8,8	9,7	89							
		-9,0	8,8									
		-10,0	8,8	9,6	88	8,15	311	3,05	0	6	3	3
		-12,0	8,8	9,7	89							
		-15,0	8,8	9,6	88	8,15	312	3,05	0	6	3	3
		-20,0	7,9	8,2	74	8,00	322	3,15	0	6	3	3
		-30,0	5,6	7,5	64	7,90	334	3,20	1	5	3	2
		-40,0	5,3	7,2	61	7,85	334	3,20	2	6	5	1
		-50,0	5,2	5,1	43	7,70	336	3,30	6	14	9	5
		-55,0	5,0	3,4	29							
		-60,0	4,9	2,3	19	7,60	338	3,30	12	20	16	4
		-66,0	5,0	1,7	14	7,65	340	3,35	13	35	17	18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
329	05.11.97	-0,0							
		-2,0	2	528	5,4		1,3		
		-5,0	1	520	5,4		1,3		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	2	525	5,4		1,3		
		-12,0							
		-15,0	3	531	5,4		1,3		
		-20,0	0	601	5,4		1,8		
		-30,0	0	734	5,7		2,4		
		-40,0	0	584	5,8		2,9		
		-50,0	0	642	5,8		4,0		
		-55,0							
		-60,0	0	661	5,8		5,0		
		-66,0	105	450	5,8		5,7		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
330	02.12.97	-0,0	6,7	6,7	90							
		-2,0	6,6	6,6	89	8,15	317	3,15	0	5	3	2
		-5,0	6,6	6,6	88	8,15	316	3,15	0	6	3	3
		-8,0	6,6	6,6	88							
		-9,0	6,6									
		-10,0	6,6	6,6	89	8,10	316	3,15	0	6	3	3
		-12,0	6,6	6,6	88							
		-15,0	6,6	6,6	89	8,10	316	3,15	0	5	3	2
		-20,0	6,6	6,6	90	8,10	318	3,10	0	6	3	3
		-30,0	5,4	5,4	62	7,85	333	3,25	1	5	3	2
		-40,0	5,2	5,2	50	7,80	334	3,25	4	8	6	2
		-50,0	5,0	5,0	47	7,75	335	3,30	5	9	9	0
		-55,0	5,0	5,0	37							
		-60,0	4,8	4,8	31	7,70	336	3,30	7	14	9	5
		-63,9	4,9	4,9	30	7,65	336	3,25	8	15	10	5



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
330	02.12.97	-0,0							
		-2,0	6	593	5,7		1,6		
		-5,0	6	543	5,7		1,6		
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	6	606	5,7		1,6		
		-12,0							
		-15,0	7	537	5,7		1,6		
		-20,0	7	595	5,7		1,6		
		-30,0	0	690	5,8		3,0		
		-40,0	0	650	6,0		3,8		
		-50,0	1	665	6,0		3,9		
		-55,0							
		-60,0	4	653	6,0		4,9		
		-63,9	9	481	6,0		5,1		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



# Nussensee



Inhalt

## Allgemeine Bemerkungen

Der Nussensee liegt bei etwa 47° 42' n. B. und 13° 34' ö. L. am Fuße des Katergebirges. Die Seewanne wurde durch eine Überschiebung der Dachsteindecke vorgebildet und nachträglich durch eine Seitenzunge des Traungletschers ausgeschliffen. Der ovale See hat steinige Ufer und ist rundum von Wald umgeben. Das Einzugsgebiet liegt zur Gänze im Kalkbereich. Er wird nur durch kleine Zubringerbäche, die nicht ständig Wasser führen, und durch unterseeische Karstquellen gespeist und durch den Nussenbach entwässert. Der Seespiegel weist extreme Schwankungen auf, die 5 bis 6 m erreichen können.

Der Nussensee friert im Winter fast regelmäßig zu und durchmischt zweimal jährlich. Im Sommer erreicht er an der Oberfläche hohe Tempera-





turen, weshalb er von zahlreichen Badegästen besucht wird. Aufgrund der niedrigen Nährstoffkonzentrationen kann der Nussensee als oligotroph bezeichnet werden.



Nussensee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	2	11,9	1,5	22,3
Sichttiefe		2		6,0	7,2
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-14 m	2	9,8	2,0	12,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		8,0	12,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	2		5,2	7,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		0,0	12,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-14 m	2	5,5	0,0	12,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0- 14m	2		11,5	12,8
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0- 14m	2		0,8	2,2

Charakteristische Werte aus dem Jahr 1994

Untersuchungen am 23. Februar und am 7. Juli 1994:

Sichttiefe: Am 23. Februar betrug die Sichttiefe nur 6,0 m. Der See trug eine Winterdecke von etwa 28 cm Dicke und erschien durch das Eisloch dunkelbraun.

Bei der Untersuchung am 7. Juli betrug die Sichttiefe 7,2 m.

Temperatur: Der Temperaturverlauf im Winter zeigte eine inverse Schichtung, bei der in 2 m Tiefe eine Temperatur von 4,0 °C herrschte. Erstaunlicherweise erhöhte sich die Temperatur von 2 m an, bis sie über Grund 4,7 °C erreichte. Dieses Phänomen kann jedoch durch unterseeische Karstquellen erklärt werden, aus welchen Wasser mit höherer Temperatur entspringt. Im Sommer



nahm die Temperatur von der Oberfläche bis etwa 5 m Tiefe von 22,3 °C bis 10,2 °C fast linear ab. Dieser steile Temperaturgradient wurde ab 5 m etwas flacher und näherte sich allmählich der Tiefentemperatur von 6,1 °C. Die starke Temperaturabnahme im Bereich der obersten 5 m erinnert eher an eine Sprungschicht als an ein Epilimnion.

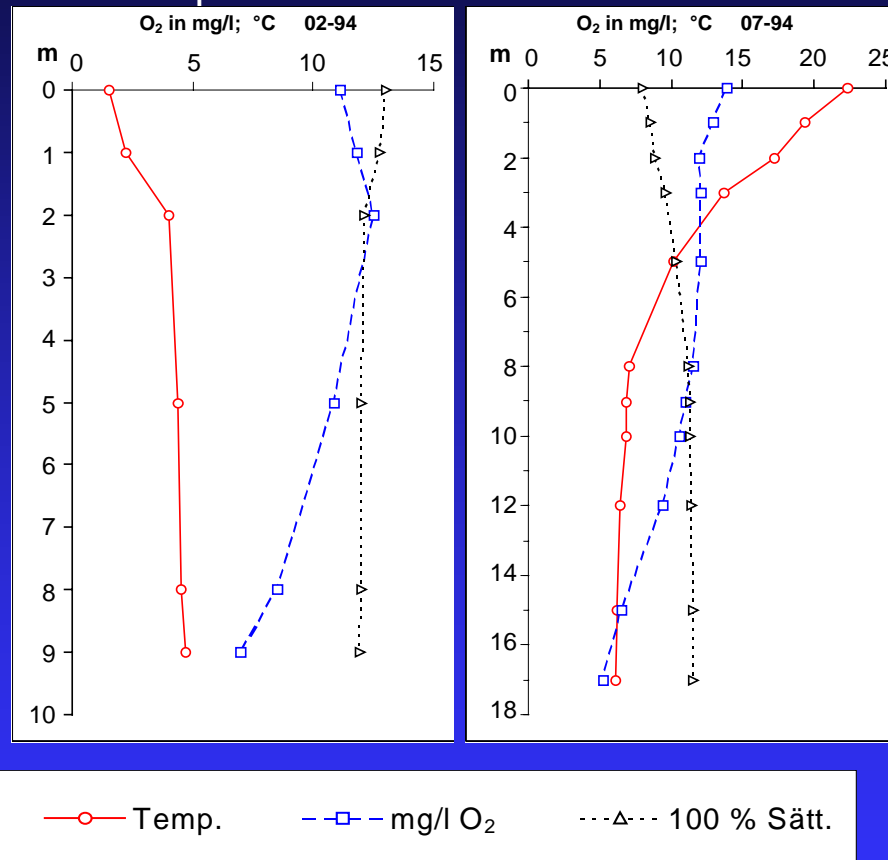


Abb. 1: Verlauf von Temperatur und Sauerstoff im Nussensee: a) am 23. Februar und b) am 7. Juli 1994

Sauerstoff: Infolge des inversen Temperaturverlaufs im Winter ergab sich in der Schicht bis 2 m Tiefe eine Untersättigung mit Sauerstoff. In 2 m Tiefe war das Sauerstoffdefizit wieder aufgefüllt, aber bereits ab 3 m begann die Sauerstoffkonzentration zu sinken. Über Grund wurden im Februar nur mehr 7,0 mg/l (59 % Sättigung) gemessen.

Im Juli herrschte an der Oberfläche wegen der hohen Wassertemperatur eine Übersättigung von 172 %. Die Sauerstoffkonzentration betrug dort 13,9 mg/l.

Die Abnahme des Sauerstoffs erfolgte bis 2 m Tiefe relativ rasch; zwischen 2 und 8 m Tiefe war die Konzentration nahezu konstant und leicht übersättigt. Erst ab einer Tiefe von etwa 9 m wurde der Sauerstoffgradient wieder steiler, bis die Konzentration über Grund ihr Minimum von 5,2 mg/l (45 % Sättigung) erreichte.

Leitfähigkeit: Der Anstieg der Leitfähigkeit mit zunehmender Tiefe erfolgte im Winter bis 5 m Tiefe sehr langsam (von 210 bis 220  $\mu\text{S/cm}$ ). Ab 5 m nahm die Leitfähigkeit bis zum Grund sprunghaft zu (276  $\mu\text{S/cm}$ ).

Im Sommer war der Schwankungsbereich bedeutend geringer (von 197 bis 219  $\mu\text{S/cm}$ ).

pH-Wert: Die pH-Werte nahmen von der Oberfläche gegen die Tiefe hin ab. Im Winter war die Differenz zwischen Oberfläche und Grund sehr gering (7,85 - 7,70).



Beim Probennahmetermin im Juli hatte die Schicht bis 5 m einen pH-Wert von 8,15. Die Abnahme des pH-Wertes erfolgte ab 5 m und endete über Grund bei 7,60. Im August 1979 schwankte der pH-Wert nur von 8,20 bis 7,90.

Alkalinität: Die Alkalinität des Nussensees war relativ niedrig, obwohl sein Einzugsgebiet zur Gänze im Kalk liegt. Nur im Winter war sie leicht erhöht. Sie reichte von 2,25 bis 2,70 mval/l (in Carbonathärte 6,3 bis 7,6 °dH). Im Sommer schwankte die Alkalinität von 2,05 bis 2,25 mval/l (in Carbonathärte 5,7 bis 6,3 °dH).

Gesamt-Phosphor: Die Phosphorkonzentrationen hatten sich gegenüber 1979 deutlich verringert. Im August 1979 wies der Nussensee Konzentrationen zwischen 13 und 19 mg/m<sup>3</sup> auf, wobei ebenso wie 1994 eine Unterscheidung zwischen Epilimnion und Hypolimnion nicht möglich war.

Bei der Untersuchung im Februar 1994 lag die Konzentration der obersten 5 m zwischen 4 und 5 mg/m<sup>3</sup>, bei der 9 m Probe (bei dieser Serie die Grundprobe) waren 8 mg/m<sup>3</sup> das Maximum.

Im Sommer war die Konzentration in der Oberflächenschicht noch geringer, sie stieg aber bei 5 m Tiefe auf 6 mg/m<sup>3</sup> an und erhöhte sich erst bei 15 und 17 m Tiefe auf 7 bzw. 12 mg/m<sup>3</sup>.



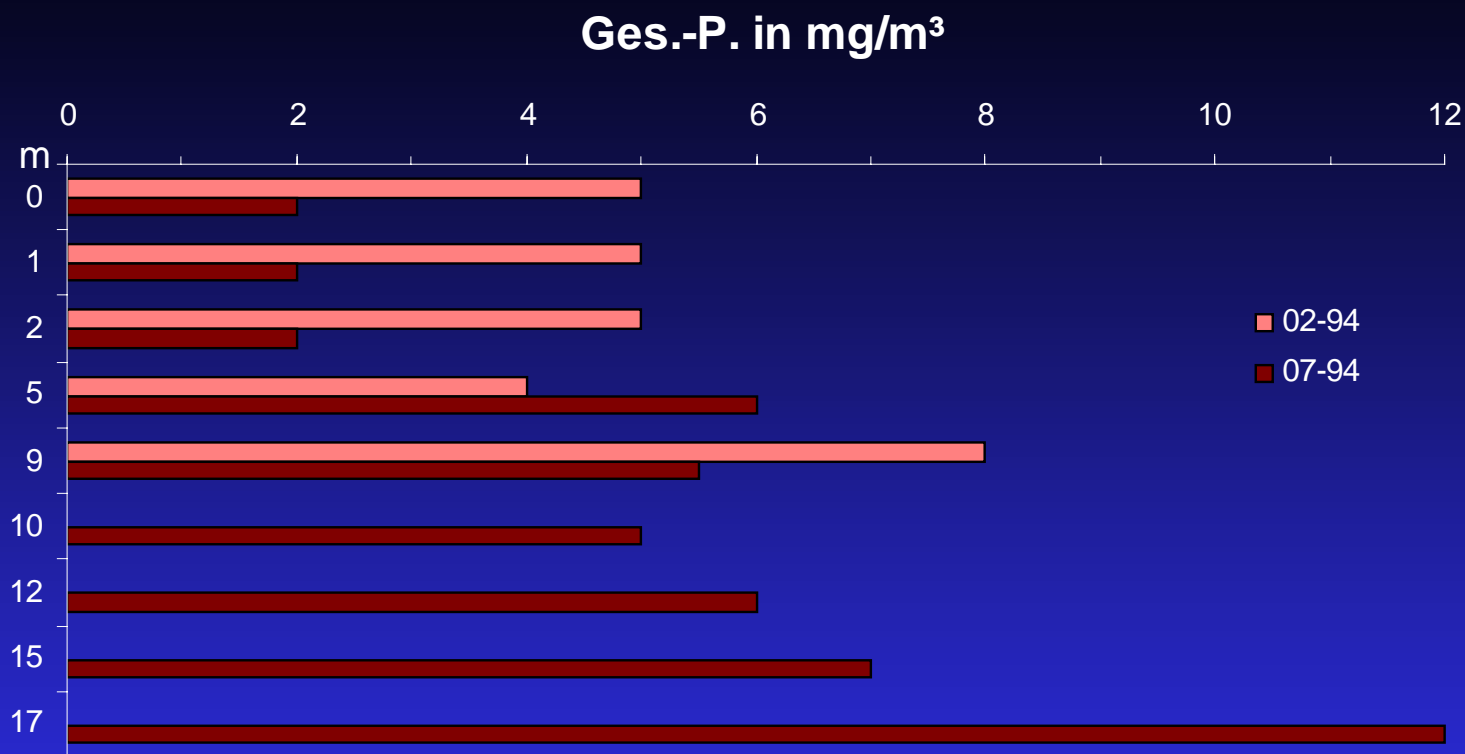


Abb. 2: Konzentrationen des Gesamt-Phosphores im Nussensee 1994

Ammonium-Stickstoff: Auch die Ammonium-Konzentrationen bewegten sich auf niedrigstem Niveau. Während im Februar der Ammonium-Stickstoff unter der Nachweisbarkeitsgrenze blieb, stiegen die Werte im Sommer leicht an, von der Oberfläche bis 15 m Tiefe auf 8 mg/m<sup>3</sup> und über Grund bei 17 m Tiefe auf 12 mg/m<sup>3</sup>. Im Vergleich zu 1979, als die Ammonium-Stickstoffwerte noch Größen von 43 bis 90 mg/m<sup>3</sup> erreichten, bedeutet dies eine Verminderung auf weniger als 1/7 der damaligen Konzentration.

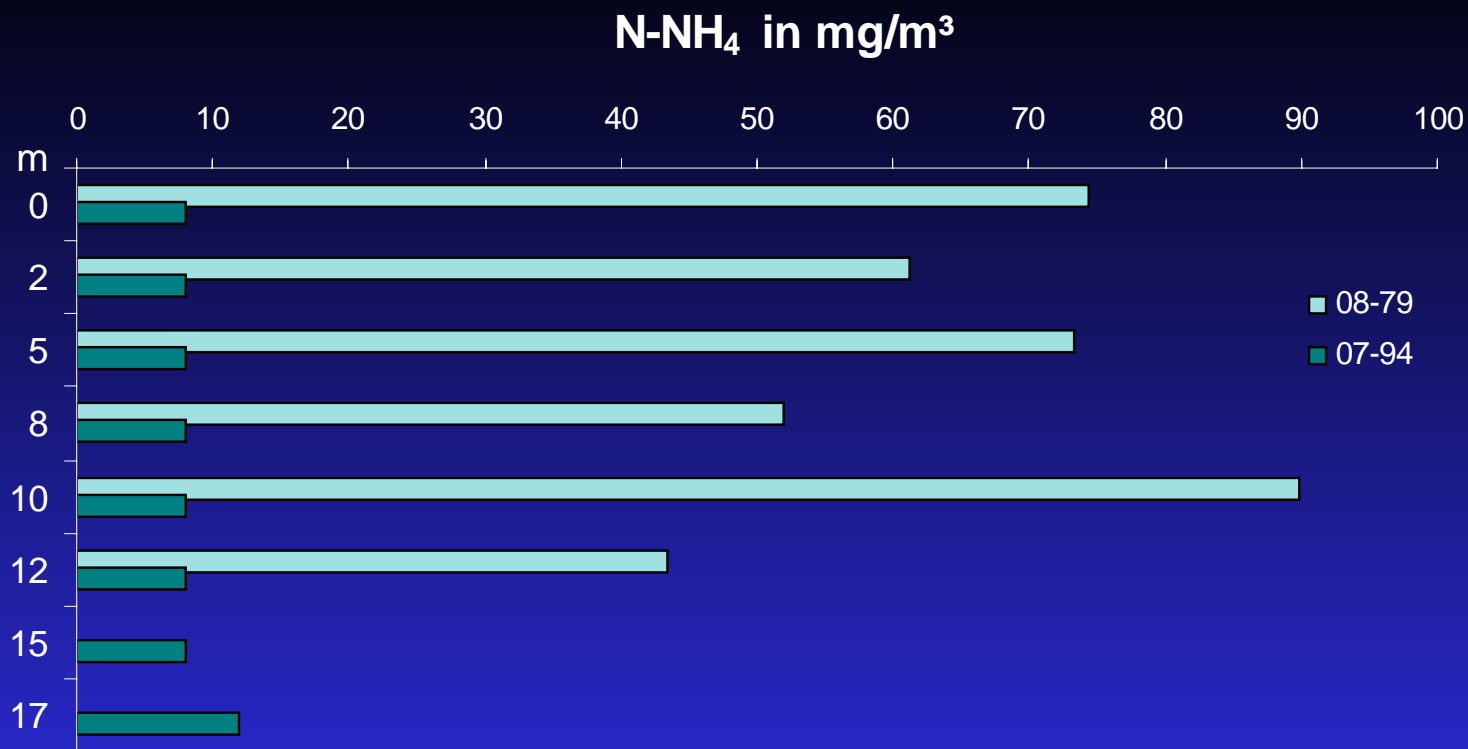


Abb. 3: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs in mg/m<sup>3</sup>; die Werte von 1979 wurden von Ammonium in N-NH<sub>4</sub> Werte umgerechnet.

Nitrat-Stickstoff: Die Nitrat-Stickstoffwerte waren vor allem im Winter stark erhöht. Die höchsten Konzentrationen traten im Februar direkt unter der Winterdecke bis etwa 2 m Tiefe auf. Es wurden dort 932 mg/m<sup>3</sup> gemessen. Die mit zunehmender Tiefe sinkenden Konzentrationen erreichten über Grund (bei der Winterserie in 9 m Tiefe) ihren niedrigsten Wert mit 547mg/m<sup>3</sup>. Die Konzentrationen vom Juli waren in ihrer Größe und ihrem Verlauf mit jenen vom Sommer 1979 vergleichbar.





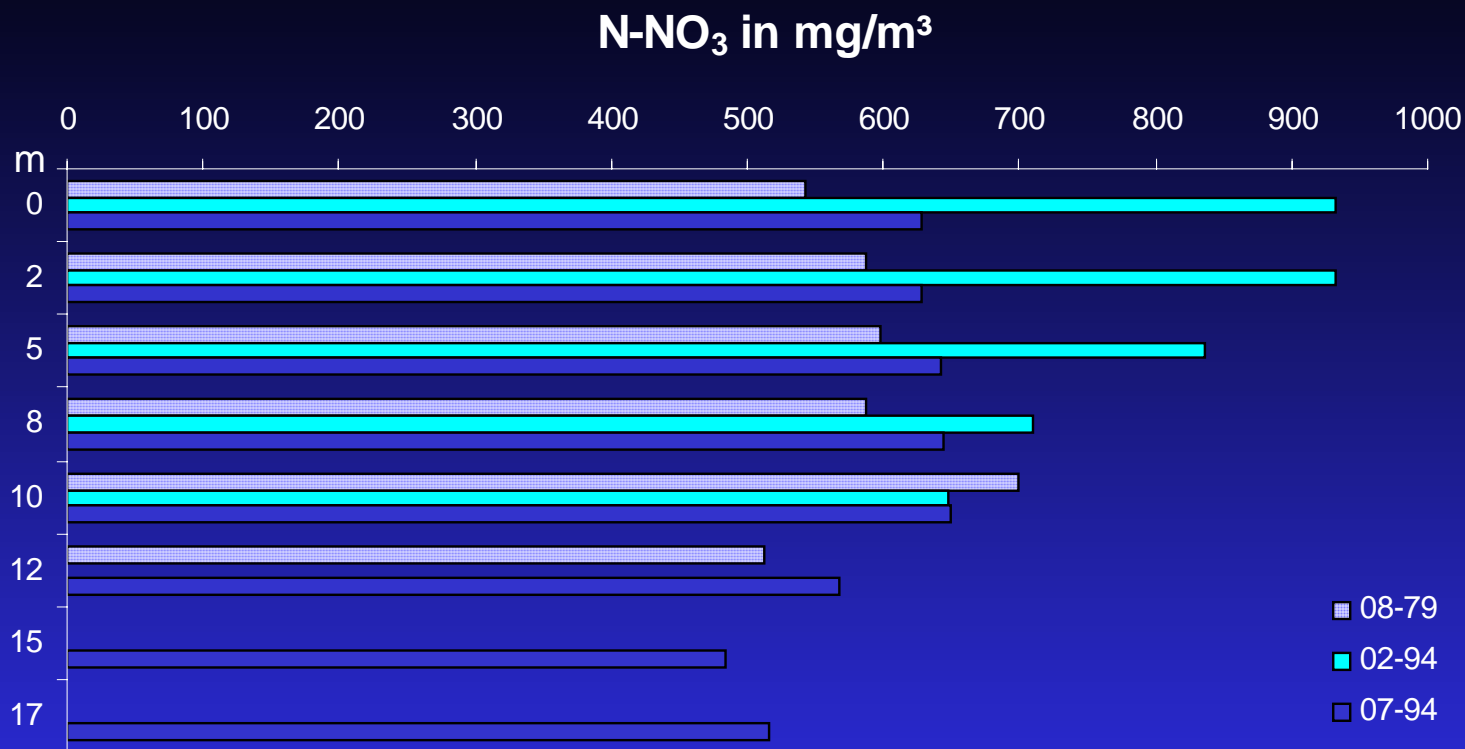


Abb.4: Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs in mg/m<sup>3</sup>; die Werte von 1979 wurden von Nitrat-Werten auf N-NO<sub>3</sub> Werte umgerechnet.

Chlorid: Chlorid war in keiner Probe nachweisbar.

Silikat: Die Konzentrationen des Silikats lagen im Bereich zwischen 1,0 und 2,0 mg/l. Nur während der Vegetationsperiode wiesen die Konzentrationen in der photischen Zone niedrigere Werte auf (zwischen 0,6 und 0,9 mg/l).



Chlorophyll: Bedingt durch die niedrigen Konzentrationen an Pflanzennährstoffen war der Chlorophyllgehalt des Nussensees auch eher gering. So erreichte der Chlorophyllgehalt unter der Winterdecke nur 0,83 mg/m<sup>3</sup> bezogen auf die gesamte Wassersäule von 0 bis 9 m. Auch der Wert vom Sommer wies mit 2,16 mg/m<sup>3</sup> Chlorophyll auf ein oligotrophes Gewässer hin.

Phytoplankton: Der Nussensee hatte an beiden Probennahmeterminen äußerst geringe Algendichten. Die Biomasse erreichte im Winter knapp 13 mg/m<sup>3</sup> als Durchschnitt der gesamten Wassersäule von 0 bis 9 m Tiefe. Die Sommerprobe war gegen jede Erwartung noch ärmer an Algen, es wurden nur mehr 11,5 mg/m<sup>3</sup> festgestellt.

Die Zusammensetzung des Planktons war im Winter durch 3 Algenklassen bestimmt: Diatomeen dominierten ganz klar mit 76 % vor Euglenophyceen mit 15 % und Cryptophyceen mit 9 %. Von den Diatomeen gab es nur zwei unterschiedlich große, nicht näher bestimmte Arten von *Cyclotella*. Aus der Gruppe der Euglenen war *Trachelomonas* und von den Cryptophyceen *Cryptomonas* vertreten.

Auch das Sommerplankton war nur durch drei Algenklassen bestimmt. Die beiden *Cyclotella*-Arten waren immer noch mit 36 % vertreten, es dominierten aber die Blaualgen. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß von den Blaualgen ausgerechnet *Oscillatoria rubescens* auftrat. Als letzte Gruppe waren im Sommer noch Dinophyceen mit der Gattung *Gymnodinium* vertreten.



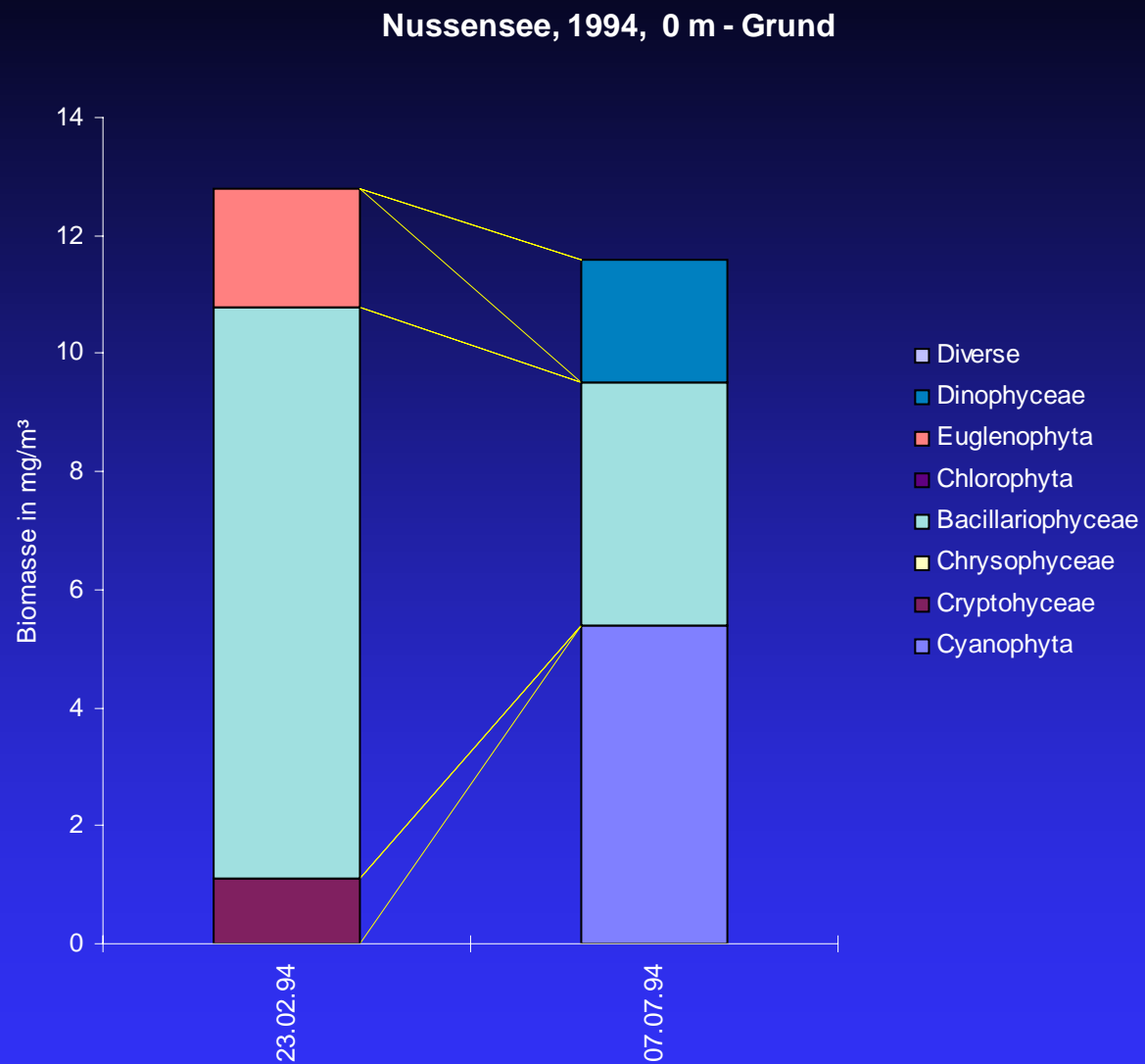


Abb. 5: Das Phytoplankton des Nussensees 1994

# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Nussensee 94-02-23 0 m - Grund				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cyclotella</i> sp.	390	18324	7,1	55,9
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	1026	2,6	20,1
<i>Trachelomonas</i> sp.	5800	342	2,0	15,5
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	456	1,1	8,6
Cyanophyta				
Cryptophyceae			1,1	8,6
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			9,7	75,9
Chlorophyta				
Euglenophyta			2,0	15,5
Dinophyceae				
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			12,8	



Nussensee 94-07-07 0 m - Grund				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	27360	5,4	46,5
<i>Cyclotella sp.</i>	390	9162	3,6	31,0
<i>Gymnodinium sp.</i>	8900	228	2,0	17,6
<i>Cyclotella sp.</i>	2500	228	0,6	4,9
Cyanophyta			5,4	46,5
Cryptophyceae				
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			4,1	35,9
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae			2,0	17,6
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			11,5	



# NUSSENSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. °C
-------------------	-------	---------------------------	------------------	-------------------	----------------	------------------

1	23.02.94	Tiefste Stelle	-6,0	dunkelbraun	-9,3	
2	07.07.94	Tiefste Stelle	-7,2	12	-17,9	

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
-------------------	-------	-----------	-------------	----------	--------------------	--------------------------	---------------------------

1	23.02.94	heiter	0-	09,05	28,0		
2	07.07.94	stark bewölkt	0-1	09,35			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
1	23.02.94	-0,0	1,5	11,1	85							
		-1,0	2,2									
		-2,0	4,0	12,5	103	7,85	210	2,25	0	5	1	4
		-5,0	4,4	10,9	91	7,80	220	2,35	1	4	2	2
		-8,0	4,5	8,5	71							
		-9,0	4,7	7,0	59	7,70	276	2,70	3	8	4	4



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
1	23.02.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	932	0,0		1,2		
		-5,0	0	836	0,0		1,3		
		-8,0							
		-9,0	0	647	0,0		1,9		

**B e m e r k u n g e n :** Zum Zeitpunkt der Probenentnahme war der Seespiegel um ca. 5,0 m abgesenkt.



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
2	07.07.94	-0,0	22,3	13,9	172							
		-1,0	19,3									
		-2,0	17,2	12,0	135	8,15	197	2,05	0	2	2	0
		-3,0	16,7									
		-4,0	11,2									
		-5,0	10,2	12,1	116	8,15	199	2,15	0	6	2	4
		-6,0	8,9									
		-7,0	7,9									
		-8,0	7,1	11,5	102							
		-9,0	6,8									
		-10,0	6,8	10,6	94	7,95	203	2,10	0	5	2	3
		-12,0	6,4	9,4	82							
		-15,0	6,2	6,5	57	7,70	214	2,20	0	7	2	5
		17,0	6,1	5,2	45	7,6	219	2,25	0	12	3	9





Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

2	07.07.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	8	629	0,0		0,6		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	8	642	0,0		0,9		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	8	649	0,0		1,1		
		-12,0							
		-15,0	8	484	0,0		1,6		
		17,0	12	516	0		2,1		

B e m e r k u n g e n :



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

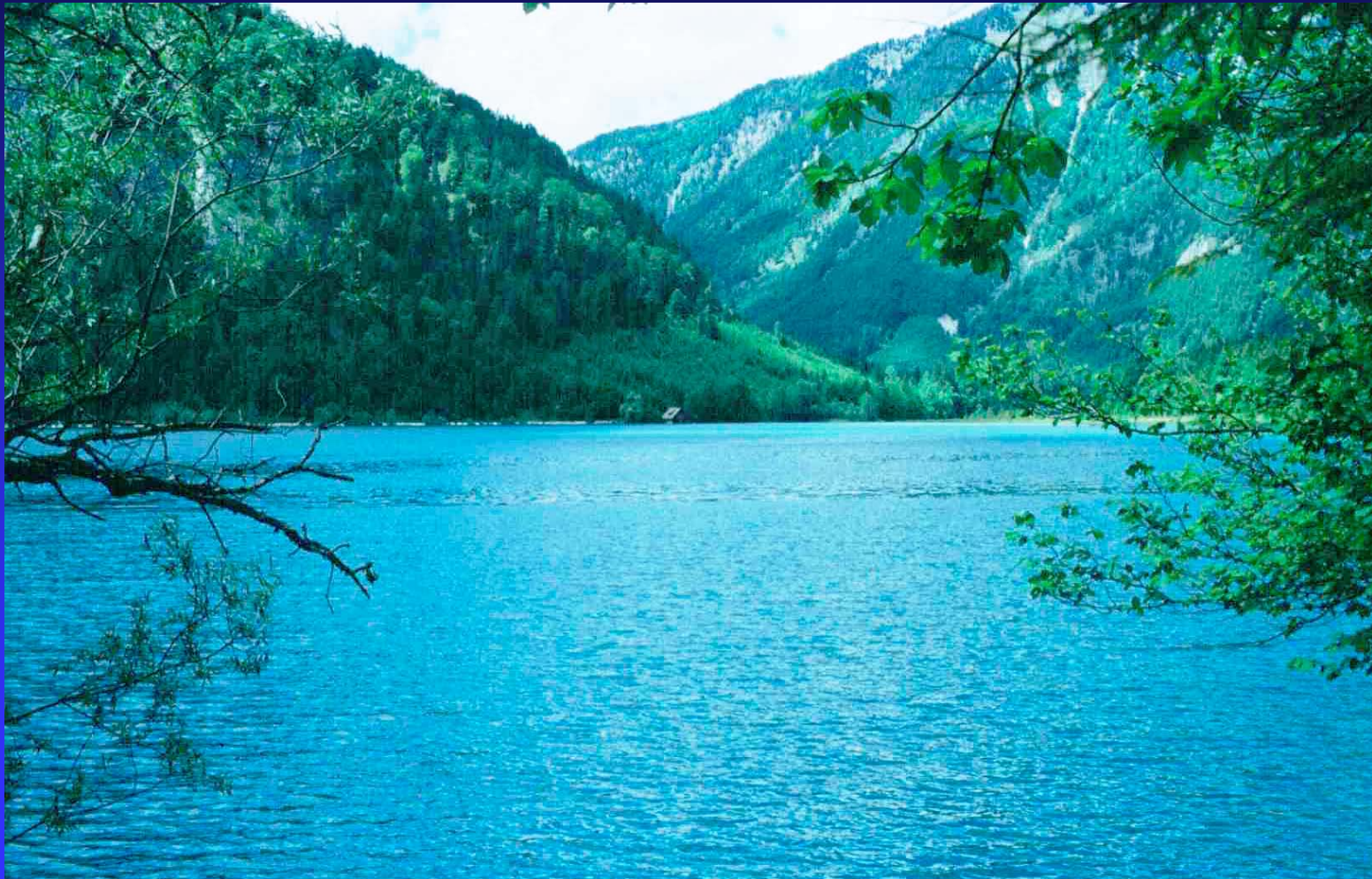
# Offensee



Inhalt

## Allgemeine Beurteilung

Der Offensee liegt zwischen  $47^{\circ} 45' \text{ n. B.}$  und  $13^{\circ} 50' - 51' \text{ ö. L.}$  am Nordwestrand des Toten Gebirges. Das relativ große, zur Gänze im Kalkbereich liegende Einzugsgebiet ist bewaldet. Der wichtigste ständig wasserführende Zufluß ist





der Grünbach, der im Südwesten den See erreicht.

Der nahezu rechteckige See hat größtenteils steinige Ufer, nur im Norden gibt es einen kleinen Schilfgürtel mit angrenzenden Feuchtwiesen. Entwässert wird der See durch den Offenseebach, der zusammen mit dem Gimbach bei Lahnstein in die Traun mündet.

Der Offensee ist ein sehr beliebtes Ausflugsziel, er wird vor allem im Sommer wegen der angenehmen Oberflächentemperatur des Wassers als Badesee genutzt.

Der See friert im Winter fast regelmäßig zu. Trotz der relativ großen Tiefe des Sees und der manchmal sehr langen Eisbedeckung kann er aber bis zum Grund durchmischen.

Aufgrund der niedrigen Nährstoffkonzentrationen und der schwachen Algenproduktion kann der Offensee als oligotrophes Gewässer eingestuft werden.







Offensee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	2		4,7	22,5
Sichttiefe		2		9,8	12,2
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2	3,9	2,0	5,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		4,0	5,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	2		7,7	11,3
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	2		0,0	1,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20m	2	6,5	0,0	33,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		43,2	102,1
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		1,9	2,0

Charakteristische Werte aus dem Jahr 1994

Untersuchungen am 16. März und 4. August 1994.

Sichttiefe: Am 16. März befand sich der See noch im Zustand der Vollzirkulation. Die Transparenz des Wassers war durch mineralische Trübung leicht reduziert; die Sichttiefe lag bei 9,8 m. Bei der Probenentnahme im August betrug die Sichttiefe 12,2 m.

Temperatur: Die perfekte Homothermie von 4,7 °C am 16.03.94 bewirkte eine vollkommene Zirkulation des Sees. Bei der starken Erwärmung der Oberflächenschicht im Sommer bildete sich ein scharf abgegrenztes Epilimnion aus,



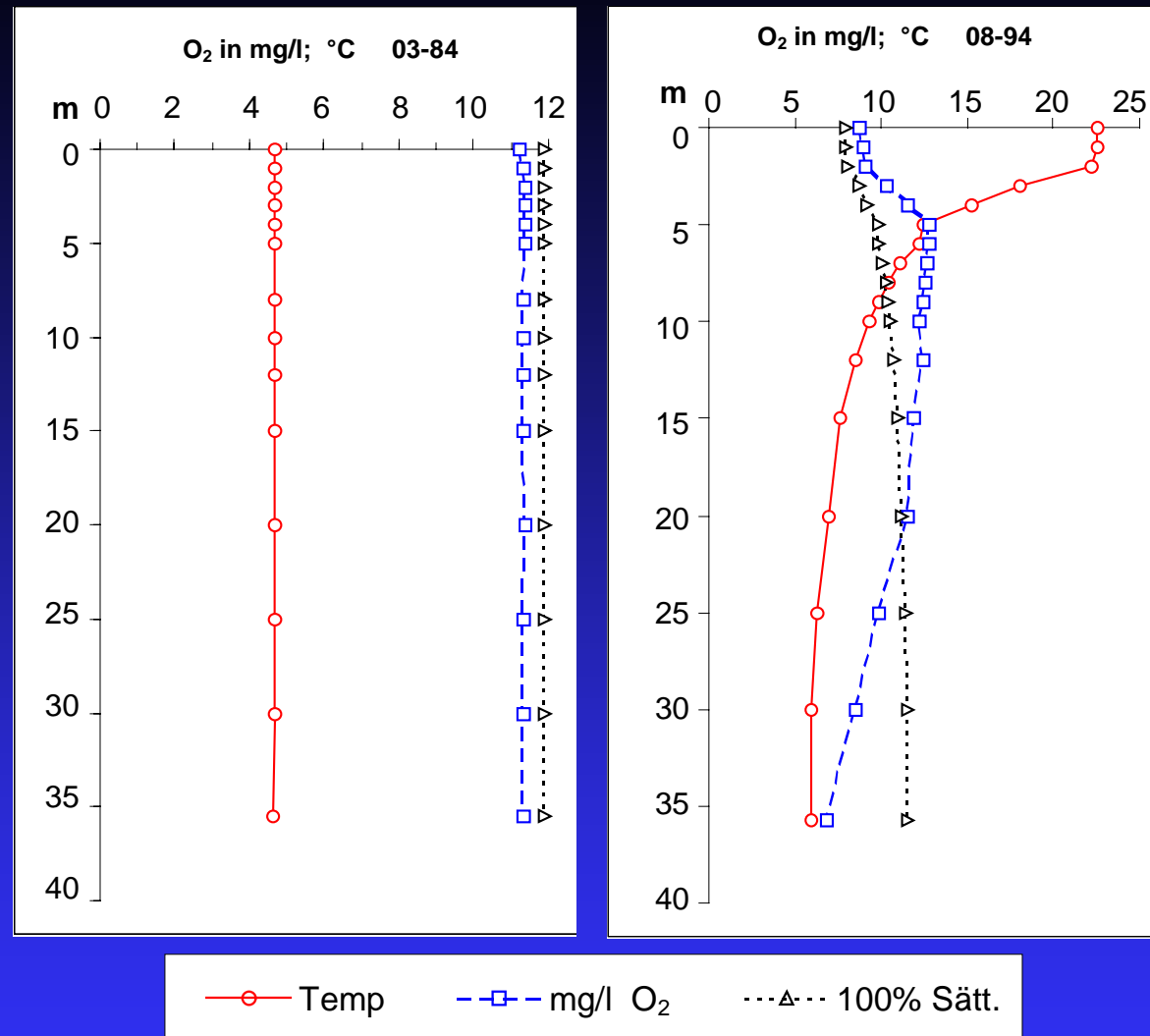


Abb. 1: Temperatur- und Sauerstoffverlauf am Offensee an den beiden Probenterminen a) 16.03.1994 und b) 04.08.1994

das nur bis zu einer Tiefe von 2 m reichte. Zwischen 2 und 5 m gab es einen steilen Temperaturabfall von 22,2 auf 12,5 °C, dem eine allmähliche Verflachung des Temperaturgradienten folgte, bis schließlich die Minimaltemperatur von 5,9 °C über Grund erreicht wurde.

Sauerstoff: Im Gegensatz zum März 1979 war der See im August 1994 deutlich geschichtet. Man findet daher im Epilimnion (0 bis 2 m) leicht ansteigende Sauerstoffkonzentrationen von 8,8 bis 9,1 mg/l vor. In der Sprungschicht, zwischen 2 und 5 m Tiefe, erhöhte sich die Konzentration sogar auf 12,8 mg/l (Übersättigung: 130 %). Im Hypolimnion schließlich nahm sie langsam ab, und erst ab 22 m Tiefe begann die Untersättigung mit Sauerstoff, bis sie über Grund mit 59 % endete.

Leitfähigkeit: Die vollkommene Durchmischung des Wasserkörpers im März betraf auch die Leitfähigkeit: 246 - 247 µS/cm.

Bei der Untersuchung im August konnte eine der Schichtung entsprechende Zunahme der Leitfähigkeit mit der Tiefe beobachtet werden: im Epilimnion 227 µS/cm, in der Sprungschicht von 227 auf 242 µS/cm und im Bereich zwischen 5 und 37 m Tiefe eine langsame Zunahme von 242 auf 261 µS/cm.

pH-Wert: Im März wies der gesamte Wasserkörper von der Oberfläche bis zum Grund einen pH-Wert von 8,00 auf.





Im August zeigte der stark geschichtete See einen pH-Schwankungsbereich von 8,35 an der Oberfläche bis 7,80 über Grund.

Alkalinität: Ähnlich wie bei der Leitfähigkeit und beim pH-Wert im März war auch die Alkalinität sehr konstant, nämlich zwischen 2,70 und 2,65 mval/l schwankend.

Im Sommer vergrößerte sich der Schwankungsbereich von 2,45 mval/l (Epilimnion) bis 2,75 mval/l (über Grund). In Carbonathärte ausgedrückt: 6,9 bis 7,7 °dH.

Gesamt-Phosphor: Gegenüber 1979 hat sich die Konzentration des Phosphors deutlich verringert. Damals schwankte sie zwischen 12,5 und 19,2 mg/m<sup>3</sup>. Im März 1994 nahm die Konzentration im Bereich zwischen 2 und 10 m Tiefe von nur 2 auf 5 mg/m<sup>3</sup> zu. Darunter pendelte sie zwischen 3 und 5 mg/m<sup>3</sup>.

Im August war die Konzentration noch stabiler. Sie lag durchwegs bei 4 mg/m<sup>3</sup>, nur bei 5 m Tiefe wurden 5 mg/m<sup>3</sup> gemessen.



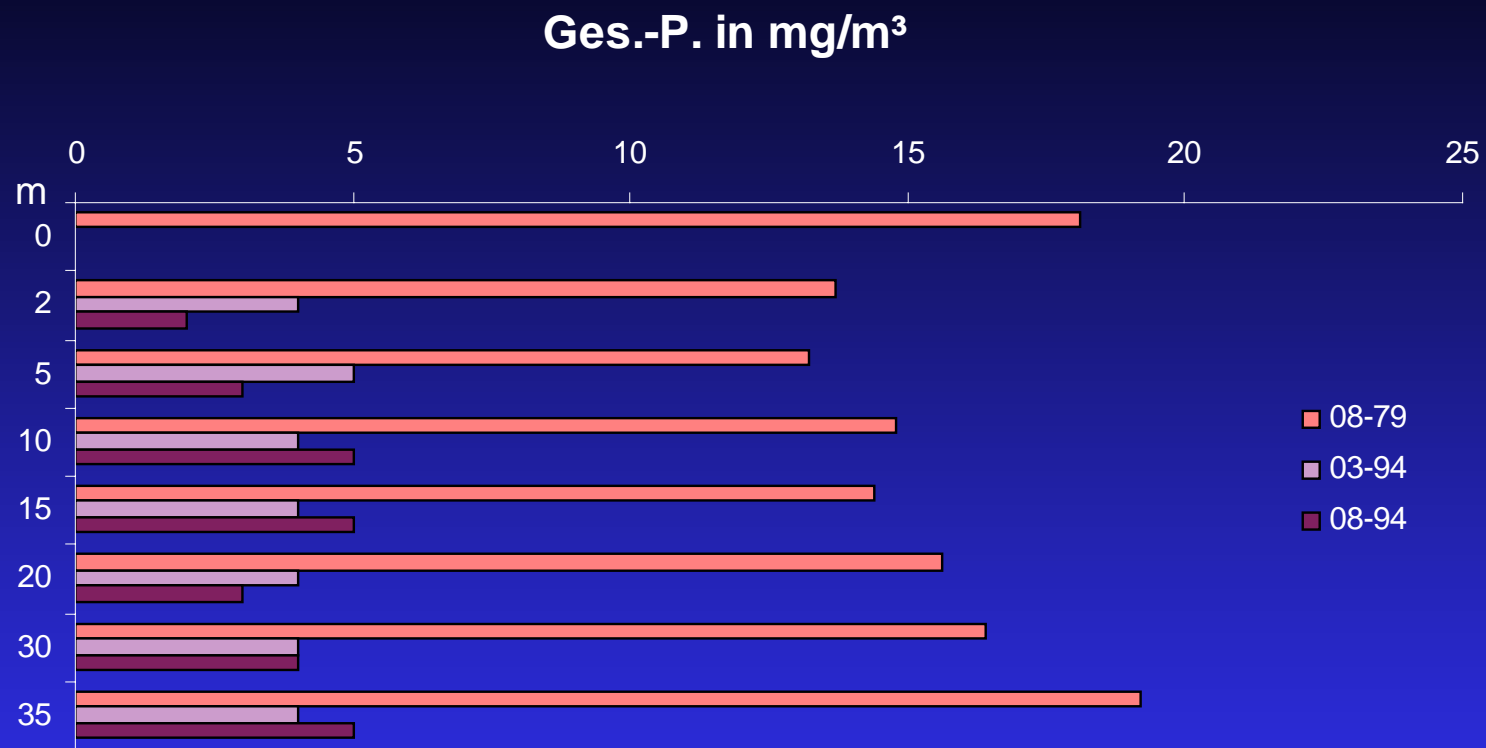


Abb. 2: Konzentrationen des Gesamt-Phosphors vom August 1979, März und August 1994 im Offensee

Ammonium-Stickstoff: Noch deutlicher als beim Phosphor fiel die Abnahme des Ammoniums seit 1979 aus. Der Unterschied gegenüber 1979 ist mehr als eine Zehnerpotenz. Im März 1994 war nur im Oberflächenbereich eine Konzentration von 2 mg/m<sup>3</sup> nachweisbar. Darunter lag sie unter der Nachweisbarkeitsgrenze. Bei den Proben vom August fiel der Wert der 2 m-Probe mit 33 mg/m<sup>3</sup> auf. Die übrigen Konzentrationen lagen zwischen 0 und 9 mg/m<sup>3</sup>.

### N-NH<sub>4</sub> in mg/m<sup>3</sup>

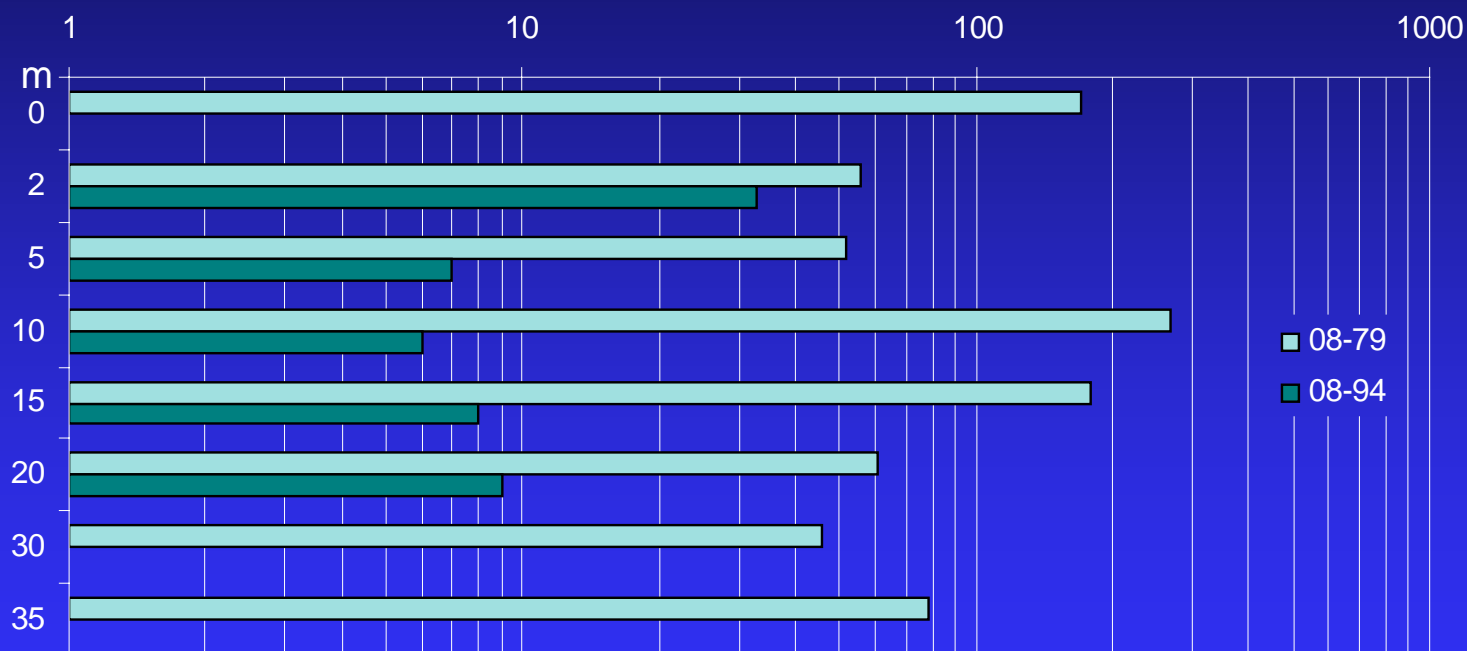


Abb. 3: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs vom August 1979 und August 1994. Die Werte von 1979 wurden von NH<sub>4</sub>-Werten auf N-NH<sub>4</sub>-Werte umgerechnet

Nitrat-Stickstoff: Schon an den Mittelwerten der Tiefenserien ist erkennbar, daß der Gehalt an Nitrat-Stickstoff seit 1979 zugenommen hat. Während die Konzentration im August 1979 im Mittel noch bei 512 mg/m<sup>3</sup> lag, war sie bis August 1994 auf 717 mg/m<sup>3</sup> gestiegen. Im Unterschied zur Serie von 1979, bei der eine mit der Tiefe abnehmende Tendenz der Konzentrationen beobachtet werden konnte, konnte dies im März 1994 nicht beobachtet werden.

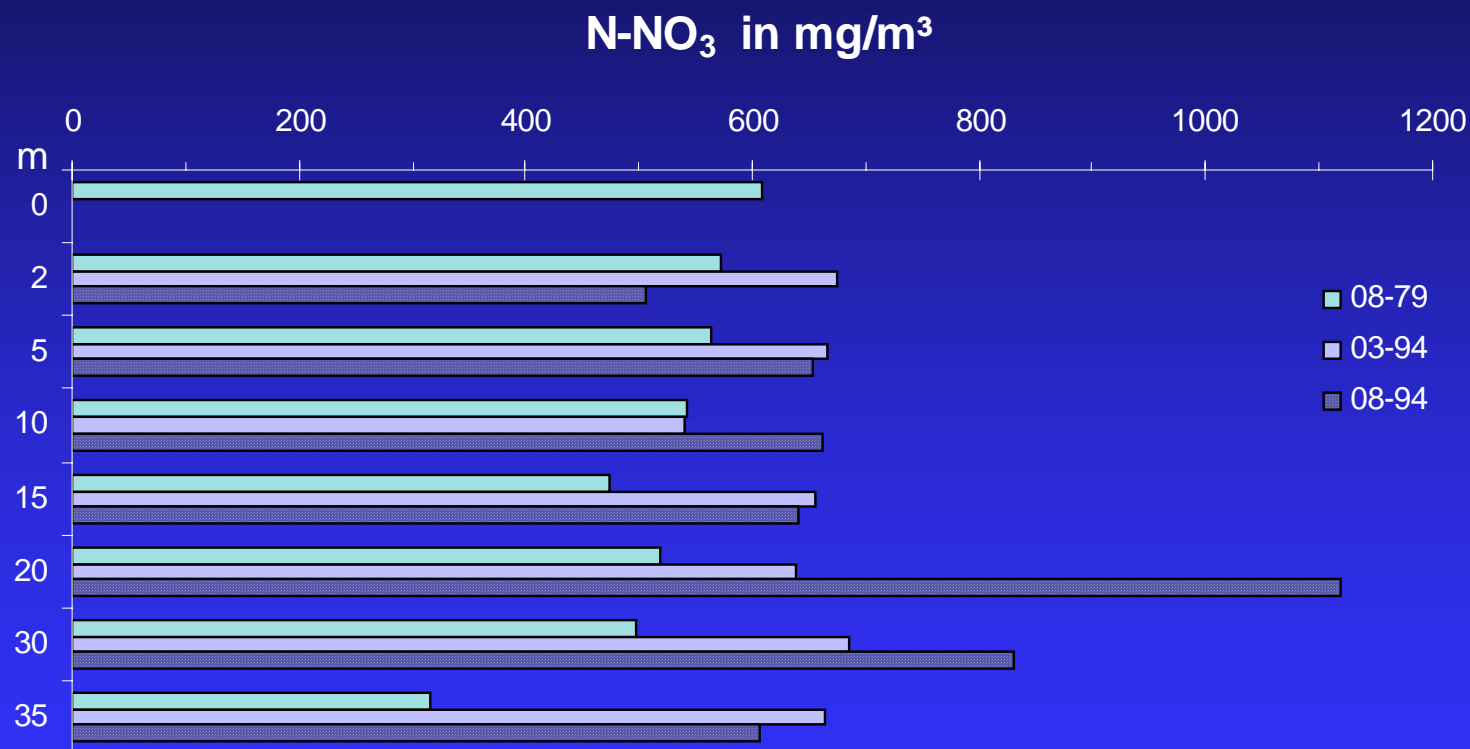


Abb. 4: Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs von 1994. Zum Vergleich wurden die Werte von 1979 von NO<sub>3</sub>-Werten auf N-NO<sub>3</sub>-Werte umgerechnet.

Im August wurden die höchsten Konzentrationen (1118 bzw. 831 mg/m<sup>3</sup>) bei 20 und 30 m Tiefe gemessen, während die niedrigste Konzentration (505 mg/m<sup>3</sup>) im Oberflächenbereich auftrat.

Chlorid: Chlorid war in keiner Probe nachweisbar.

Silikat: Im März, zur Zeit der Vollzirkulation, lag die Konzentration des Silikats in allen Tiefenstufen bei 1,0 mg/l.

Im August lag die Konzentration bis etwa 20 m (photische Zone) zwischen 0,3 und 0,7 mg/l. Ab 30 m Tiefe erhöhte sich der Silikatgehalt auf 1,3 bzw. 2,0 mg/l.

Chlorophyll: Der Chlorophyllgehalt der beiden 1994 untersuchten Proben war sehr ähnlich: im März 2,0 mg/m<sup>3</sup> und im August 1,9 mg/m<sup>3</sup>. Dieser niedrige Chlorophyllgehalt weist auf geringe Aktivitäten des Phytoplanktons hin.

Phytoplankton: Das Plankton des ausgehenden Winters erwies sich als besonders arm an Arten. Nur zwei Arten von Cryptophyceen, *Cryptomonas* sp. und *Rhodomonas minuta*, waren vertreten, aber vor allem *Oscillatoria rubescens*, die mit 84 % eindeutig dominierte. Das Vorherrschen von *Oscillatoria rubescens* ist insofern bedenklich, als diese Alge unter günstigen Nährstoffbedingungen



zur Bildung von Algenblüte neigt. Die besonders niedrigen Nährstoffkonzentrationen des Sees ermöglichten es dieser Alge anscheinend nicht, sich stärker zu entfalten. Bei stärkeren und wiederholten Nährstoffschüben besteht aber die Möglichkeit, daß es auch am Offensee zur Algenblüte aus *Oscillatoria rubescens* kommt. Solange das Phytoplankton so geringe Biomassen hervorbringt wie im März 1994 ( 43 mg/m<sup>3</sup>), besteht wohl keine Gefahr.

Das Artenspektrum des Sommerplanktons war nur wenig reicher: Die Biomasse wurde überwiegend aus Dinophyceen gebildet, die mit *Peridinium cinctum* und *Ceratium hirundinella* vertreten waren. Ein fast ebenso häufige Form war die Chrysophycee *Dinobryon divergens*, die mit 40 % vertreten war. Die gesamte Biomasse war jedoch mit 102 mg/m<sup>3</sup> noch sehr niedrig und unterstrich den oligotrophen Charakter des Offensee.



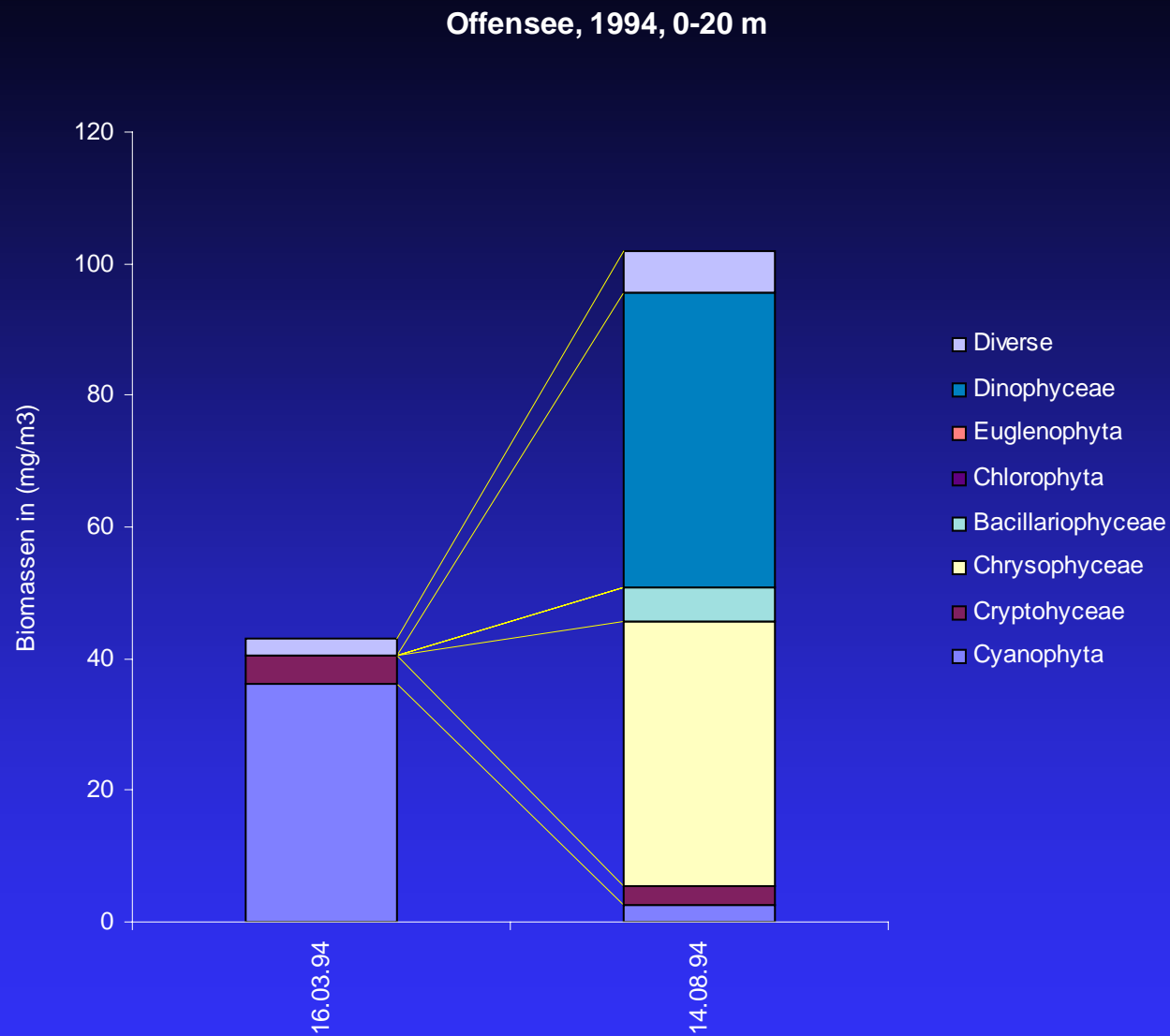


Abb. 5: Das Phytoplankton des Offensees 1994

# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Offensee 94-03-16 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	184680	36,2	83,9
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	9162	3,5	8,1
Coccale Formen	65	39468	2,6	5,9
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	9162	0,9	2,1
Cyanophyta			36,2	83,9
Cryptophyceae			4,4	10,2
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae				
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			2,6	5,9
GESAMTBIOMASSE			43,2	





Offensee 94-08-14 0-21 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Dinobryon divergens</i>	367	109944	40,3	39,5
<i>Peridinium cinctum fo. westi</i>	47130	684	32,2	31,6
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	228	12,5	12,3
Coccale Formen	65	98670	6,4	6,3
<i>Cyclotella sp.</i>	2500	2052	5,1	5,0
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	27486	2,7	2,7
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	13680	2,7	2,6
Cyanophyta			2,7	2,6
Cryptophyceae			2,7	2,7
Chrysophyceae			40,3	39,5
Bacillariophyceae			5,1	5,0
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae			44,7	43,8
Diverse			6,4	6,3
GESAMTBIOMASSE			102,1	



# OFFENSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. °C
1	16.03.94	Tiefste Stelle	-9,8	8	-36,0	
2	04.08.94	Tiefste Stelle	-12,2	6	-36,6	

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
1	16.03.94	stk. bew., Schneeregen	0-1	11,00			
2	04.08.94	heiter	0-	10,25			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
1	16.03.94	-0,0	4,7	11,2	94							
		-1,0	4,7									
		-2,0	4,7	11,4	96	8,00	246	2,70	0	4	2	2
		-3,0	4,7									
		-4,0	4,7									
		-5,0	4,7	11,4	96	8,00	247	2,65	0	5	2	3
		-8,0	4,7	11,3	95							
		-10,0	4,7	11,3	95	8,00	246	2,70	0	4	1	3
		-12,0	4,7	11,3	95							
		-15,0	4,7	11,3	95	8,00	246	2,65	0	4	2	2
		-20,0	4,7	11,4	96	8,00	247	2,70	0	4	2	2
		-25,0	4,7	11,3	95							
		-30,0	4,7	11,3	95	8,00	246	2,65	0	4	2	2
		-35,5	4,6	11,3	95	8,00	246	2,65	0	4	2	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

1	16.03.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	2	675	0,0		1,0		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	666	0,0		1,1		
		-8,0							
		-10,0	0	541	0,0		1,1		
		-12,0							
		-15,0	0	655	0,0		1,1		
		-20,0	0	639	0,0		1,1		
		-25,0							
		-30,0	0	686	0,0		1,1		
		-35,5	0	665	0,0		1,1		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
2	04.08.94	-0,0	22,5	8,8	110							
		-1,0	22,5									
		-2,0	22,2	9,1	113	8,35	227	2,45	0	2	1	1
		-3,0	18,0									
		-4,0	15,3									
		-5,0	12,5	12,8	130	8,25	242	2,60	0	3	1	2
		-6,0	12,2									
		-7,0	11,1									
		-8,0	10,4	12,6	122							
		-9,0	9,9									
		-10,0	9,3	12,2	115	8,15	246	2,65	0	5	2	3
		-12,0	8,5	12,5	116							
		-15,0	7,6	11,9	108	8,15	252	2,70	0	5	2	3
		-20,0	7,0	11,6	104	8,10	255	2,75	0	3	2	1
		-25,0	6,3	9,9	87							
		-30,0	5,9	8,5	74	7,90	259	2,75	0	4	2	2
		-35,7	5,9	6,8	59	7,80	261	2,80	0	5	2	3



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

2	04.08.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	33	505	0,0		0,6		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	7	654	0,0		0,3		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	6	662	0,0		0,5		
		-12,0							
		-15,0	8	641	0,0		0,6		
		-20,0	9	1118	0,0		0,7		
		-25,0							
		-30,0	0	831	0,0		1,3		
		-35,7	1	607	0,0		2,0		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



# Schwarzensee



Inhalt

## Allgemeine Beurteilung

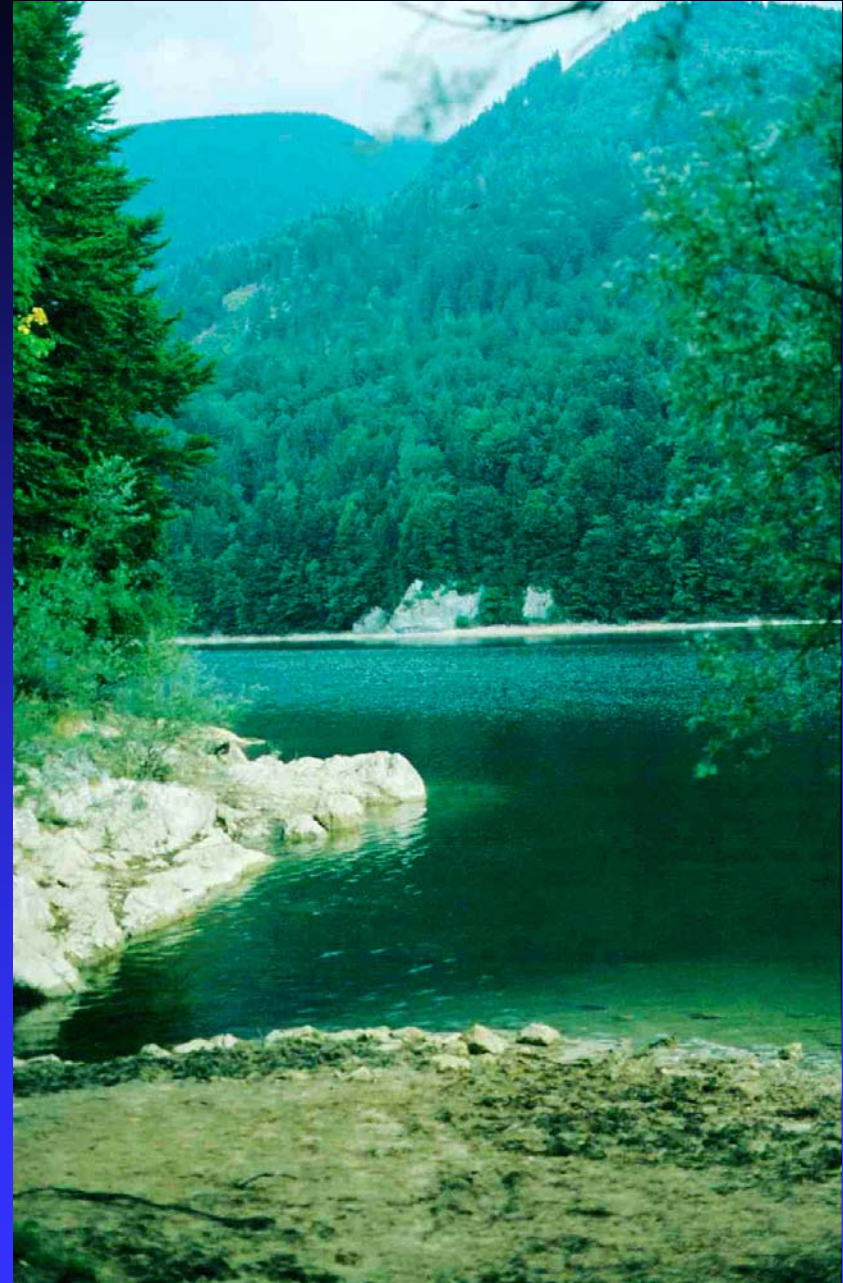
Der Schwarzensee liegt bei etwa 47° 45' n. B. und 13° 30' ö. L. südöstlich des Schafberggipfels in einer Höhe von 716 m ü. A. Das langgestreckte in Richtung Nordwest nach Südost verlaufende Seebecken ist hauptsächlich von Wald und Almen umgeben.

Das relativ kleine, größtenteils bewaldete Einzugsgebiet liegt zur Gänze im Kalkbereich. Das Ostufer ist steil und steinig, am Süd- und Westufer gibt es flache Abschnitte mit teilweise moorigen Wiesen. Der See hat im Norden zwei größere Zuflüsse und im Süden einen Abfluß. Da der See energiewirtschaftlich genutzt wird, gibt es starke Schwankungen des Seespiegels. Er darf maximal 6,75 m bei einer Entnahmemenge von 1,3 m<sup>3</sup>/s. abgesenkt werden.





Aufgrund der im Sommer erreichbaren hohen Oberflächentemperaturen entwickelte sich der Schwarzensee zu einem beliebten Badesee. Im Winter trägt er regelmäßig eine Eisdecke, die sich meist Anfang April auflöst. Die Durchmischung ist wegen der im Verhältnis zur Seeoberfläche großen Tiefe nicht vollständig, was zur Bildung eines Monimolimnions führt. Die Dicke der sauerstoffarmen Schicht im Tiefenbereich schwankt zwischen 15 und 25 m. Die durchmischte Zone weist einen niedrigen Nährstoffgehalt auf. Der Schwarzensee kann daher als oligotroph bezeichnet werden.



Schwarzensee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	16	12,0	0,7	23,9
Sichttiefe		16	7,1	3,0	9,8
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	16	4,5	2,0	22,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	16	68,8	14,0	144,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	16	0,7	0,2	1,3
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	16	178,0	29,0	324,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20m	16	10,6	0,0	128,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	4	75,7	8,5	152,3
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	13	1,3	0,4	2,9

### Charakteristische Werte aus der Zeitreihe 1993 bis 1997

Untersuchungen am 15. September 1993 sowie je 4 Tiefenserien der Jahre 1994 bis 1996 und 3 Serien von 1997

Sichttiefe: Der aus 16 Messungen ermittelte Durchschnitt der Sichttiefen betrug für den Schwarzensee 7,1 m. Das Minimum von 3 m wurde am 16. September 1996 gemessen, als der See infolge starker Unwetter durch mineralische Schwebstoffe getrübt war. Das in der Regel sehr klare Wasser hatte eine mittlere Sichttiefe von mehr als 7 m und erreichte im November 1994 das Maximum von 9,8 m. In den Jahren 1994 bis 1996 traten die größten Sichttiefen jeweils im November auf. Leider konnten im November 1997 keine Proben mehr genommen werden, da der See bereits eine dünne Eisschicht aufwies. Die fehlende Messung im November 1997 bewirkt rein rechnerisch eine Verminderung der mittleren Sichttiefe auf nur 5,8 m.



## Sichttiefen am Schwarzensee 1993 bis 1997

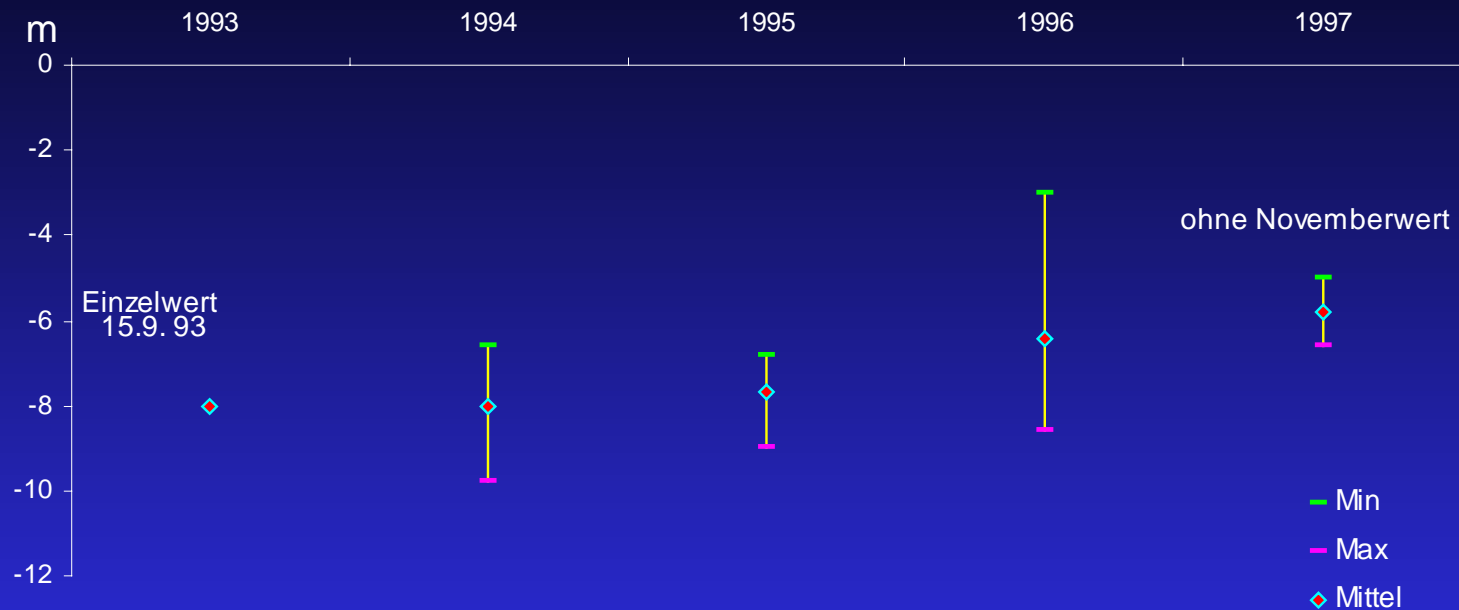


Abb. 1: Sichttiefen am Schwarzensee von 1993 bis 1997

Temperatur: Die thermische Schichtung ist beim Schwarzensee sehr deutlich ausgeprägt. Unter der Winterdecke schwimmt eine relativ dünne Schicht kalten Wassers von 1,0 bis 3,0 °C auf einer der Tieftemperatur sich sehr langsam nähernden Wasserkörper. Meist erfolgt im April eine Zirkulation, die aber nicht den gesamten Wasserkörper erfaßt, sondern nur bis etwa 35 bis 40 m reicht (April 1997). Bereits ab Mai beginnt sich ein Epilimnion aufzubauen, das bis zum Herbst an Stärke zunimmt, wobei die Grenze zwischen Epilimnion und



Metalimnion zunehmend deutlicher ausgeprägt erscheint. Eine besonders scharfe Grenze wurde im August 1994 beobachtet, als in 3 m Tiefe noch 23,7 °C, aber bereits bei 4 m Tiefe nur noch 16,6 °C herrschten.

Sauerstoff: Die Sauerstoffsituation im Schwarzensee wird geprägt durch das Durchmischungsverhalten und die Schichtungsverhältnisse des Sees. Die 16 Probenserien der Jahre 1993 bis 1997 haben gezeigt, daß die mit Sauerstoff versorgte Zone nur bis in eine Tiefe zwischen 30 und 40 m reicht. Die Abbildungen 2a und 2b zeigen die Sauerstoffsituation am Ende der Winterstagnation (März 1996) und während einer perfekten Homothermie im April 1997. Vor der Zirkulation setzte das stark ausgeprägte Sauerstoffdefizit ( $O_2$ -Gehalt < 5 mg/l) bereits bei etwa 25 m Tiefe ein. Während der Zirkulation wurde die 5 mg/l Grenze auf 30 m Tiefe abgedrängt, aber bereits in 40 m Tiefe war nur mehr 1 mg/l vorhanden.

Während der Sommerstagnation kann es im Epilimnion bis etwa 8 - 10 m Tiefe zu leichten Übersättigungen an Sauerstoff kommen, ab November herrschen aber wieder geringe Sauerstoffdefizite vor, die sich unter der Eisdecke bis zum Eisbruch im nächsten Frühjahr halten können (Abb.: 2a und 2b).

Die mittlere  $O_2$ -Sättigung im Hypolimnion erreichte in den Jahren 1994 bis 1996 nur Werte zwischen 6 und 7 %. Die in Abbildung 3 dargestellten Werte können jedoch nicht als Steigerung der Sättigung interpretiert werden, da von 1993 nur eine Messung vom September vorliegt und von 1997 die Messung vom November fehlt.



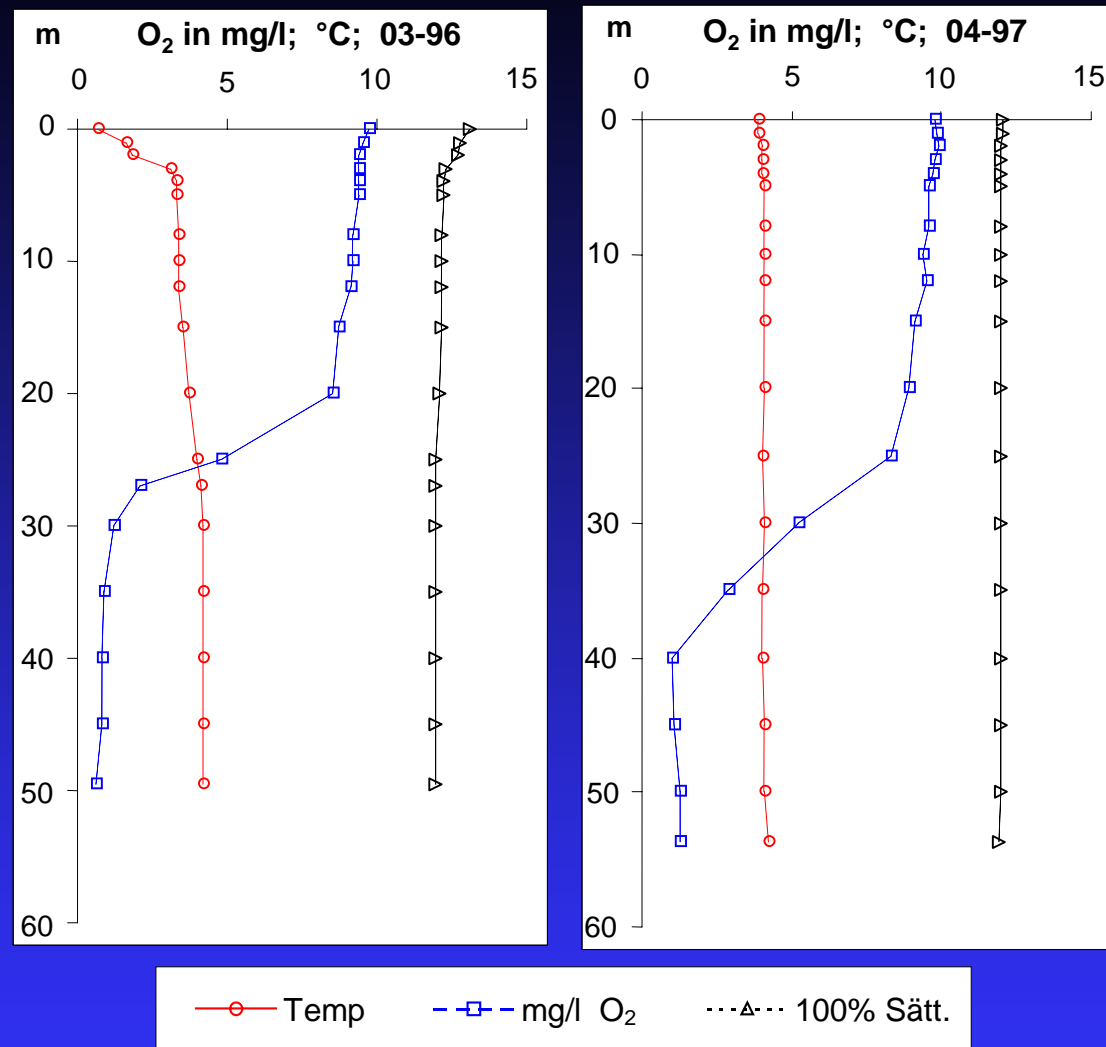


Abb. 2a: Temperatur und Sauerstoffverlauf am Schwarzensee a) bei Winterstagnation (März 1996); b) bei Zirkulation (April 1997);

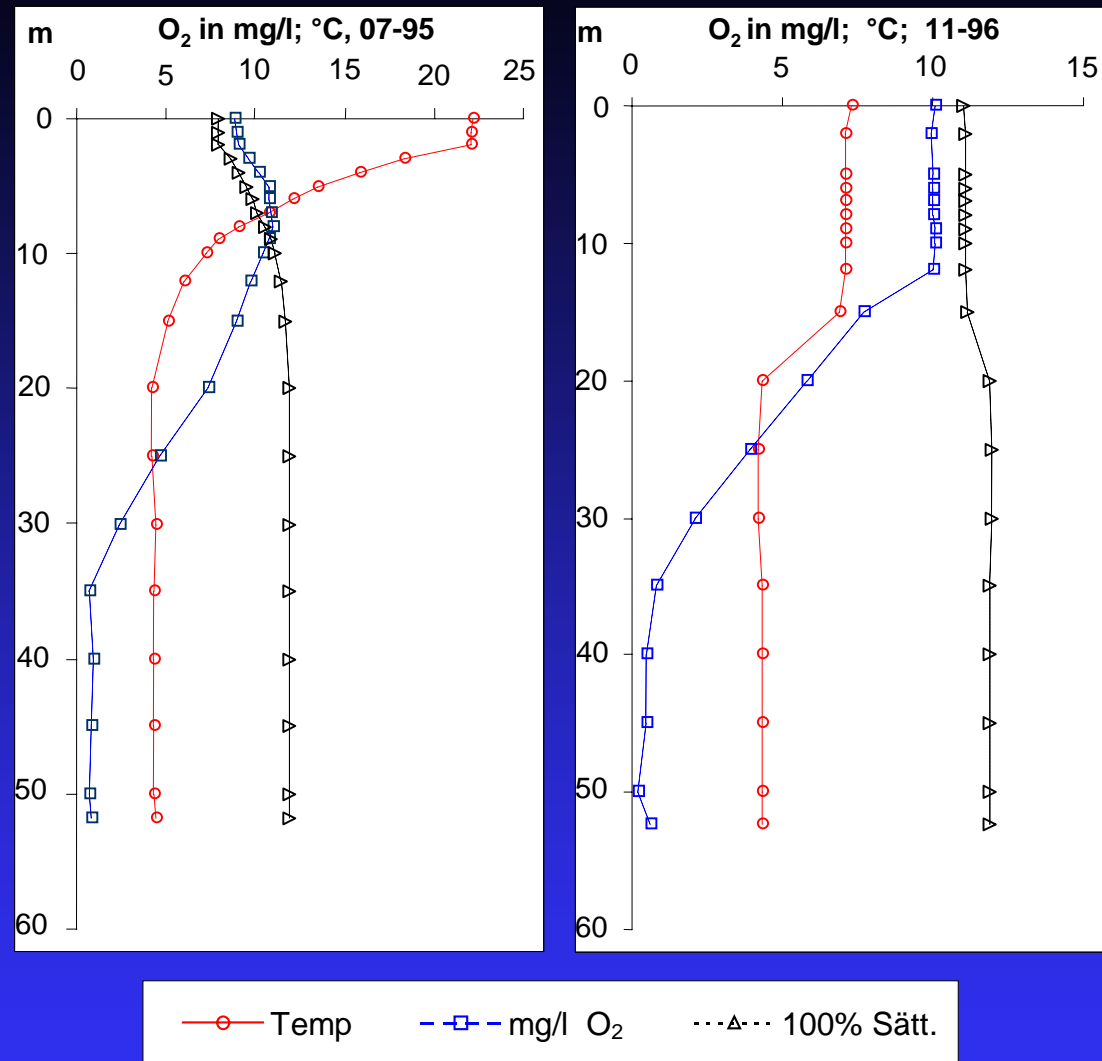


Abb. 2b: Temperatur und Sauerstoffverlauf am Schwarzensee c) bei Sommerstagnation (Juli 1995); und d) am Ende der Sommerstagnation (November 1996).

## Mittlere O<sub>2</sub>-Sättigung im Hypolimnion des Schwarzen-sees

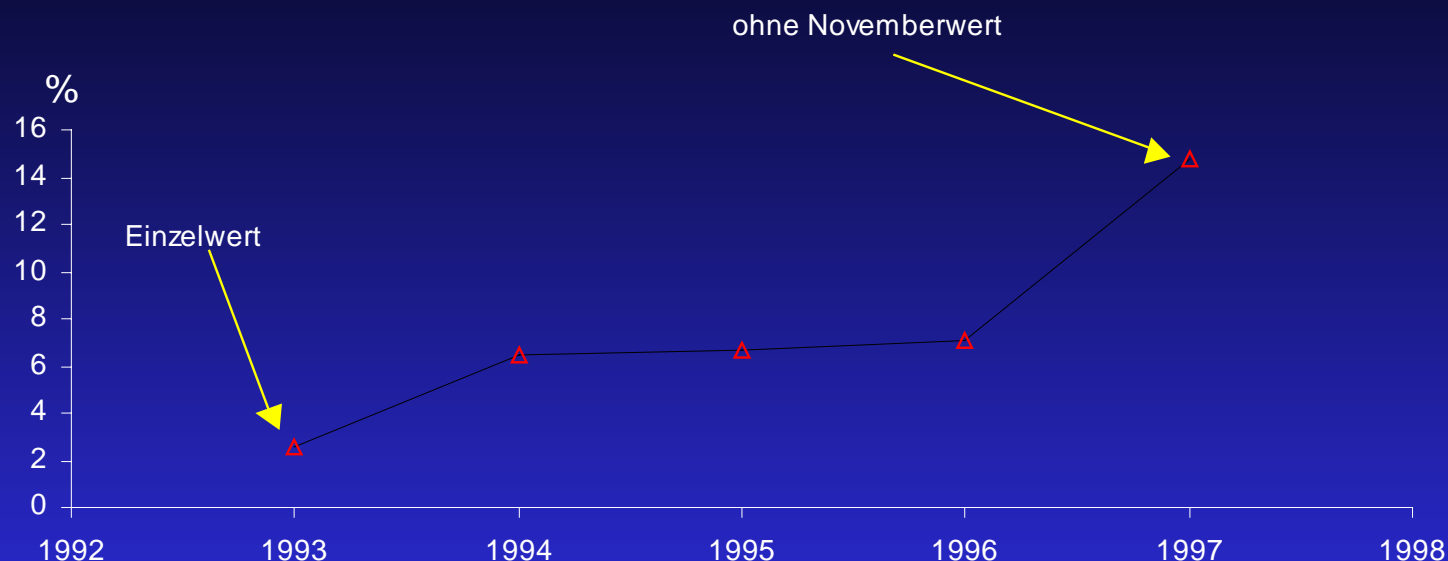


Abb. 3: Mittlere Sauerstoffsättigung in % von 1993 bis 1997

Leitfähigkeit: Die mit der Tiefe leicht zunehmende Leitfähigkeit lag im Größenbereich zwischen 218 und 289  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Dabei trat der höchste Wert im September 1993 in einer Tiefe von 53 m auf und der niedrigste im April 1995 an der Oberfläche.

pH-Wert: Größere Schwankungen des pH-Wertes gibt es nur im Oberflächenbereich, wenn durch die Assimilation der Wasserpflanzen der pH leicht ansteigt.



Unter der Winterdecke war der pH-Wert besonders niedrig (Oberflächenwert: 7,80 und in 53 m Tiefe 7,60). Die übrigen Oberflächenwerte lagen zwischen 8,15 und 8,40, während die Werte über Grund zwischen 7,5 und 7,8 pendelten. Der höchste pH von 8,65 wurde im September 1997 in 2 m Tiefe gemessen.

Alkalinität: Der Schwankungsbereich der Alkalinität reichte von 2,35 bis 3,10 mval/l, das entspricht einer Carbonathärte von 6,6 bis 8,7 °dH.

Gesamt-Phosphor: Die Konzentrationen von Gesamt-Phosphor waren bis zu einer Tiefe von etwa 30 m zum Teil sehr niedrig. Sie reichten von 1 mg/m<sup>3</sup> bis maximal 10 mg/m<sup>3</sup>.

Unter 30 m nahmen die Konzentrationen sprunghaft zu und erreichten auch Werte von über 100 mg/m<sup>3</sup> (Grundwerte von Juni, September und November 1996).

Bei der Untersuchung durch MÜLLER im August 1979 lagen die Konzentrationen im Bereich 0 bis 40 m zwischen 10 und 15 mg/m<sup>3</sup> und in 55 m Tiefe bei 25 mg/m<sup>3</sup>. Ein Vergleich mit den Augustwerten der Jahre 1994 bis 1997 zeigt, daß sich die Konzentrationen in der photischen Zone verringert haben. Angestiegen sind lediglich die Konzentrationen im Hypolimnion, vor allem im Jahre 1996. In Grundnähe konnten in diesem Jahr Werte zwischen 90 und 144 mg/m<sup>3</sup> festgestellt werden. Diese hohen Konzentrationen von Gesamt-Phosphor können aus Rücklösungen von gelöstem Phosphat erklärt werden. Der Anteil von Ortho-Phosphat am Gesamt-Phosphor im tiefsten Bereich be-





trug zwischen 83 und 95 %. Da jedoch die Konzentrationen im Oberflächenbereich während und nach der Durchmischung niedrig blieben, kann man annehmen, daß der Tiefenbereich bei der Durchmischung nicht erfaßt wurde und daher kein Phosphor aus der Tiefenzone an die Oberfläche gelangen konnte.

### Ges.-P. Werte im Schwarzensee

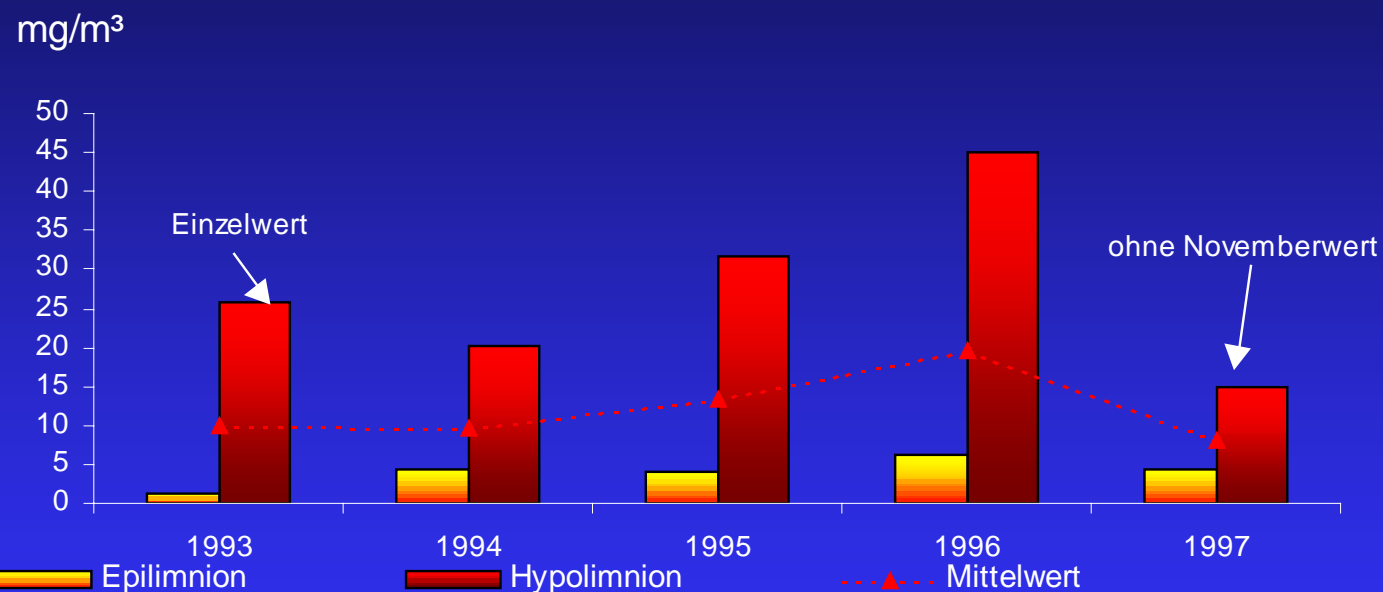


Abb. 4: Konzentrationen des Gesamt-Phosphors im Schwarzensee von 1993 bis 1997

Ammonium-Stickstoff: Ähnlich wie beim Phosphor konnte auch beim Ammonium-Stickstoff ein steiler Anstieg der Konzentrationen mit der Tiefe festgestellt werden. Nur im August 1994 war die mittlere Konzentration im Hypolimnion sogar noch geringfügig niedriger als im Epilimnion (106 mg/m<sup>3</sup> bzw. 109 mg/m<sup>3</sup>). Für diese Inversion gibt es keine limnologisch plausible Erklärung.

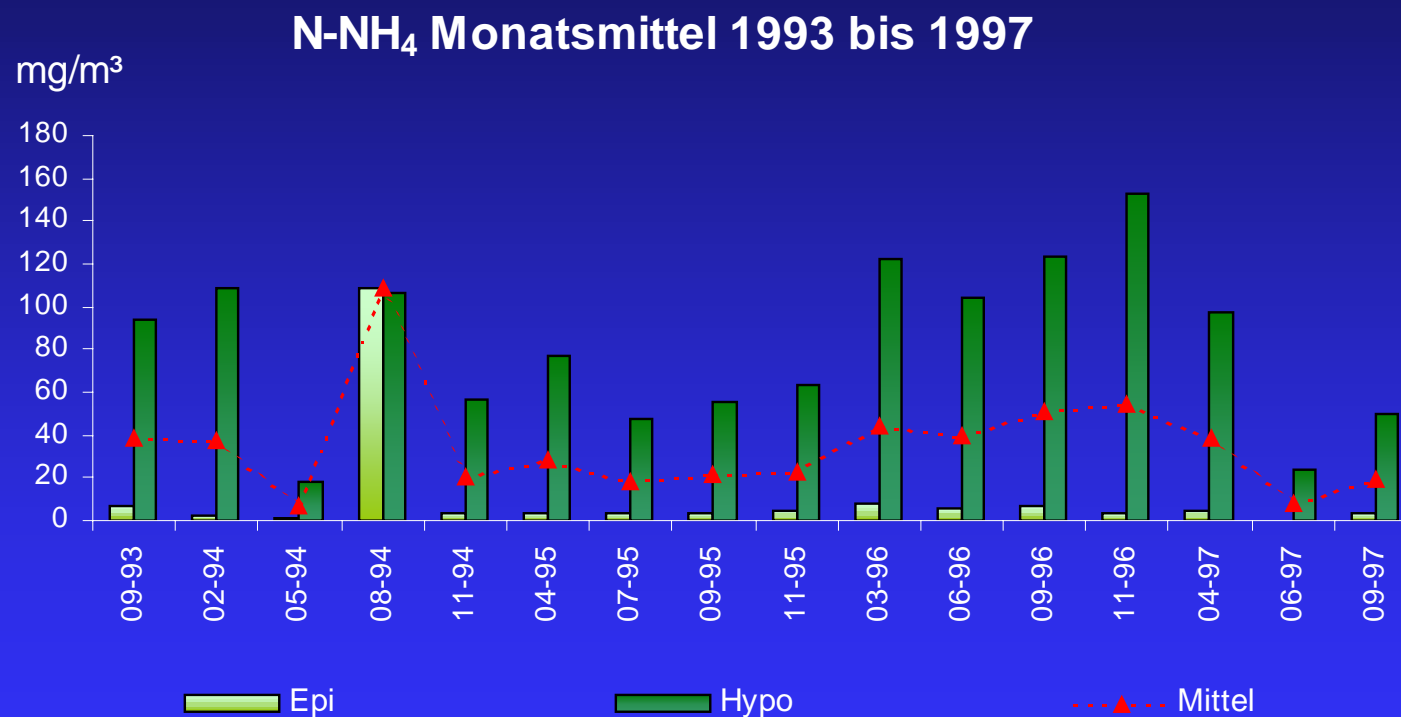


Abb. 5: Konzentrationen des N-NH<sub>4</sub> Stickstoffes im Schwarzensee von September 1993 bis September 1997

Es wäre jedoch möglich, daß durch Ausschwemmung der von zahlreichen Rindern beweideten Almböden mehr Stickstoff in den See gelangte, als vom Phytoplankton aufgenommen werden konnte. Die sonst niedrigen Konzentrationen im Epilimnion zeigen aber, daß es sich hier um einen Einzelfall handelt.

Die Konzentrationen der Tiefenzone waren erwartungsgemäß bedeutend höher als im Epilimnion. Auffallend ist vor allem, daß die mittlere Konzentration im Hypolimnion des Jahres 1996 fast doppelt so hoch war wie in den übrigen Jahren. Der höchste Wert von  $324 \text{ mg/m}^3$  stammte vom November 1996 aus 55 m Tiefe.

Im August 1979 wurden von MÜLLER  $323 \text{ mg/m}^3$  gemessen.

Nitrat-Stickstoff: Die Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs stiegen in allen untersuchten Probenserien von der Oberfläche bis etwa 10 m Tiefe leicht an. Der Höchstwert wurde in 5 m Tiefe mit  $949 \text{ mg/m}^3$  im Juni 1996 gemessen. Der anschließende Rückgang der Konzentrationen erfolgte nicht gleichförmig, sondern beschleunigte sich mit zunehmender Tiefe, bis in 54 m nur mehr Konzentrationen zwischen 42 und  $117 \text{ mg/m}^3$  übrig blieben. Nur im August 1994 waren im Bereich zwischen 40 und 50 m Tiefe noch nahezu  $300 \text{ mg/m}^3 \text{ N-NO}_3$  vorhanden.

Die Konzentrationen an der Oberfläche schwankten auffallend stark zwischen  $300 \text{ mg/m}^3$  (September 1997) und  $904 \text{ mg/m}^3$  (Juni 1996).



## N-NO<sub>3</sub> Monatsmittel von 1993 bis 1997

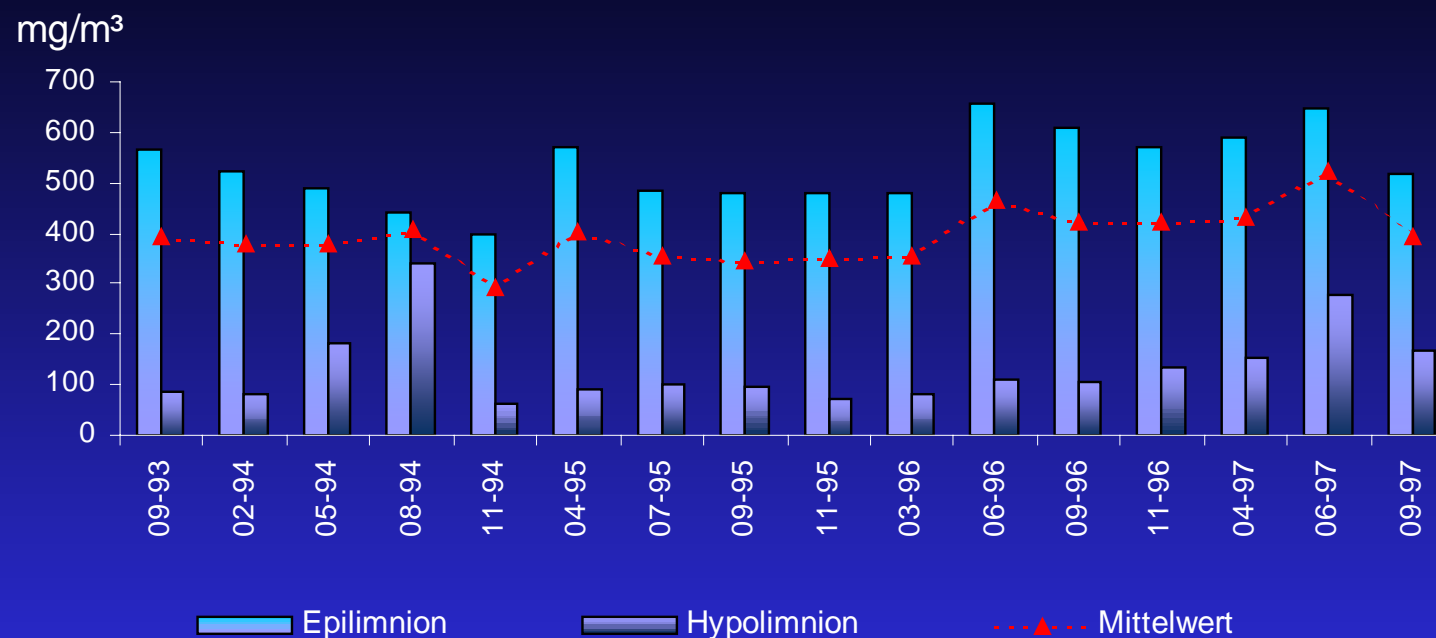


Abb. 6: N-NO<sub>3</sub> Monatsmittel im Schwarzensee von September 1993 bis September 1997

Chlorid: Chloridkonzentrationen konnten nur in der Novemberserie von 1993 nachgewiesen werden. Der Schwankungsbereich reichte von 0,2 mg/l an der Oberfläche bis 0,6 mg/l in einer Tiefe von 54 m. Bei allen anderen Proben war Chlorid nicht nachweisbar.

Silikat: Das Silikat nahm von der Oberfläche gegen die Tiefe hin konstant zu. Die mittlere Konzentration an der Oberfläche lag bei 1,7 mg/l und jene von 54 m bei 7,0 mg/l. Der höchste gemessene Wert wurde im Februar 1994 in 54 m Tiefe mit 8,5 mg/l festgestellt.

Chlorophyll: Der Dichte des Phytoplanktons entsprechend waren auch die Chlorophyllkonzentrationen relativ niedrig.

Nur die Werte der Serie vom September 1997 waren leicht erhöht.

### Chlorophyll-a Monatsmittel 1994 bis 1997

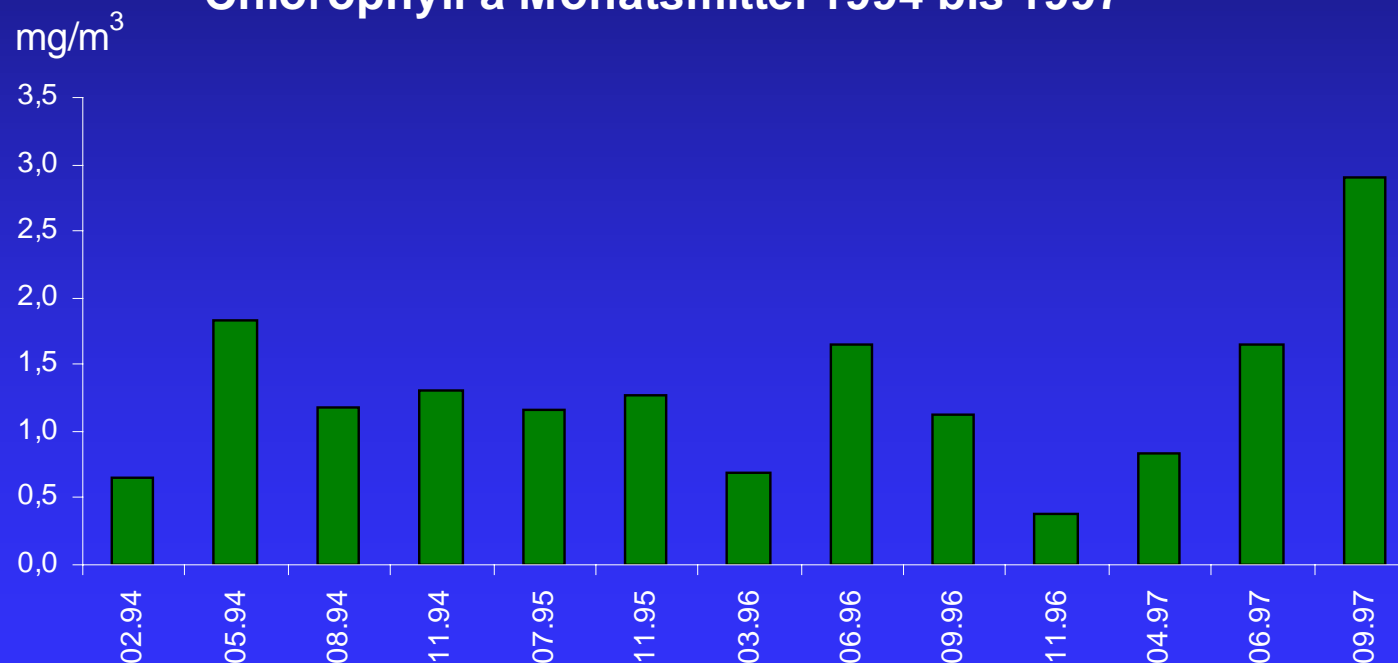


Abb. 7: Konzentrationen von Chlorophyll-a als Monatsmittel von 1994 bis 1997

Phytoplankton (Untersuchung nur 1994): Das Winterplankton erwies sich sowohl an Biomasse als auch an Arten als ausgesprochen arm. Es dominierten 2 Algenklassen, die Diatomeen mit 66 % und die Cryptophyceen mit 23 %.

Bis zum Mai kam die Algenproduktion etwas in Schwung und brachte zwei weitere Algenklassen, die Dinophyceen mit einem 6%igen Anteil und die Chrysophyceen mit einem 1%igen Anteil hervor. Bei den Diatomeen kam zu *Cyclotella* noch *Fragilaria crotonensis* hinzu. Die Hauptmasse bildete jedoch *Cryptomonas* sp. mit fast 87 % der Gesamtbiomasse. Das Maximum betrug 152 mg/m<sup>3</sup>.

Im Sommerplankton vergrößerte sich der Anteil der Dinophyceen, und *Ceratium hirundinella* dominierte mit fast 40 %. Unter den Diatomeen bildete wieder *Cyclotella* einen 30%igen Anteil an der Biomasse, gefolgt von *Dinobryon divergens* und *D. sociale*. Die Biomasse fiel auf 47 mg/m<sup>3</sup> zurück.

Im November bestand der weitaus größte Teil des Phytoplanktons aus *Cyclotella* und zu etwa 21 % aus *Dinobryon divergens*.

In keiner der Proben wurde *Oscillatoria rubescens* gefunden, obwohl des öfteren von Besuchern des Sees über Massenentwicklungen dieser Alge berichtet wurde. Auch MÜLLER (1982) stellte bei seinen Untersuchungen 1979 fest, daß neben *Dinobryon* auch *Oscillatoria* vorherrschte. Es wäre aber möglich, daß bei tiefer greifenden Zirkulationen, die sich nicht regelmäßig ereignen, nicht nur Nährstoffe, sondern auch Algen aus tieferen Schichten ins Epilimnion verfrachtet werden.



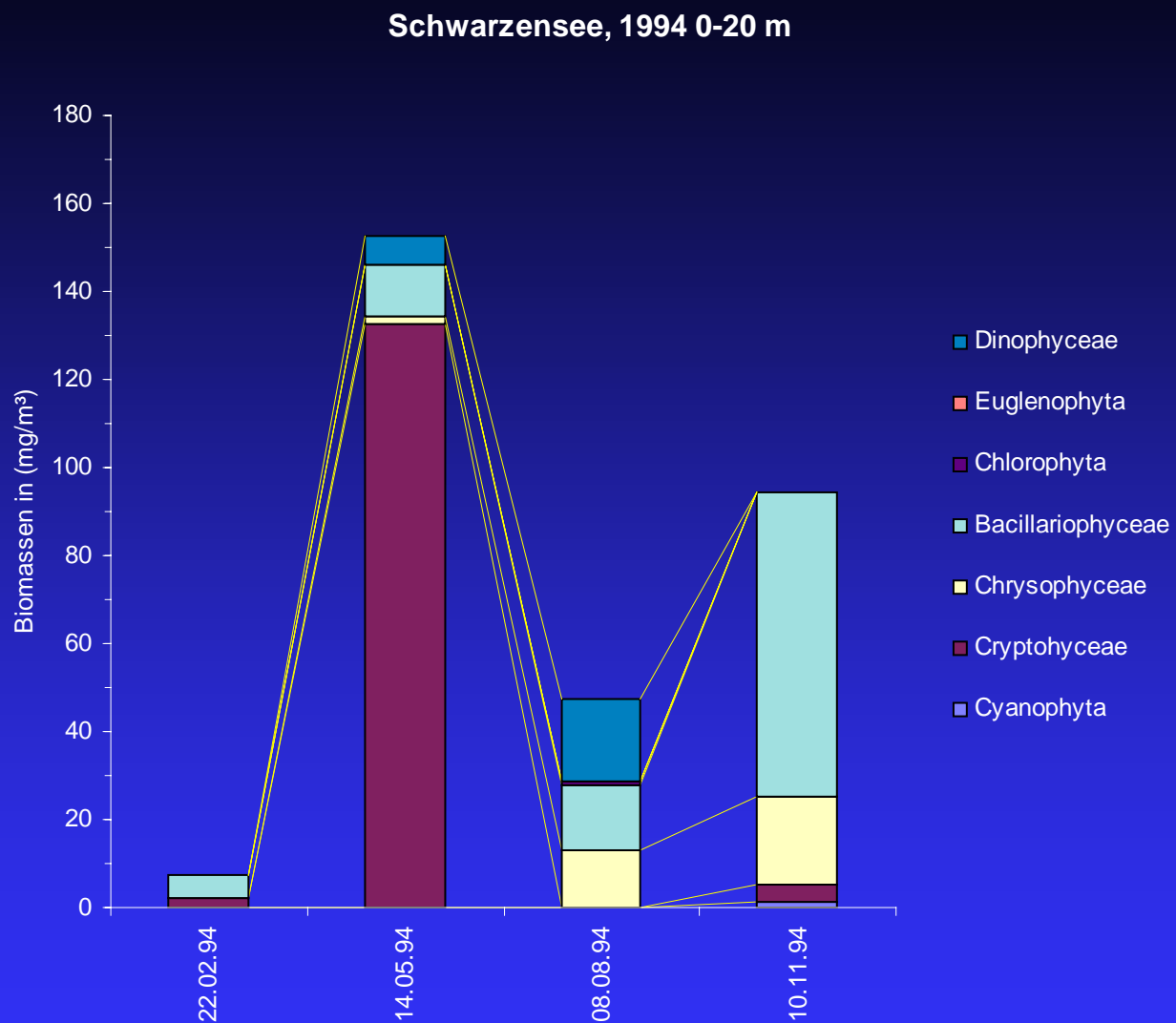


Abb. 8: Phytoplankton des Schwarzensees 1994

# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Schwarzensee 94-02-22 0-21 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cyclotella</i> sp.	390	9162	3,6	42,1
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	19734	2,0	23,2
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	456	1,1	13,4
Coccale Formen	65	13743	0,9	10,5
<i>Cyclotella</i> sp.	950	912	0,9	10,2
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	456	0,0	0,5
Cyanophyta				
Cryptophyceae			2,0	23,2
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			5,6	66,2
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			0,9	10,5
GESAMTBIOMASSE			8,5	





Schwarzensee 94-05-14 0-21 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	54972	131,9	86,6
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	9162	7,3	4,8
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	114	6,3	4,1
<i>Cyclotella sp.</i>	2500	1824	4,6	3,0
<i>Dinobryon divergens</i>	367	4560	1,7	1,1
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	228	0,5	0,4
Cyanophyta				
Cryptophyceae			132,5	87,0
Chrysophyceae			1,7	1,1
Bacillariophyceae			11,9	7,8
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae			6,3	4,1
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			152,3	



Schwarzensee 94-08-08 0-21 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	342	18,8	39,5
<i>Cyclotella sp.</i>	2500	5814	14,5	30,6
<i>Dinobryon sociale</i>	400	18324	7,3	15,4
<i>Dinobryon divergens</i>	367	15162	5,6	11,7
<i>Cosmarium sp.</i>	2400	342	0,8	1,7
<i>Oocystis lacustris</i>	200	1140	0,2	0,5
<i>Cymbella sp.</i>	580	228	0,1	0,3
<i>Anabaena spiroides</i>	30	4104	0,1	0,3
Cyanophyta			0,1	0,3
Cryptophyceae				
Chrysophyceae			12,9	27,1
Bacillariophyceae			14,7	30,9
Chlorophyta			1,0	2,2
Euglenophyta				
Dinophyceae			18,8	39,5
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			47,5	



Schwarzensee 94-11-10 0-21 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	27486	68,7	72,7
<i>Dinobryon divergens</i>	367	54972	20,2	21,4
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	39468	3,9	4,2
<i>Chroococcus</i> sp.	65	18324	1,2	1,3
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	4581	0,5	0,5
Cyanophyta			1,2	1,3
Cryptophyceae			3,9	4,2
Chrysophyceae			20,2	21,4
Bacillariophyceae			69,2	73,2
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			94,5	



# SCHWARZENSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. ° C
14	09.04.97	Tiefste Stelle	-5,0	15	-54,2	2,8
15	12.06.97	Tiefste Stelle	-5,8	11	-52,9	20,0
16	09.09.97	Tiefste Stelle	-6,6	15	-53,0	17,4

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
14	09.04.97	heiter	2	08,30			
15	12.06.97	heiter	0-	08,00			
16	09.09.97	bedeckt	1-2	08,20			



Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
14	09.04.97	-0,0	3,9	9,8	82							
		-1,0	3,9									
		-2,0	4,0	9,9	82	8,00	243	2,55	0	4	1	3
		-3,0	4,0									
		-4,0	4,0									
		-5,0	4,1	9,6	80	8,00	245	2,60	0	4	1	3
		-8,0	4,1	9,6	80							
		-10,0	4,1	9,4	78	8,00	246	2,60	0	4	1	3
		-12,0	4,1	9,5	79							
		-15,0	4,1	9,1	76	7,90	247	2,60	0	4	1	3
		-20,0	4,1	8,9	74	7,95	247	2,60	0	4	1	3
		-25,0	4,0	8,3	69							
		-30,0	4,1	5,2	43	7,75	256	2,75	0	4	1	3
		-35,0	4,0	2,9	24							
		-40,0	4,0	1,0	8	7,65	264	2,85	2	19	4	15
		-45,0	4,1	1,1	9							
		-50,0	4,1	1,3	11	7,60	269	2,90	13	36	16	20
		-53,7	4,2	1,3	11	7,65	270	2,90	18	40	20	20



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
14	09.04.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	3	723	0,0		2,9		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	4	709	0,0		3,0		
		-8,0							
		-10,0	3	705	0,0		3,1		
		-12,0							
		-15,0	4	704	0,0		3,1		
		-20,0	4	470	0,0		3,1		
		-25,0							
		-30,0	3	492	0,0		4,1		
		-35,0							
		-40,0	43	154	0,0		6,2		
		-45,0							
		-50,0	160	84	0,0		7,6		
		-53,7	177	128	0,0		7,5		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
15	12.06.97	-0,0	19,4	9,2	109							
		-1,0	19,3									
		-2,0	19,0	9,4	111	8,40	234	2,50	1	3	1	2
		-3,0	17,4									
		-4,0	16,7									
		-5,0	14,8	10,3	111	8,30	242	2,55	0	2	1	1
		-6,0	11,0									
		-7,0	9,0									
		-8,0	7,5	11,0	101							
		-9,0	6,3									
		-10,0	6,0	10,4	91	8,00	249	2,60	1	4	1	3
		-12,0	5,0	9,6	82							
		-15,0	4,8	8,7	74	7,85	251	2,60	1	3	1	2
		-20,0	4,5	8,2	69	7,80	252	2,60	0	3	1	2
		-25,0	4,5	7,4	62							
		-30,0	4,5	6,4	54	7,75	255	2,65	0	3	1	2
		-35,0	4,3	4,6	39							
		-40,0	4,3	2,6	22	7,60	260	2,75	1	4	3	1
		-45,0	4,3	1,4	12							
		-50,0	4,3	1,2	10	7,60	268	2,85	1	17	2	15
		-52,4	4,3	1,0	9	7,55	270	2,90	2	18	4	14



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
15	12.06.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	690	0,2		1,8		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	632	0,0		1,9		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	0	652	0,0		2,9		
		-12,0							
		-15,0	0	689	0,0		3,0		
		-20,0	0	680	0,0		3,2		
		-25,0							
		-30,0	0	600	0,1		3,6		
		-35,0							
		-40,0	1	383	0,0		4,8		
		-45,0							
		-50,0	52	95	0,0		6,0		
		52,4	65	92	0,0		6,1		

B e m e r k u n g e n :

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
16	09.09.97	-0,0	19,0	9,7	114							
		-1,0	19,0									
		-2,0	19,0	9,7	115	8,65	236	2,65	0	5	1	4
		-3,0	19,0									
		-4,0	17,4									
		-5,0	15,1	10,2	111	8,15	240	2,60	0	4	1	3
		-6,0	13,0									
		-7,0	10,9									
		-8,0	9,8	9,0	87							
		-9,0	7,9									
		-10,0	7,3	7,9	71	7,80	250	2,60	0	4	1	3
		-12,0	5,8	7,3	64							
		-15,0	5,4	7,1	62	7,75	251	2,65	0	3	1	2
		-20,0	5,2	7,1	61	7,70	251	2,65	0	3	1	2
		-25,0	5,1	6,4	55							
		-30,0	4,8	5,0	42	7,70	256	2,70	0	3	1	2
		-35,0	4,6	3,4	28							
		-40,0	4,3	1,6	14	7,55	263	2,85	0	4	1	3
		-45,0	4,3	1,2	10							
		-50,0	4,3	1,0	8	7,65	268	2,90	1	13	3	10
		-52,5	4,3	0,8	7	7,80	270	2,90	3	14	5	9



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
16	09.09.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	12	300	0,0		1,1		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	13	408	0,0		1,3		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	0	585	0,0		2,9		
		-12,0							
		-15,0	0	616	0,0		3,3		
		-20,0	0	594	0,0		3,4		
		-25,0							
		-30,0	0	536	0,0		4,0		
		-35,0							
		-40,0	0	209	0,0		5,5		
		-45,0							
		-50,0	90	63	0,0		6,6		
		52,5	180	58	0,0		7,3		

**B e m e r k u n g e n :** Seespiegel ca. 1,5 m abgesenkt; bei 52,5 m leichter H<sub>2</sub>S Geruch

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

# Seeleitensee



Inhalt

## Allgemeine Bemerkungen

Der sehr flache Seeleitensee befindet sich im NO-Teil des Ibmer Moores im Bereich zwischen  $48^{\circ} 03' \text{ n. B.}$  und  $12^{\circ} 58' \text{ ö. L.}$  und gehört wie der Heratingersee zur Gemeinde Eggelsberg.

Der See ist fast allseits von Moor umgeben, das restliche Umland wird landwirt-



schaftlich genutzt. Seine Entstehung geht ebenso wie beim Heratingersee (siehe dort) auf die Eiszeit zurück.

Neben dem größten Zubringer, dem Saaggrabenbach, hat der in seinem Umriß etwa dreieckige See noch zwei weitere kleine Zuflüsse. Der Abfluß ist seit 1982 der Leitenseekanal.

Der Seeleitensee entspricht hinsichtlich Nährstoffgehalt, Algenproduktion und Sauerstoffverhältnissen dem eines eutrophen Gewässers.

Seeleitensee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	12	11,7	0,7	21,7
Sichttiefe		12	1,4	0,7	2,4
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-2m	12	63,0	46,0	105,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	12	65,0	52,0	100,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	12	8,6	3,4	14,7
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	12	560,0	36,0	3933,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-2m	12	365,0	16,0	3933,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-2m	2		80,1	5483,6
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-2m	2		21,4	97,7

Charakteristische Werte aus dem Jahr 1994

Untersuchungen am 27. April und 6. September 1994



Sichttiefe: Ähnlich wie die anderen Innviertler Seen hat auch der Seeleitensee ein hohes trophisches Niveau, aus dem hohe Planktondichten resultieren. Zudem verursacht die Eigenfärbung des mit Huminstoffen belasteten Wassers eine Verminderung der Sichttiefe.

Bei einer Einzelmessung im Juli 1979 wurden 1,7 m gemessen (MÜLLER 1982).

Ein Jahresgang von DOKULIL & JAGSCH (1986) erbrachte ein Minimum von 0,7 m, ein Maximum von 2,1 m und einen Jahresmittelwert (n=10) von 1,4 m. Die beiden Messungen am 27.04. und 06.09.1994 ergaben jeweils 1,2 m.

Temperatur: Die geringe Tiefe, die kurze Wassererneuerungszeit (102 Stunden) und damit verbunden die starke Durchströmung des Sees haben zur Folge, daß kurzfristige Witterungsänderungen sehr rasch zu Temperaturänderungen des gesamten Wasserkörpers führen.

Die im Untersuchungszeitraum höchste gemessene Temperatur betrug am 16.07.1985 21,7 °C an der Oberfläche. Zur selben Zeit erreichte die Schicht über Grund 18,3 °C; dies war gleichzeitig die größte vertikale Temperaturdifferenz. Im Mittel lagen die Temperaturwerte nur 0,5 °C auseinander.



## Oberflächentemperatur

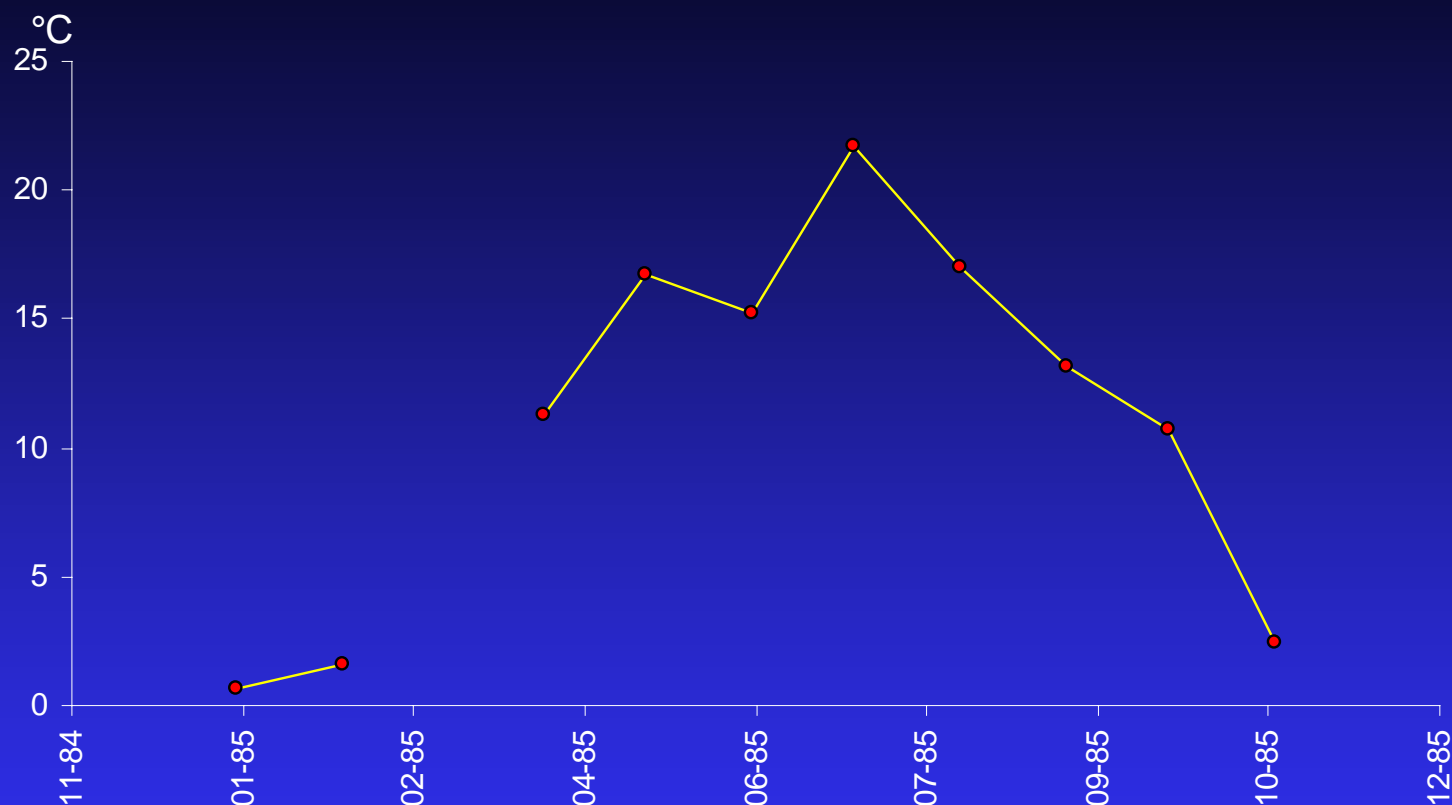


Abb. 1: Oberflächentemperatur des Seeleitensees im Jahre 1985

Sauerstoff: Ähnlich wie die Temperaturen können auch die Sauerstoffkonzentrationen des Seeleitensees in großen Bereichen schwanken. Dabei können Extreme auftreten, wie z.B. am 16.07.1985: die Konzentration an der Oberfläche betrug 22,5 mg/l (Sättigung: 269 % !) und in 2 m Tiefe nur mehr 6,4 mg/l (Sättigung: 72 %).

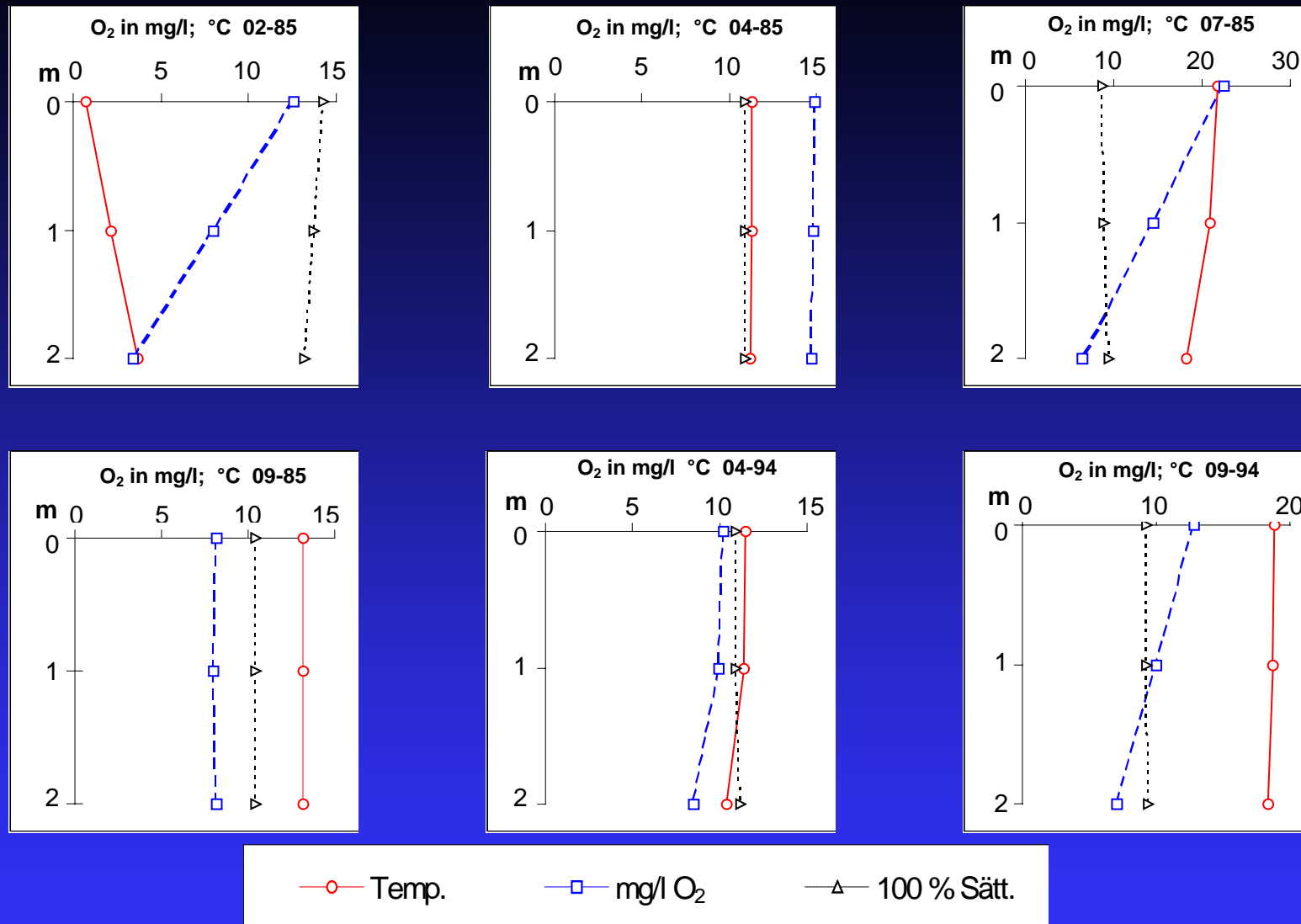


Abb. 2: Verlauf von Temperatur und Sauerstoff für die Meßtage:  
 a) 27.02.1985; b) 10.04.1985; c) 13.09.1985; d) 16.07.1985;  
 e) 27. 04.1994 und f) 06.09.1994



Die niedrigste Konzentration wurde am 29.01.1985 unter der Winterdecke festgestellt. Während an der Oberfläche noch 12,7 mg/l gemessen werden konnten, waren es in 2 m Tiefe nur mehr 3,4 mg/l. Die Abbildung 2 zeigt die Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse der Vergleichsmonate April und September 1985 mit jenen von April und September 1994 sowie die beiden Extreme Jänner und Juli 1985.

Leitfähigkeit: Eine sehr auffallende Eigenschaft des Seeleitensees ist seine hohe Leitfähigkeit. Sie reichte im Untersuchungszeitraum von 451 - 696  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Der Mittelwert lag bei 541  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Die höchsten Werte wurden in den Monaten Oktober und November 1985 gemessen, als die Chloridkonzentration auf das fast 10fache der Konzentration vom Sommer anstieg.

Bei den letzten Messungen von 1994 lagen die Werte zwischen 451 und 495  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , und die Chloridkonzentrationen bewegten sich wieder um 3,0 - 4,0 mg/l.

pH-Wert: Trotz der geringen Tiefe des Sees bildete sich meist ein zum Teil recht steiler pH-Gradient aus (Jänner 1985: von 7,95 an der Oberfläche bis 7,40 in 2 m Tiefe). Andererseits gab es vollkommene Homogenität der pH-Werte auch im Sommer, wenn der See bei Homothermie zirkulierte (18.06.1985: pH 7,75). Der Schwankungsbereich lag zwischen 8,20 und 7,40 bei einem Mittel von 7,80.



Alkalinität: Der Seeleitensee wies eine auffallend hohe Alkalinität auf, die von 3,70 mval/l bis 6,05 mval/l reichte, das entspricht einer Carbonathärte von 10,4 - 16,9 °dH. Bei der Untersuchung vom 30.07.1979 wurden noch höhere Werte gemessen: 17,1 bis 17,5 °dH (MÜLLER 1982).

Gesamt-Phosphor: Die Konzentration des Phosphors scheint seit der Untersuchung durch MÜLLER (1982) leicht abgenommen zu haben. Werte zwischen 103 und 164 mg/m<sup>3</sup> wurden seither nicht mehr festgestellt. Die höchste später gemessene Konzentration trat im August 1985 auf, als an der Oberfläche 105 mg/m<sup>3</sup> gemessen wurden. Die meisten Werte lagen jedoch im Bereich zwischen 50 und 80 mg/m<sup>3</sup>. Dies zeigte auch der Vergleich zwischen den Werten vom April und September 1985 mit den Werten vom April und September 1994 in Abbildung 3.

Der aus allen Meßserien gewonnene Mittelwert (n=12) lag bei 63 mg/m<sup>3</sup>. Besonders hervorzuheben ist aber die Tatsache, daß sich Konzentrationen von gelöstem Orthophosphat in der Höhe von 30 bis 40 mg/m<sup>3</sup>, wie sie im Winter 1985 auftraten, nicht wiederholten.



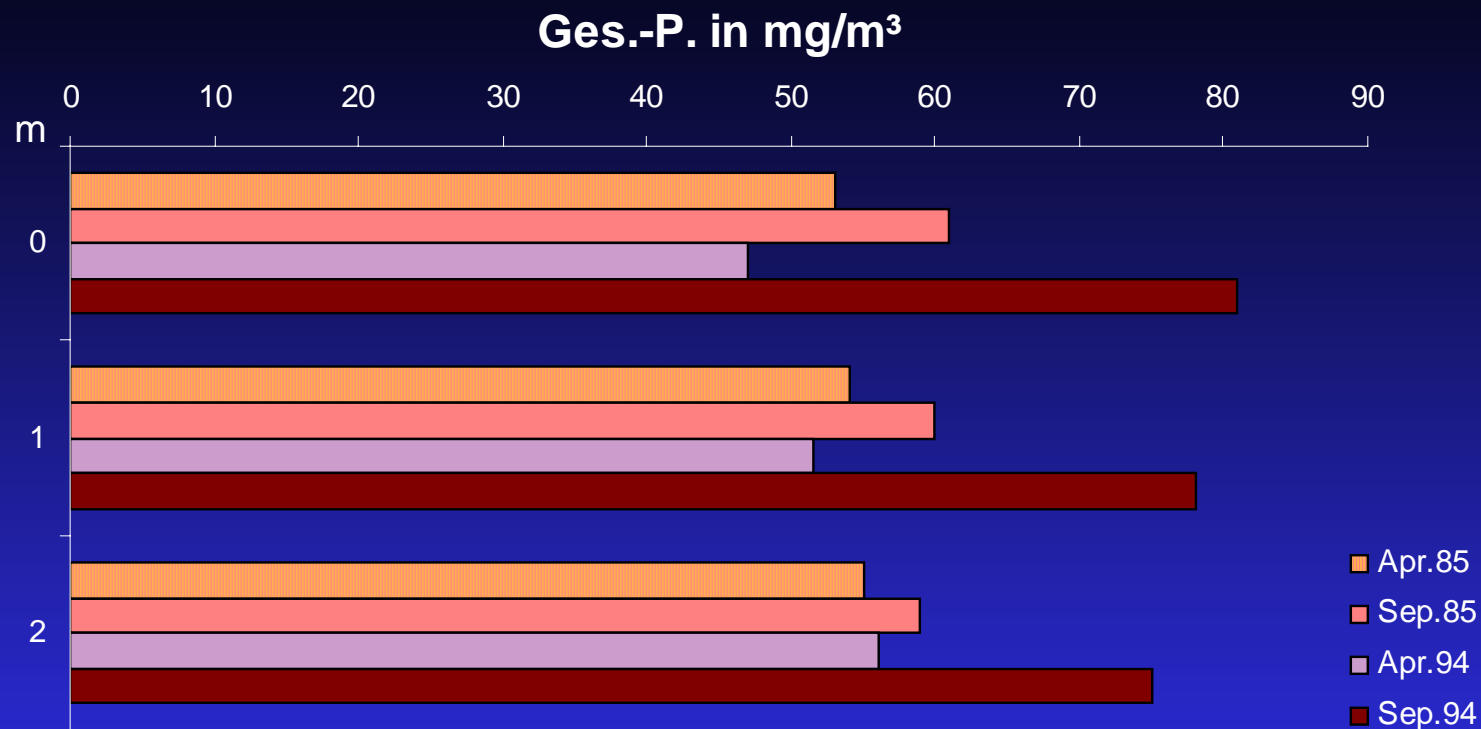


Abb. 3: Vergleich der Gesamt-Phosphor-Werte zwischen 1985 und 1994

Ammonium-Stickstoff: Beim Ammonium gab es einen sehr großen Schwankungsbereich, der von 16 mg/m<sup>3</sup> bis fast 4000 mg/m<sup>3</sup> reichte. Die höchsten Werte wurden gegen Ende der Winterstagnation in 2 m Tiefe gemessen, die niedrigsten in den Monaten Juli bis September, jedoch meist nur an der Oberfläche.

Der Mittelwert der Ammonium-Stickstoff-Konzentrationen betrug 365 mg/m<sup>3</sup>. In Abbildung 4 sind die Konzentrationen der miteinander vergleichbaren Monate

von 1985 und 1994 gegenübergestellt. Auch ein Vergleich der Juliwerte 1979 mit jenen von 1985 zeigt, daß die Konzentration von Ammonium zumindest während der Hauptvegetationszeit abgenommen hat: Juli 1979 Ammonium 0,27 - 0,39 mg/l (Ammonium-Stickstoff 209 - 240 mg/m<sup>3</sup>), Juli 1985 Ammonium-Stickstoff 24 - 92 mg/m<sup>3</sup>.

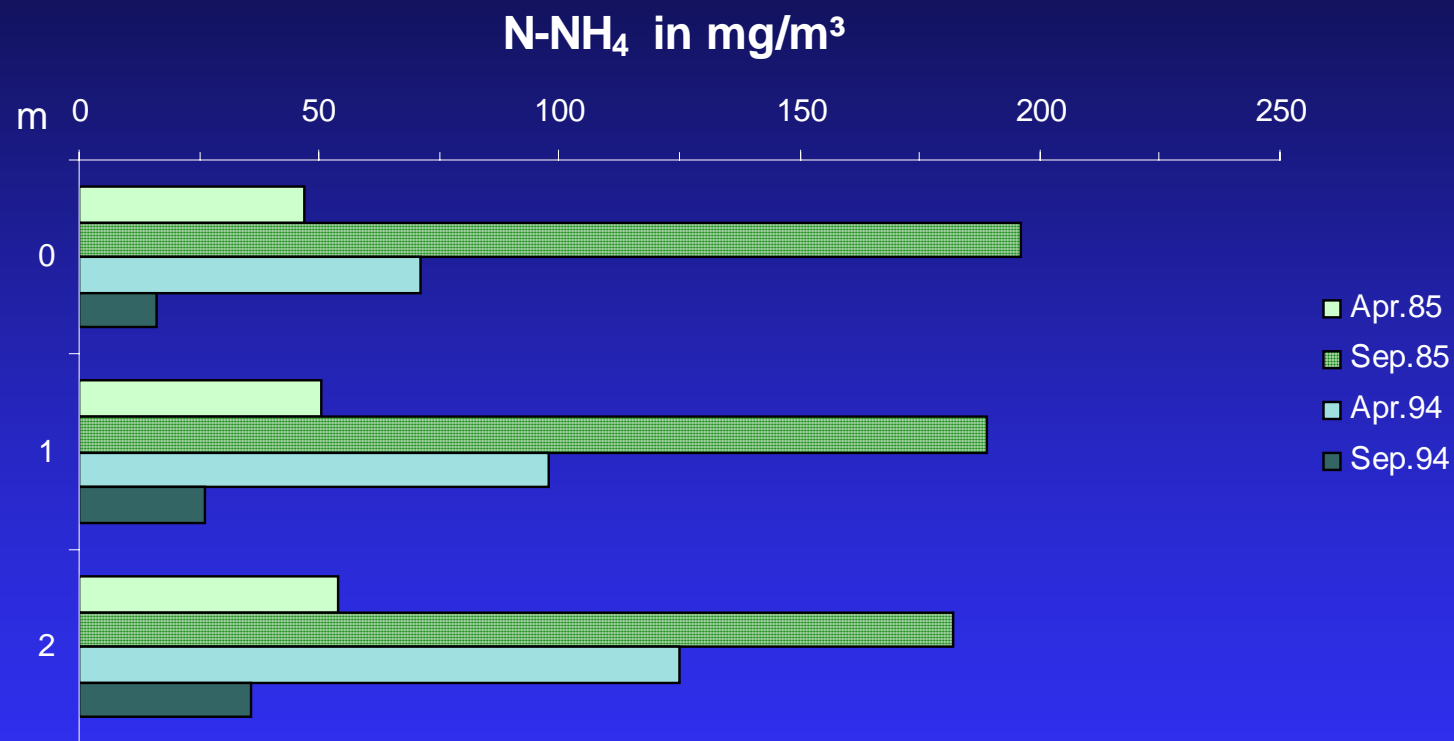


Abb. 4: Ammonium-Stickstoff-Konzentrationen im April und September 1985 sowie im April und September 1994

Nitrat-Stickstoff: Die Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs im Seeleitensee waren die höchsten von allen untersuchten Seen Oberösterreichs. Schon 1979 wurden 1828 mg/l N-NO<sub>3</sub> (8,1 mg/l Nitrat) als Höchstwert gemessen. Im Untersuchungsjahr 1985 lag das Maximum bei 2647 mg/m<sup>3</sup> (Februar, in 2 m Tiefe) das Minimum bei 993 mg/m<sup>3</sup> (Juli, an der Oberfläche). Der Jahresdurchschnitt betrug damals 1515 mg/m<sup>3</sup>. Bis 1994 hatte sich nicht viel geändert. Der Durchschnitt aus zwei Serien (April und September) beträgt 1566 mg/m<sup>3</sup>.

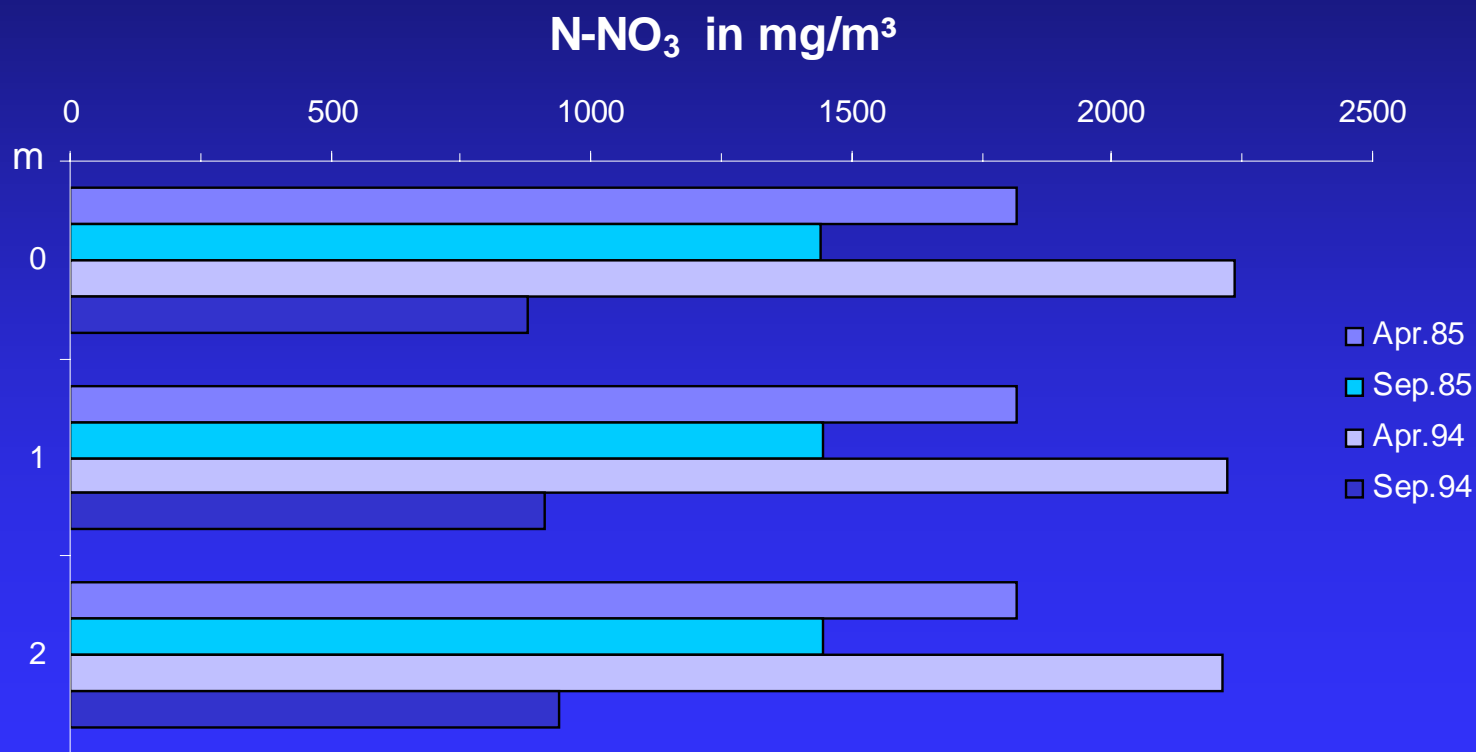


Abb. 5: Nitrat-Stickstoff-Konzentrationen der Monate April und September 1985 sowie April und September 1994

Chlorid: Die Chloridkonzentrationen scheinen großen Schwankungen zu unterliegen. So berichtete MÜLLER von Konzentrationen zwischen 26,0 und 31,0 mg/l. In den Monaten Oktober und November 1985 wurden sogar Werte zwischen 44,0 und 52,0 mg/l gemessen. Dazwischen und auch in den Monaten des Jahres 1994 lagen die Werte zwischen 3,4 und 9,4 mg/l.

Silikat: Der Schwankungsbereich des Silikates war eher gering. Nur die Werte vom April 1985 fielen mit nur 0,2 und 0,3 mg/l als ausgesprochene Minima auf. Das Jahresmittel (n=12) betrug 4,1 mg/l und das Maximum 6,5 mg/l.

Chlorophyll: Ähnlich wie bei den übrigen Innviertler Seen täuschte die 1994 gemessene Chlorophyllkonzentration eine viel größere Algenbiomasse vor, als tatsächlich vorhanden war. Die Ursache dafür dürfte wieder in der Eigenfärbung des Wassers und der darin suspendierten Partikel zu suchen sein. Bereits im April wies der See eine Konzentration von 21,4 mg/m<sup>3</sup> auf, während die Biomasse mit 80 mg/m<sup>3</sup> sehr bescheiden war.

Im September entsprach die Chlorophyllkonzentration mit 97,7 mg/m<sup>3</sup> schon eher der Biomasse (knapp 5,5 g/m<sup>3</sup>), wenngleich das Verhältnis Biomasse zu Chlorophyll noch zu einseitig wirkte.



Phytoplankton: Das Plankton war im April 1994, was Artenzahl und Biomasse betrifft, noch äußerst schwach entwickelt, die Biomasse betrug nur 80 mg/m<sup>3</sup>. Im Jahre 1985 hatte die Biomasse um diese Zeit bereits mehr als 10.000 mg/m<sup>3</sup> (DOKULIL & JAGSCH 1986) betragen. Es ist aber wahrscheinlich, daß der See bis zur nächsten Probenentnahme im September 1994 mehrere Algenblüten erlebte und die Biomasse vom September nur mehr Reste einer solchen Massentwicklung darstellte.

Immerhin konnten im September noch fast 5,5 g/m<sup>3</sup> festgestellt werden. Der größte Teil bestand aus zwei unterschiedlich großen, nicht exakt bestimmbar *Cryptomonas*-Arten, von welchen die kleinere schon im April dominierte. Einen relativ großen Anteil von etwa 20 % teilten sich *Coenococcus* sp. und *Coelastrum microporum*. Bezeichnend für die organische Belastung des Sees war auch das verhältnismäßig starke Auftreten von Euglenen, in erster Linie von *Trachelomonas volvocina*, mit 13 %.



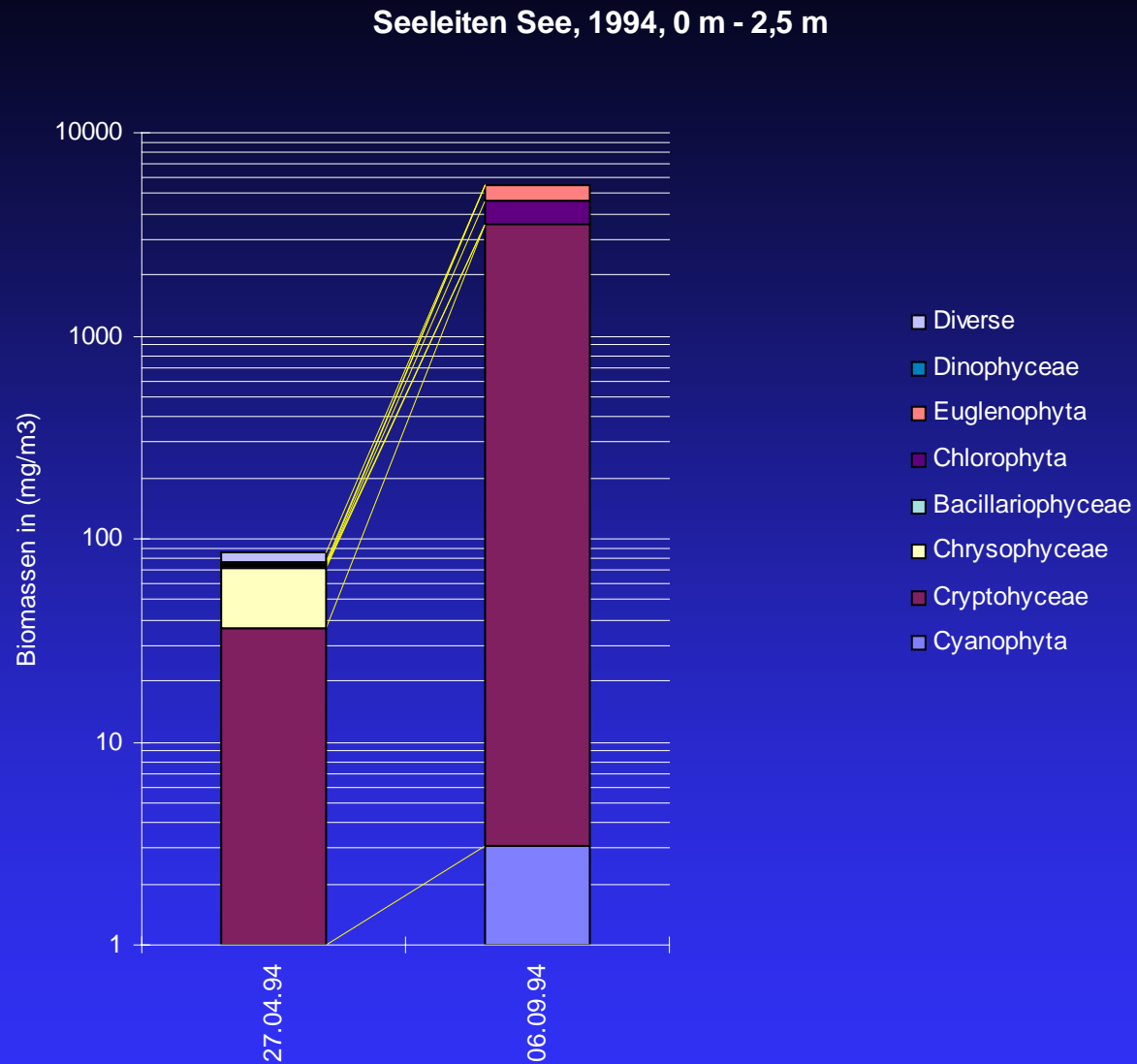


Abb. 6: Das Phytoplankton des Seeleitensees im April und im September 1994



# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Seeleiten See 94-04-27 0 - 2,5 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Kephyrion sp.</i>	122	293184	35,8	44,6
<i>Cryptomonas sp.</i>	380	91620	34,8	43,5
Coccale Formen	65	138138	9,0	11,2
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	228	0,5	0,7
Cyanophyta				
Cryptophyceae			35,4	44,1
Chrysophyceae			35,8	44,6
Bacillariophyceae				
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse			9,0	11,2
GESAMTBIOMASSE			80,1	



## Seeleiten See 94-09-06 0 - 2,5 m

Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	1117764	2682,6	48,9
<i>Cryptomonas</i> sp.	380	2189718	832,1	15,2
<i>Trachelomonas volvocina</i>	3400	210726	716,5	13,1
<i>Coenococcus</i> sp.	520	1163574	605,1	11,0
<i>Coelastrum microporum</i>	65	5446584	354,0	6,5
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	192	439776	84,4	1,5
<i>Phacus tortus</i>	22000	2508	55,2	1,0
<i>Kephyrion</i> sp.	122	236808	28,9	0,5
<i>Crucigeniella pulchra</i>	38	623016	23,7	0,4
<i>Oocystis parva</i>	180	109944	19,8	0,4
<i>Lepocinclis</i> sp.	26167	684	17,9	0,3
<i>Trachelomonas</i> sp.	5800	2964	17,2	0,3
<i>Coccale</i> Formen	65	197340	12,8	0,2
<i>Closterium</i> sp.	1500	8436	12,7	0,2
<i>Synura</i> sp.	300	13743	4,1	0,1
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	66	54972	3,6	0,1
<i>Coelastrum microporum</i>	320	10944	3,5	0,1
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	15960	3,1	0,1
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	28	91620	2,6	0,0
<i>Tetraedron minimum</i>	80	18324	1,5	0,0
<i>Elakathotrix viridis</i>	53	27486	1,5	0,0
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>dup</i>	120	6612	0,8	0,0
<i>Staurostrum</i> cf. <i>tetracerum</i>	135	684	0,1	0,0
Cyanophyta			3,1	0,1
Cryptophyceae			3514,7	64,1
Chrysophyceae			33,0	0,6
Bacillariophyceae				
Chlorophyta			1113,1	20,3
Euglenophyta			806,7	14,7
Dinophyceae				
Diverse			12,8	0,2
GESAMTBIOMASSE			5483,6	



# SEELEITENSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. °C
12	27.04.94	Tiefste Stelle	-1,2	2 braun	-2,7	
13	06.09.94	Tiefste Stelle	-1,2	22		

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
12	27.04.94	wolkenlos	0	09,40		2,1	2,15
13	06.09.94	bewölkt	0-1	10,00			



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
12	27.04.94	-0,0	11,5	10,2	99	7,90	462	4,75	1	47	11	36
		-1,0	11,4	9,9	96							
		-2,0	10,4	8,5	80	7,85	495	5,05	2	56	11	45

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
12	27.04.94	-0,0	71	2233	3,4		4,3		
		-1,0							
		-2,0	125	2212	3,4		4,5		

B e m e r k u n g e n :



Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) m val	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
13	06.09.94	-0,0	18,8	12,8	146	8,15	451	4,65	7	81	30	51
		-1,0	18,7									
		-2,0	18,3	7,1	80	7,80	457	4,65	4	75	23	52

Aus-fahrts-Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
13	06.09.94	-0,0	16	880	3,6		4,4		
		-1,0							
		-2,0	36	940	3,8		4,1		

B e m e r k u n g e n :



# Traunsee



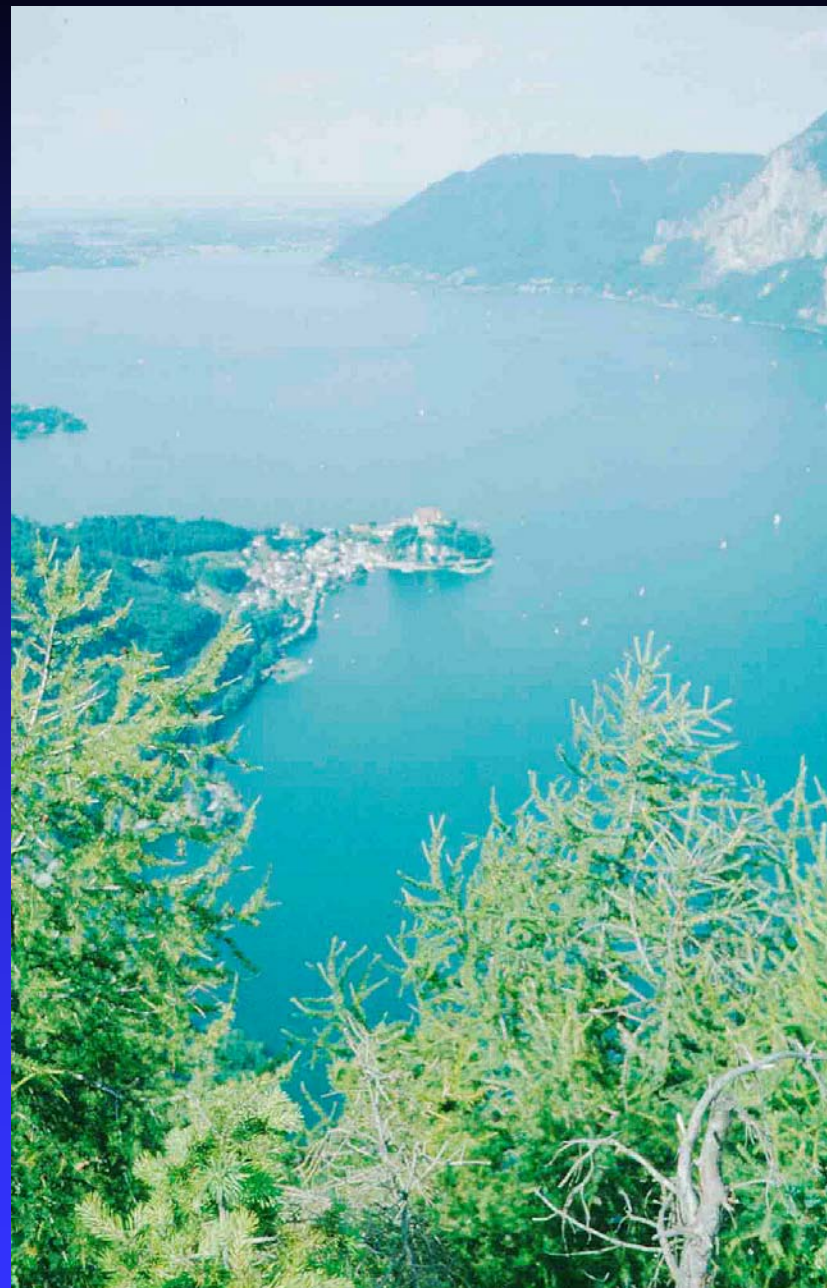
Inhalt





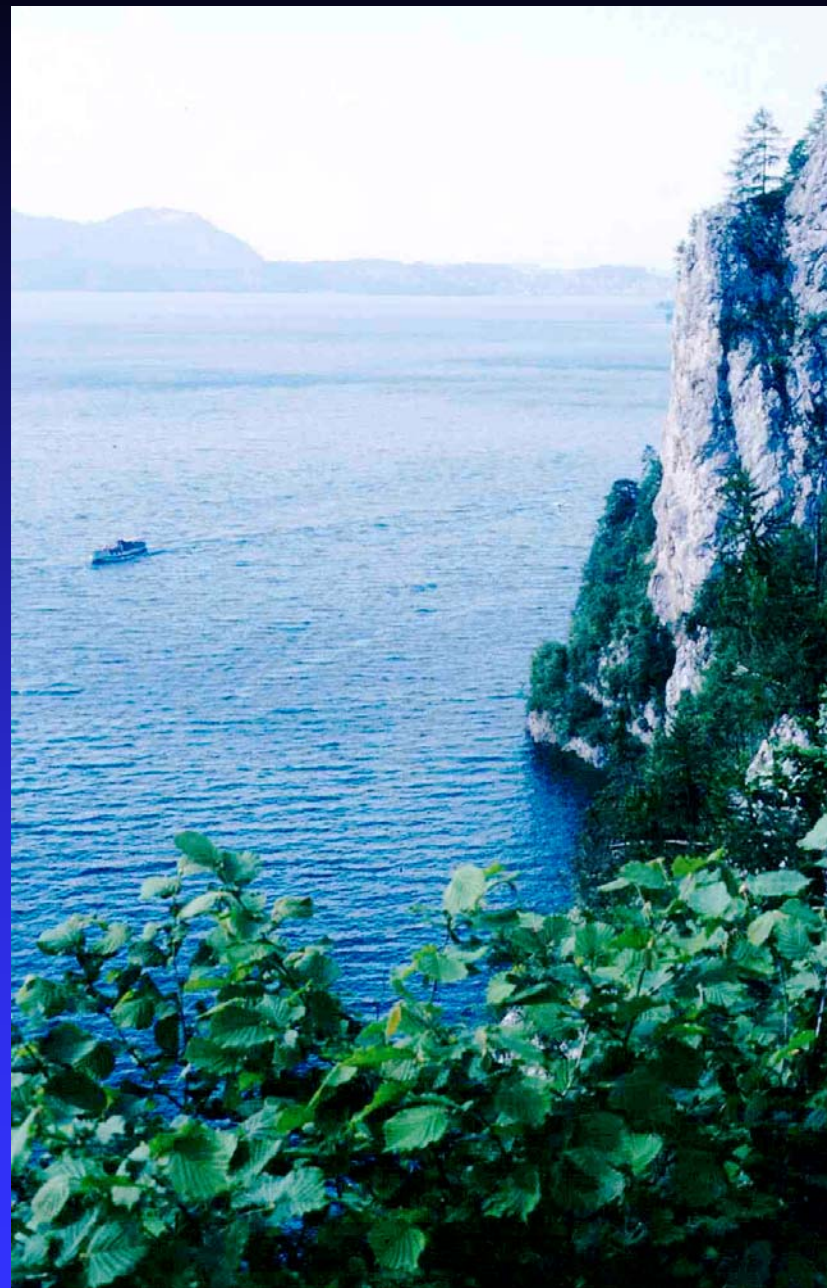
## Allgemeine Beurteilung

Der Traunsee, der zweitgrößte österreichische Alpensee, befindet sich im Bereich zwischen  $47^{\circ} 48'$  und  $47^{\circ} 55'$  n. B. und zwischen  $13^{\circ} 46'$  und  $13^{\circ} 49'$  ö. L. Er liegt am Nordrand der nördlichen Kalkalpen und ist einer der Restseen der letzten Vereisungsperiode. Im südlichen Teil wird der See gegen Westen durch die steil abfallenden Liaskalkfelsen des Sonnstens, einem Ausläufer des Höllengebirges, begrenzt. Die nördlichen Kalkalpen reichen - bedingt durch die Traunsee-Plattenverschiebung - am Ostufer weiter nach Norden als im Westen. Am Ostufer bilden die Felsen des gewaltigen Traunsteinmassivs zum Teil senkrecht aus dem See aufragende Wände aus hellgrauen Wettersteinkalken. Der Nordteil des Sees liegt bereits in der Flyschzone. Den Flyschbergen vorgelagert sind Moränenwälle und Hü-



gel, die den Nordteil umsäumen und sich am Westufer bis gegen Traunkirchen erstrecken.

Das Becken des Traunsees ist eine einheitliche, nordsüdlich sich erstreckende Wanne. Der Traunsee ist mit 191 m der tiefste See Österreichs. Er wird von der Traun gespeist, die eine Reihe von Seen des Salzkammergutes entwässert: Kammersee, Toplitzsee, Grundlsee, Altaussee und Ödensee (Steiermark), Gosauseen, Hallstättersee, Offensee und Langbathseen (Oberösterreich) sowie die der Ischl zufließenden Abflüsse des Wolfgangsees, Schwarzensees und des Nussensees. Das Einzugsgebiet ist mit 1417 km<sup>2</sup> das größte unter allen österreichischen Seen. Daher ist auch die Traun vor der Mündung in den Traunsee ein mächtiger Fluß, der mit 65 m<sup>3</sup>/s Mittelwasser mehr als 80 % der oberirdischen Zuflüsse dem See zuführt.





Der in Bezug auf den Nährstoffgehalt oligotrophe Traunsee durchmischt meist von Anfang Dezember bis Anfang April, aber nicht immer vollständig. Sehr oft werden die tiefsten Schichten beim Durchmischen nur teilweise erfaßt, so daß ein abnehmender Sauerstoffgradient mit zunehmender Tiefe entsteht. In thermischer Hinsicht gehört der Traunsee dem nordalpinen Schichtungstyp an, der dadurch gekennzeichnet ist, daß die thermische Schichtung im Sommer



nicht sehr scharf ausgeprägt ist. Daher werden auch im Sommer keine so hohen Badetemperaturen erreicht wie an den anderen Seen des Salzkammergutes. Die niedrigen Oberflächentemperaturen sind auch in der überaus starken Durchflutung des Sees durch die Traun begründet. Vollständige Eisbedeckungen im Winter sind sehr selten (zuletzt 1963).

Aufgrund dieser niedrigen Temperaturen ist die Badesaison am Traunsee kurz; trotzdem gibt es einen sehr regen Tourismus, der sich vor allem auf Segeln und Surfen konzentriert. Auch im übrigen Einzugsgebiet dominiert der Fremdenverkehr. Eine Ausnahme bilden die in Ebensee ansässigen Industriebetriebe Salinen Austria GmbH und die Solvay Österreich AG, die seit 1928 den bei der Salz- bzw. Sodaproduktion anfallenden Industrieschlamm zusammen mit Abwässern über ein Pumpenfloß in den See leiten. Diese Einleitung von Abwässern beeinflusst einerseits den Chloridgehalt des Wassers und andererseits durch die Einbringung von unlöslichen Feststoffen auch das Sediment im Südteil des Sees.



Traunsee	Bereich	n	Mittel der Tiefenserien	Minimum	Maximum
Temperatur	0 m	194	10,0	1,9	22,7
Sichttiefe		145	5,6	2,0	11,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	188	5,3	0,0	22,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	188	6,7	1,0	59,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	216	7,9	5,5	10,0
Sauerstoff (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	216	10,6	8,9	12,7
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	18	9,4	0,0	36,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	18	8,8	0,0	21,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	5	75,4	3,0	165,2
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	29	1,68	0,5	6,41

### Charakteristische Werte der Zeitreihe 1977 bis 1997

Sichttiefe: Die Sichttiefe des Traunsees wird durch mehrere Faktoren unterschiedlich beeinflusst, was zu großen Schwankungen der Sichttiefe führt. Bedingt durch das große Einzugsgebiet des Traunsees und seine starke Durchströmung kommt es durch eingeschwemmte Schwebstoffe zu Trübungen, die vor allem im Südteil des Sees auftreten.

Andererseits verursachen die zwischen Mai und Juni auftretenden Kalkausfällungen regelmäßig starke Trübungen des Wassers, welche den ganzen See betreffen und die Sichttiefe meist auf 3,0 m reduzieren. Die geringsten Sichttiefen von nur 2,0 m traten in den Monaten April und Juni 1987 sowie im Juni



1995 und Juli 1997 auf. Die mittlere Sichttiefe vom Juli 1984 bis zum Dezember 1996 beträgt 5,6 m. Das Maximum von 11 m wurde im Juli 1984 gemessen.

## Sichttiefen von 1984 bis 1997

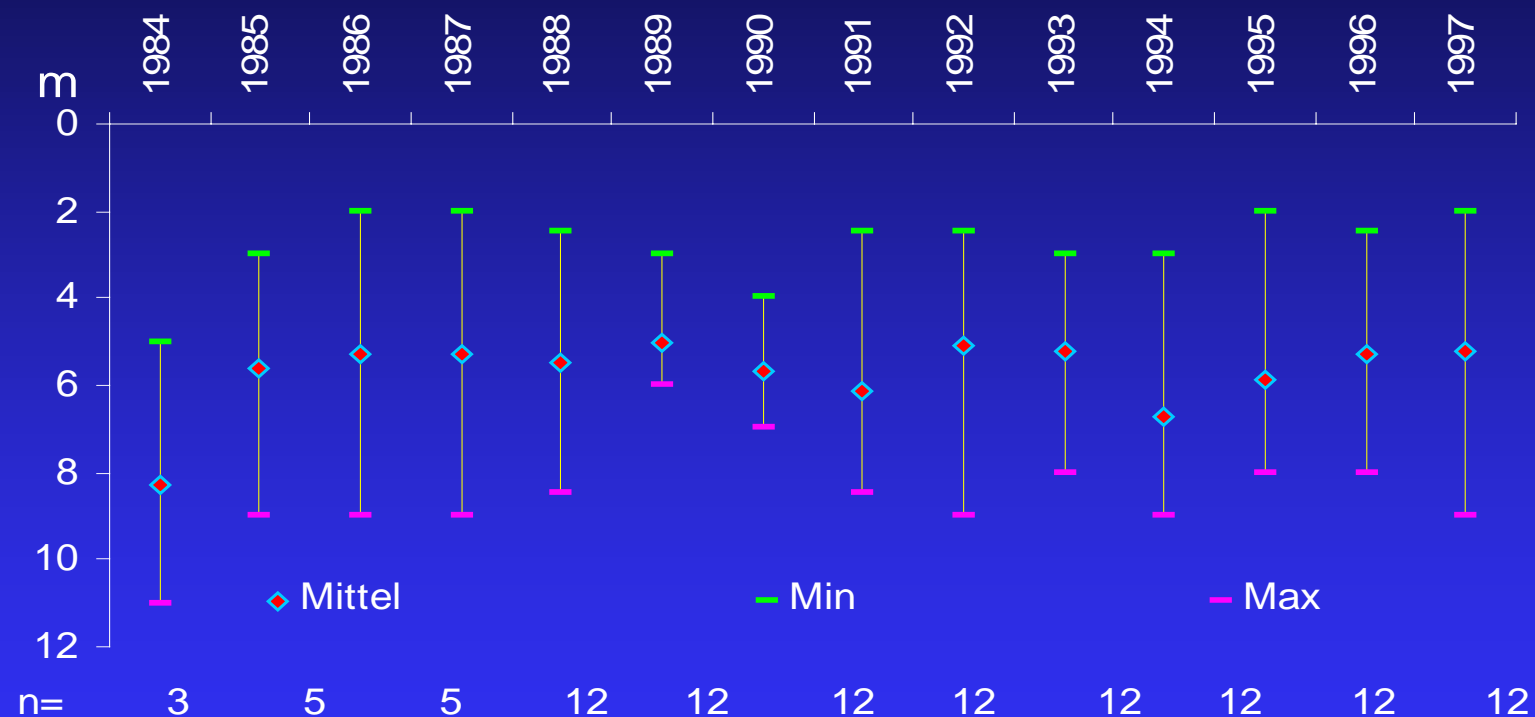


Abb. 1: Sichttiefen am Traunsee

Temperatur: Die Erwärmung des Sees hängt im wesentlichen von zwei Faktoren ab - von der Einstrahlungsenergie, die in den Oberflächenschichten absorbiert wird und von der Windenergie, die das erwärmte Wasser mit dem darunter liegenden kalten Wasser mischt. Beim Traunsee kommt ein dritter Faktor hinzu - der starke Durchfluß der Traun. Sein Einfluß reicht je nach Jahreszeit und Temperatur bis in Tiefen von 30 m.

Während des Sommers werden daher Regionen erwärmt, die ohne diesen Motor bei 5 °C stagnieren würden. Infolge der starken Durchflutung erwärmt sich die Oberflächenschicht nie in dem Maße wie bei einem vergleichbar großen See unter sonst ähnlichen klimatischen Bedingungen.

Ein Epilimnion mit annähernd gleicher Temperatur kann sich daher kaum ausbilden. Im Sommer beginnt die Sprungschicht oft schon an der Oberfläche (Juli 1984, 1987, 1991). Erst nach Abkühlung der Oberflächenschicht auf etwa 10 °C im November bildet sich eine homotherme Schicht aus, die 30 m mächtig sein kann (November 1987, 1994).

Die Durchmischung des Sees beginnt meist im Jänner, sie wird im Februar durch eine inverse Schichtung unterbrochen und im März fortgesetzt bzw. vollendet.

Die Temperaturen über Grund pendeln um den Mittelwert von 5,1 °C mit einer maximalen Amplitude von  $\pm 1,2$  °C. Eine 100%ige Homothermie ist jedoch bei der großen Tiefe des Sees eine Seltenheit.

In den Isoplethendarstellungen in Abbildungen 2 und 3 kommen die Temperaturschichten im Laufe des Jahres besonders gut zur Geltung.



Die Durchmischungstiefe, die aufgrund von Konvektionsströmungen und Windenergie erklärt werden kann, reicht unter Anwendung der von BERGER (1971) eingeführten Formel zur Ermittlung der Durchmischungstiefe (nach BERGER "reduzierte Tiefe") bis in eine Tiefe von etwa 70 m.

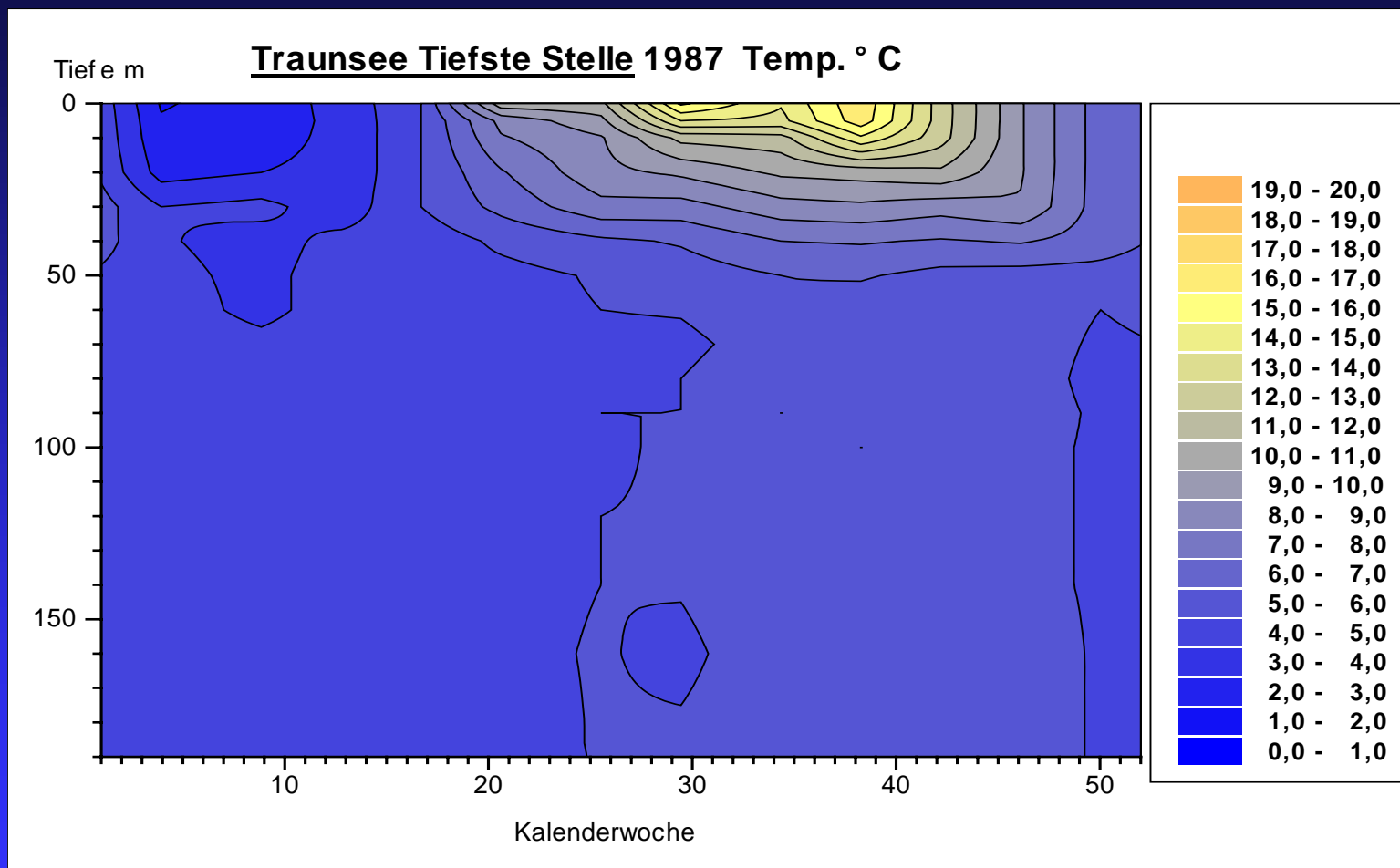


Abb. 2: Temperaturschichtungen am Beispiel des Jahres 1987

Daß es unterhalb dieser 70 m Austauschvorgänge gibt, beweisen die Sauerstoff- und Chloridkonzentrationen in den tiefen Schichten (siehe dort). Als mögliche und plausible Erklärung bieten sich interne Strömungen an, die im Zusammenhang mit dem Durchfluß der Traun stehen.

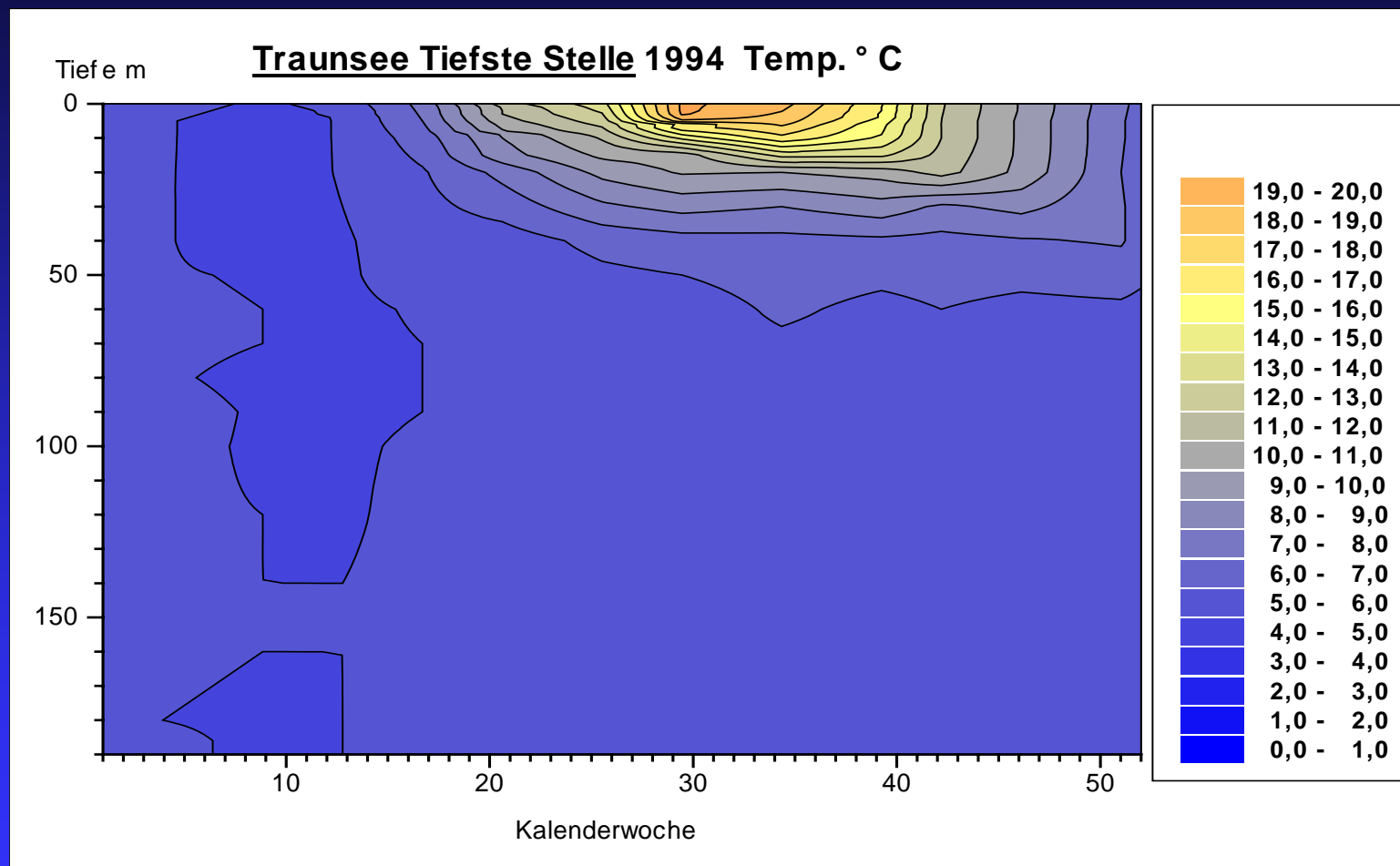


Abb. 3: Temperatschichtungen am Beispiel des Jahres 1994



Sauerstoff: Die Konzentrationen des Sauerstoffs werden nicht nur durch die oben erwähnten Austauschvorgänge während der Zirkulationen, sondern auch durch produktionsbiologische Auf- und Abbauvorgänge im See bestimmt. Daraus resultieren oft äußerst komplexe Verteilungsmuster, zu deren Interpretation häufig interne Strömungen herangezogen werden müssen.

Die höchsten Konzentrationen finden wir erwartungsgemäß im Oberflächenbereich. Das absolute Maximum wurde im März 1980 mit 13,6 mg/l an der Oberfläche gemessen. Werte über 12 mg/l treten an der Oberfläche meist in den Monaten Februar bis Mai auf, während in den Monaten Juli bis Oktober die Oberflächenwerte meist unter 10 mg/l liegen. Die niedrigsten Konzentrationen von 9,1 mg/l traten jeweils im August der Jahre 1986 und 1994 auf. In Abbildung 4 sind die Sauerstoffinhalte des Hypolimnions in Tonnen und die entsprechenden Konzentrationen in mg/l angegeben. Die Berechnungen beziehen sich jeweils auf den schlechtesten Monat des Jahres (meist November). In den Sommermonaten nimmt die Konzentration mit zunehmender Tiefe unterschiedlich stark ab. Eine kontinuierliche Abnahme bis in die tiefsten Schichten ist relativ selten (annähernd im April 1994). Meist erfolgt die Abnahme stufenförmig mit zum Teil sehr großen Konzentrationsunterschieden, was zur Ausbildung von Sprungschichten führt, die zwischen Dezember 1987 und April 1988 besonders deutlich ausgeprägt waren.

Die Konzentrationen im tiefsten Bereich schwanken zwischen 5,5 und 10 mg/l. Der Mittelwert liegt bei 7,9 mg, die häufigsten Konzentrationen liegen aber im Bereich zwischen 6,9 und 8,9 mg/l. Die niedrigsten Werte gab es in den Monaten September und Oktober 1982. Die Konzentration sank damals auf 6,3 mg/l ab und erreichte das Minimum von 5,5 mg/l im November.





Die Vermutung, daß Sauerstoffeinträge in das Hypolimnion mit Hochwasserereignissen im Zusammenhang stehen könnten, wurde mit Daten der Wasserführung der Traun überprüft. Es ergab sich aber keine positive Korrelation. Aus den Isoplethendarstellungen Abbildung 5 und 6 können die Konzentrationen in 2 mg-Schritten entnommen werden.

## O<sub>2</sub>-Gehalt im Hypolimnion

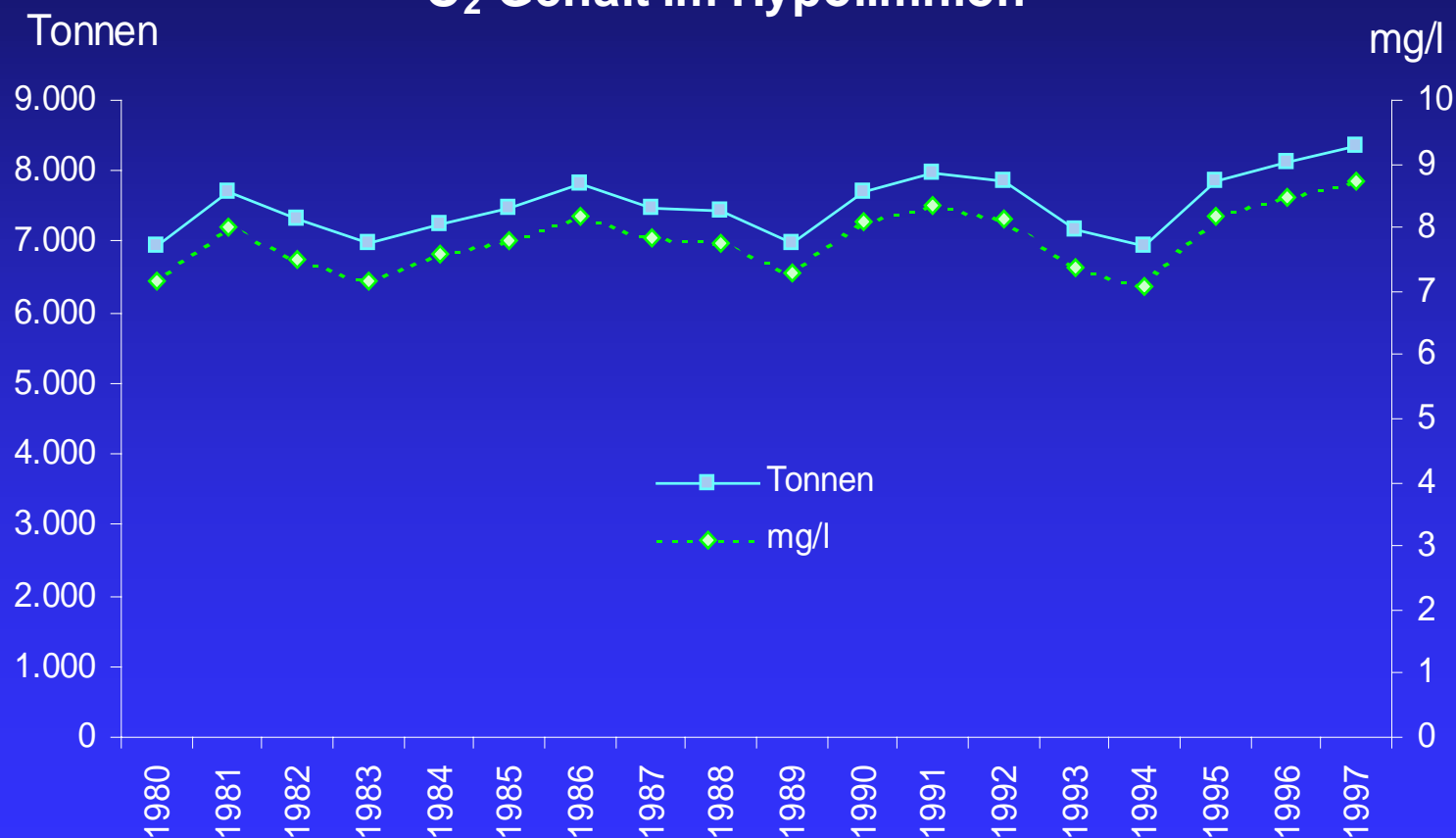


Abb. 4: Sauerstoffinhalt und Konzentration im Hypolimnion (72 m - Grund)

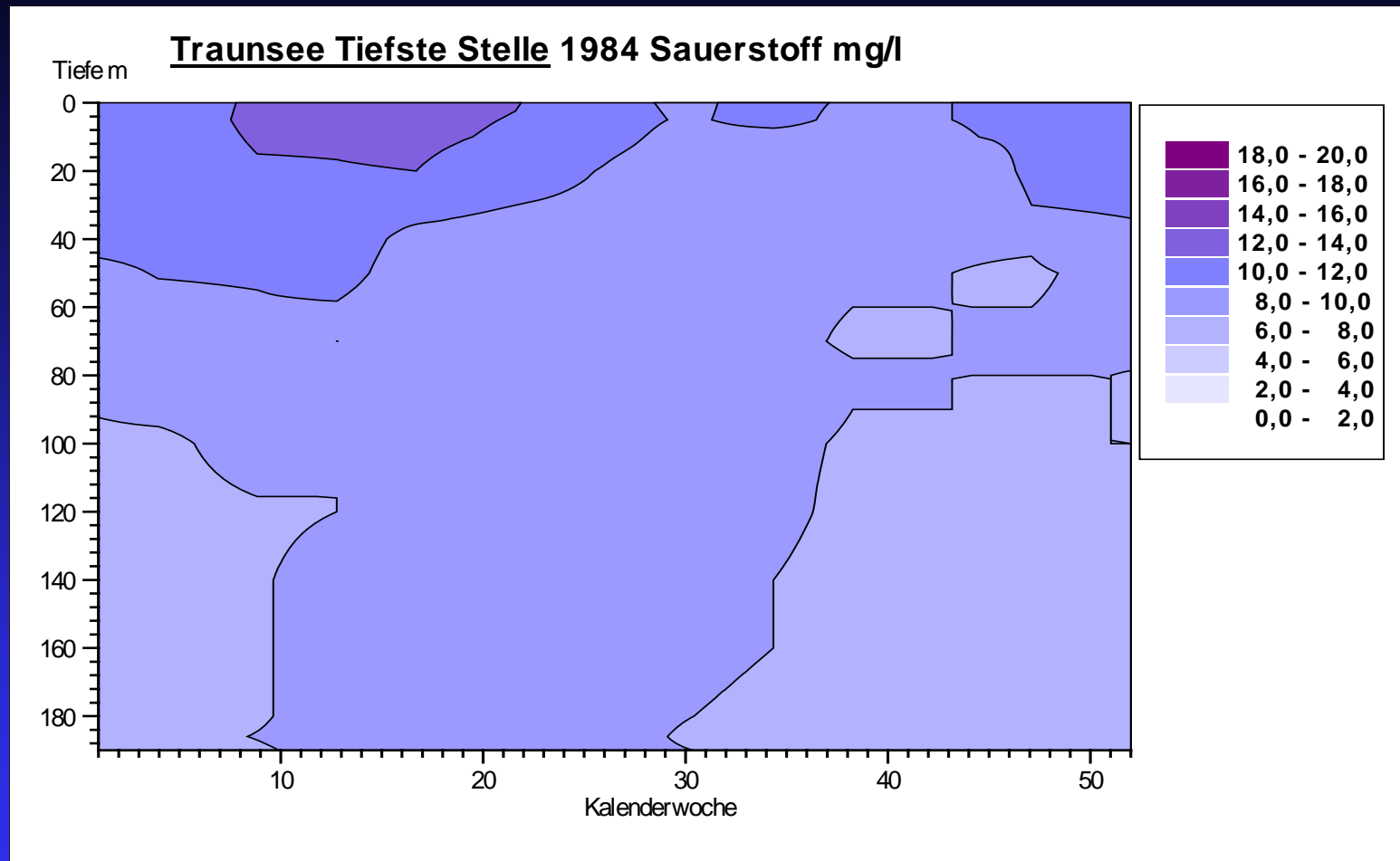


Abb. 5: Verteilung der Sauerstoffkonzentrationen innerhalb des Jahres 1984

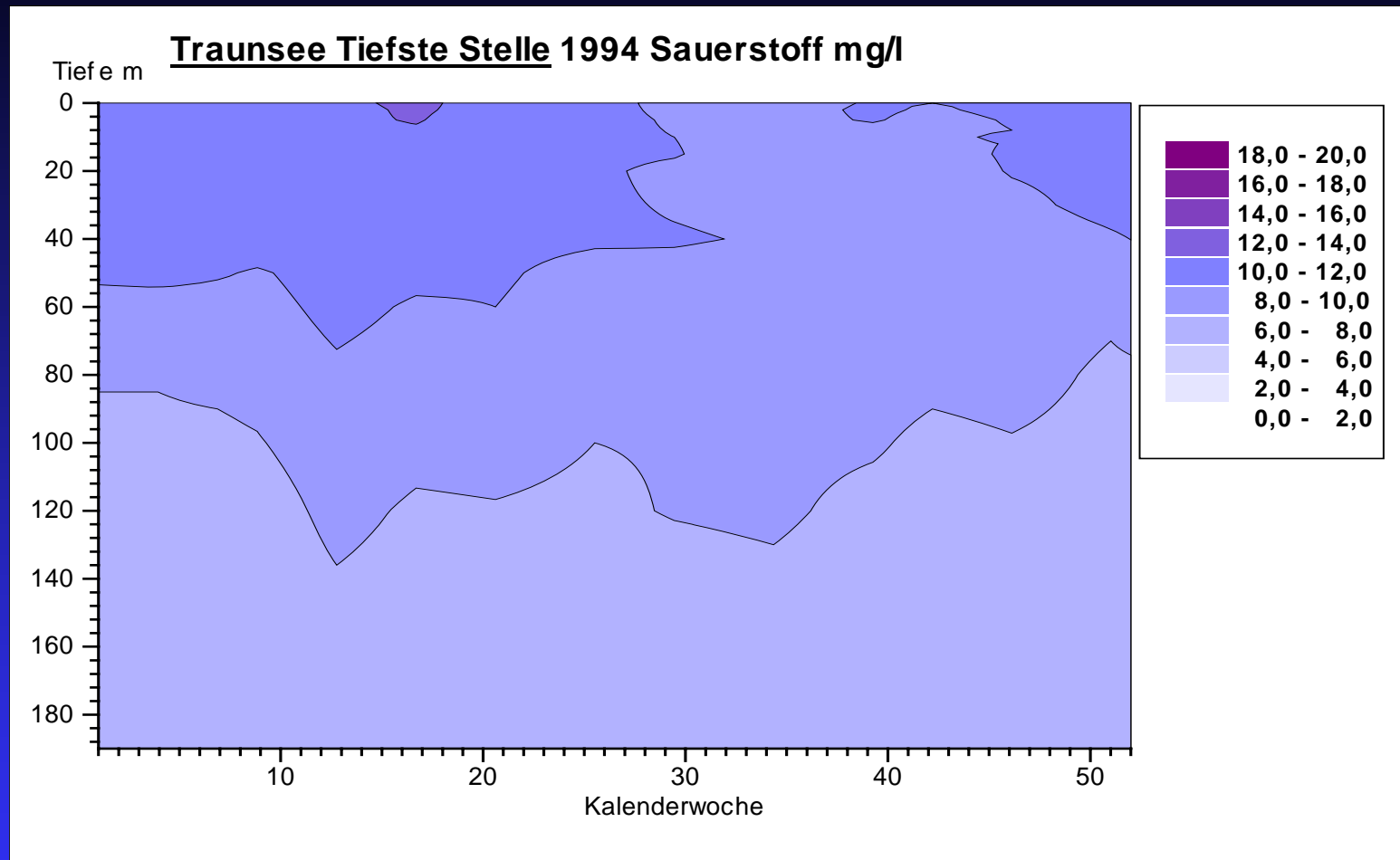


Abb. 6: Verteilung der Sauerstoffkonzentrationen innerhalb des Jahres 1994

Elektrische Leitfähigkeit: Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Maß für die Summe aller im Wasser gelösten Ionen. Beim Traunsee kommen dafür vor allem die Carbonate des Calciums und Magnesiums sowie die Chloride und ein kleiner Rest der übrigen Ionen in Frage. Die Leitfähigkeit steigt mit zunehmender Tiefe je nach Löslichkeit der Ionen in Abhängigkeit vom pH-Wert im Hypolimnion an.

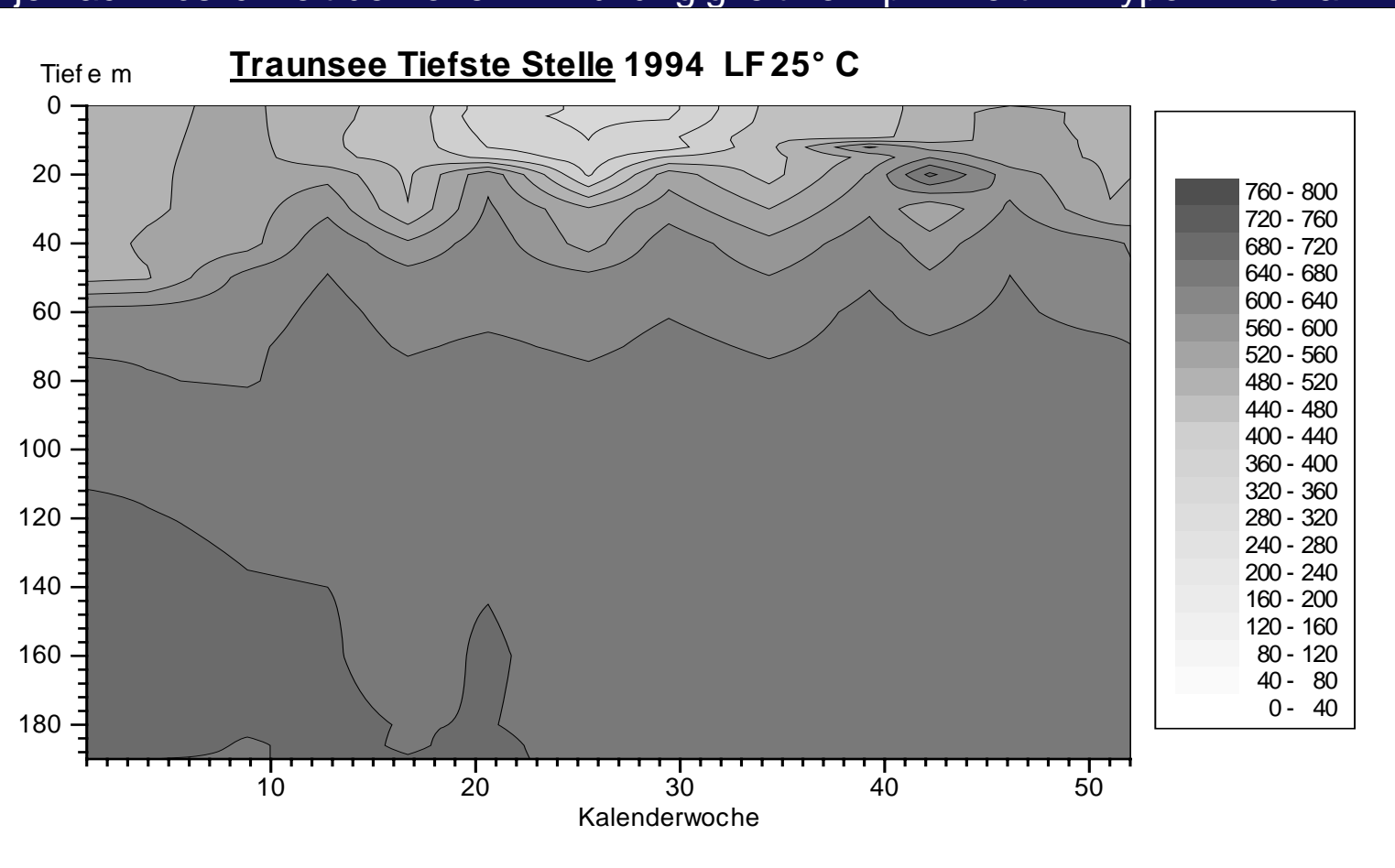


Abb. 7: Verteilung der Leitfähigkeit im Jahre 1994

Die Gesamtleitfähigkeit an der Oberfläche liegt im Bereich zwischen 418 und 639  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und im Hypolimnion zwischen 536 und 713  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , wobei im Hypolimnion die Chloride einen etwas größeren Anteil haben als im Epilimnion. Die Abbildungen 8 und 9 zeigen den Verlauf der Gesamtleitfähigkeit, des Carbonates, des Chlorids und schließlich der Restleitfähigkeit, aufgeteilt in Epilimnion und Hypolimnion.

Auffallend dabei ist vor allem der relativ ruhige Verlauf der Carbonat- und Chloridleitfähigkeit im Hypolimnion. Im Epilimnion dagegen entstehen durch den

### Leitfähigkeit Epilimnion

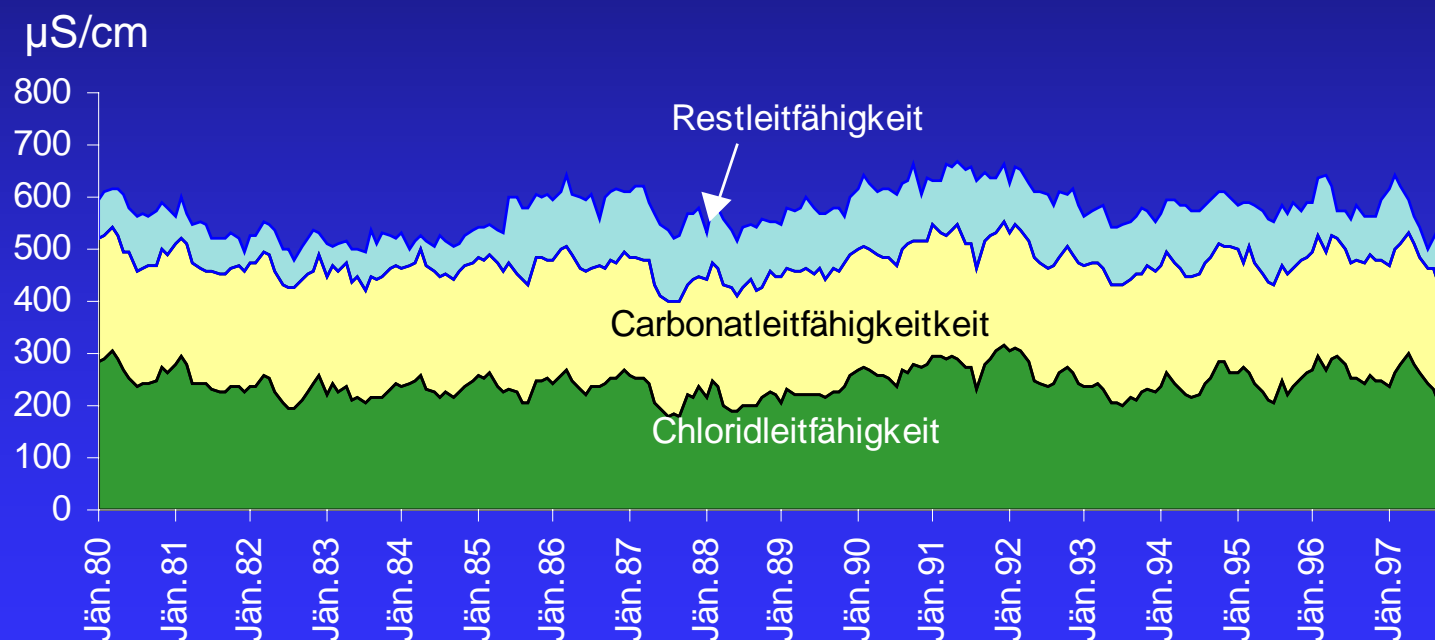


Abb. 8: Leitfähigkeit im Epilimnion von 1980 bis 1997

Einfluß der Traun Konzentrations- und Verdünnungseffekte, die ein unruhiges Muster bilden. Aus der Isoplethendarstellung (Abbildung 7) gehen die Verteilungsmuster der Leitfähigkeit des Jahres 1994 im Tiefenprofil hervor.

## Leitfähigkeit Hypolimnion

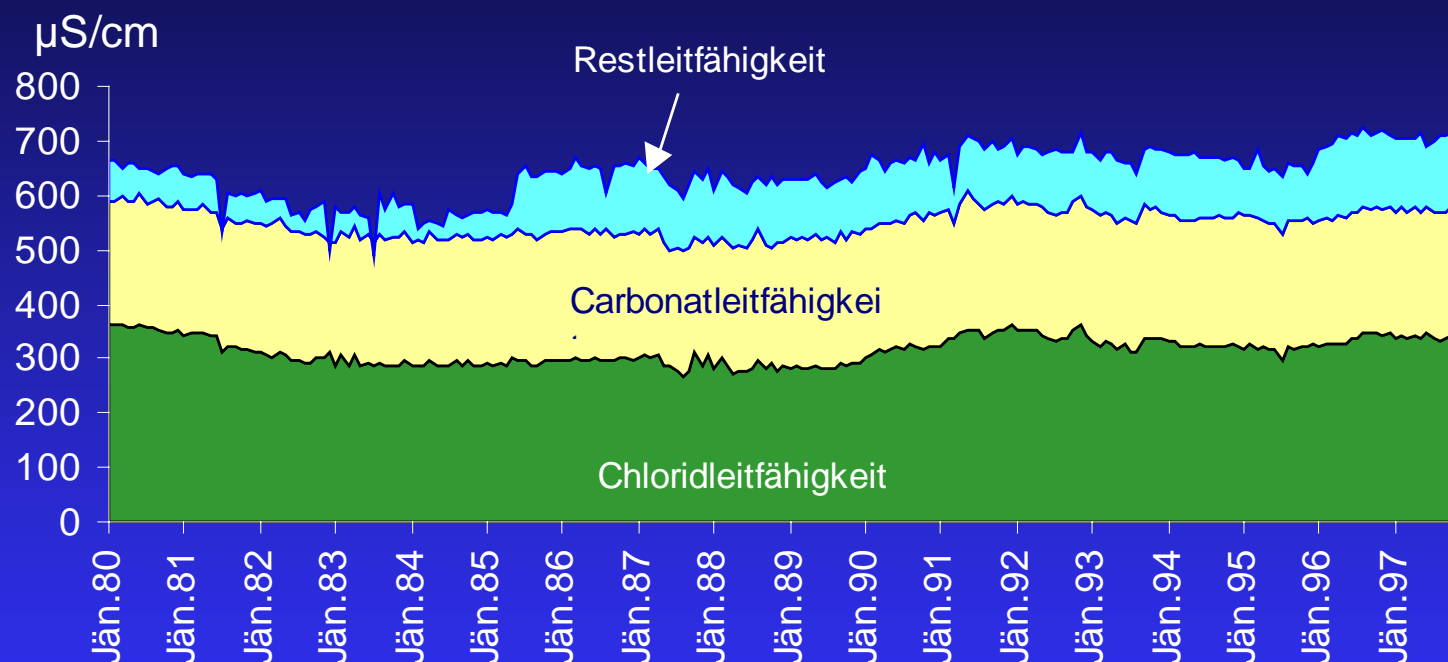


Abb. 9: Leitfähigkeit im Hypolimnion von 1980 bis 1997

pH-Wert: Der Schwankungsbereich der pH-Werte im Traunsee ist relativ gering und reicht von 7,80 bis 8,45, wobei normalerweise die höchsten Werte infolge von produktionsbiologischen Prozessen im Oberflächenbereich und die niedrigsten infolge von Abbauprozessen im Tiefenbereich auftreten. Beim Traunsee begegnet man häufig der paradoxen Situation, daß der pH-Wert mit der Tiefe zunimmt. Besonders in den Sommermonaten der 80er Jahre traf man jedoch die niedrigsten Werte auch nicht an der Oberfläche, sondern in etwa 20 m Tiefe, ab 40 m Tiefe stieg der pH-Wert bis zum Maximum an.

Bei den Werten der letzten 3 Jahre sind keine solchen Trends erkennbar. Die pH-Werte stabilisierten sich im Bereich zwischen 8,00 und 8,45, wobei die Werte gegen den Tiefenbereich leicht abnehmen.

Alkalinität: Der enge Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit, pH-Wert und Alkalinität wurde schon oben erwähnt. Die Alkalinität verdient insofern besondere Aufmerksamkeit, weil sie im Kohlenstoffkreislauf der wichtigste Pufferungsmechanismus ist und damit Gleichgewichte herstellt.

Der Traunsee ist ein kalkreicher See mit einer guten Pufferkapazität.

Die Schwankungsbreite der Alkalinität ist an der Oberfläche bedeutend größer als im Tiefenbereich. In 0 m schwankt die Alkalinität zwischen 1,80 und 3,24 mval/l (Carbonathärte: 5,0 - 9,1 °dH) mit einem Schwerpunkt bei 2,40 mval/l. Der Mittelwert von 1980 bis 1997 liegt bei 2,37 mval/l.

Bei den niedrigen Alkalinitäts-Werten handelt es sich zum größten Teil um Sommerwerte, die durch produktionsbiologische Prozesse erklärt werden können. Andererseits fallen Werte, die größer als 2,50 mval/l sind, mit nur



drei Ausnahmen (August 1988, Juni 1990 und Mai 1991) in den Winterbereich. In der Tiefenzone schwanken die Werte zwischen 2,20 und 2,73 mval/l, der Mittelwert liegt bei 2,48 mval/l.

Gesamt-Phosphor: Die in den 70er Jahren sich schleichend anbahnende Eutrophierung des Traunsees war ein Anlaß für eine fünfjährige umfangreiche Studie, welche die OÖ. Landesregierung an verschiedene Institute des Landes und des Bundes unter der Leitung von Prof. Pechlaner in Auftrag gegeben hat (Limnologische Untersuchung TRAUNSEE - TRAUN 1982). Der oligotrophe Traunsee geriet zusehends in den mesotrophen Bereich, dessen augenfälligster Ausdruck die steigende Algenproduktion war. Da gerade der Phosphor die Algenproduktion limitiert, wurde den P-Konzentrationen besonderes Augenmerk geschenkt.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die Konzentrationen im Oberflächenbereich während der Sommermonate relativ niedrig waren. Erst ab Dezember stiegen die Werte oft um mehr als das Dreifache an, in den frühen 80er Jahren auf etwa 13 bis 19 mg/m<sup>3</sup> (Februar 1982), das Minimum im Sommer lag bei 6 mg/m<sup>3</sup> (August 1979). Als Erklärung für dieses Phänomen kann die Phosphornachlieferung aus dem Hypolimnion bei der winterlichen Durchmischung angesehen werden. PECHLANER (1982) verweist auch auf die bei Niedrigwasser der Traun höheren Konzentrationen des von ihr eingebrachten Phosphors hin. Dieser Effekt wurde aber in den letzten Jahren durch die inzwischen in Betrieb genommenen Kläranlagen weitgehend ausgeschaltet.





Auch im Zeitraum ab 1984 gab es an der Oberfläche noch bedenkliche Konzentrationen (Winter 1987/88: 10 bis 14 mg/m<sup>3</sup>). Aber bereits im darauffolgenden Winter 1988/89 lagen sie nur mehr zwischen 6 und 9 mg/m<sup>3</sup>. Die höchsten Konzentrationen traten im Tiefenbereich auf. Das absolute Maximum wurde im September 1993 in 190 m Tiefe mit 53 mg/m<sup>3</sup> gemessen, wobei

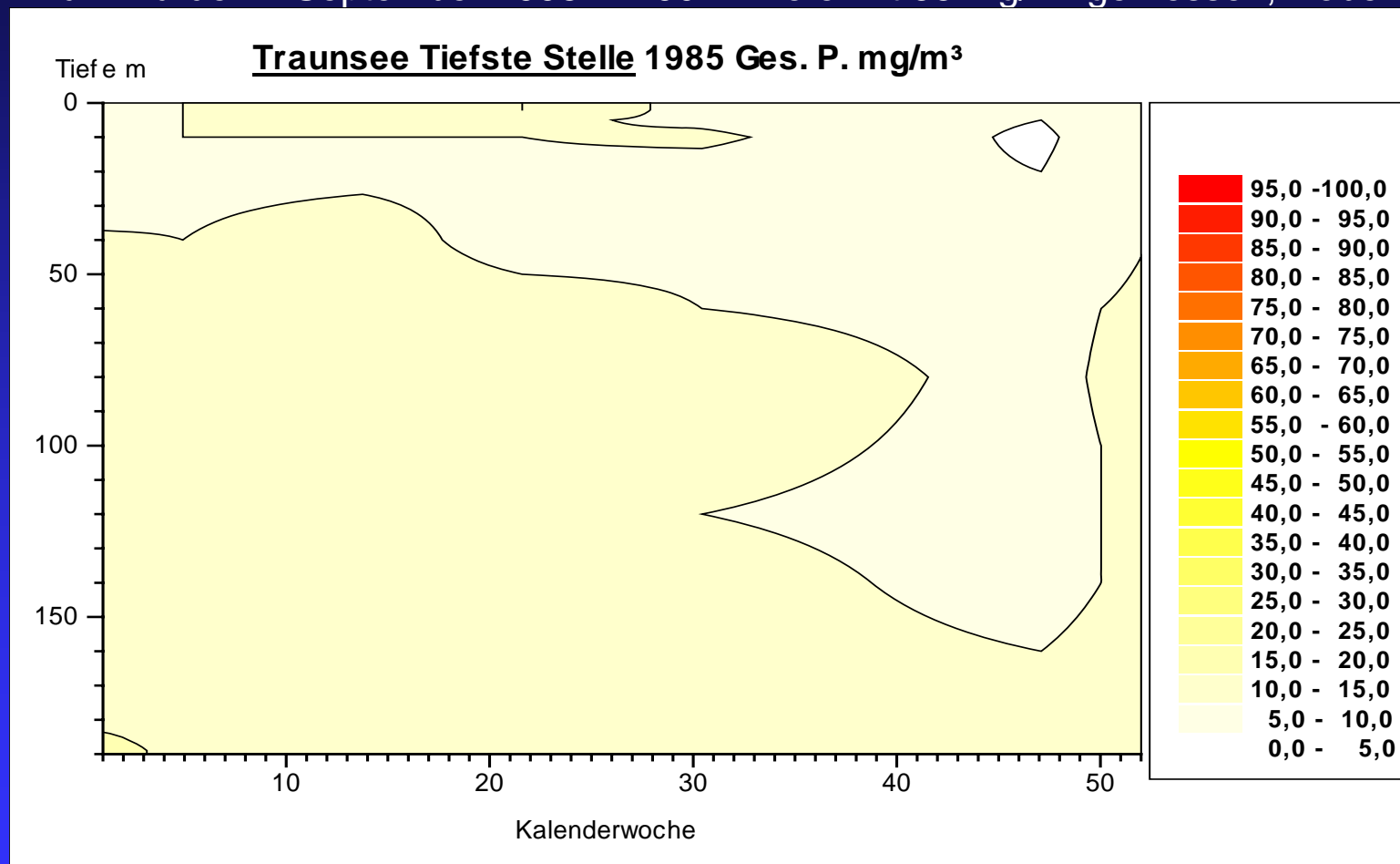


Abb. 10: Verteilung der Gesamt-Phosphor-Konzentrationen des Jahres 1985

jedoch nicht ausgeschlossen werden kann, daß die Probe durch das Sediment verunreinigt war.

Das Ergebnis der Bemühungen zur Reoligotrophierung des Traunsees ist in Abbildung 12 dargestellt. Die für die Jahre 1977 bis 1981 verwendeten Daten stammen aus der Studie von PECHLANER (1982), die restlichen vom Institut

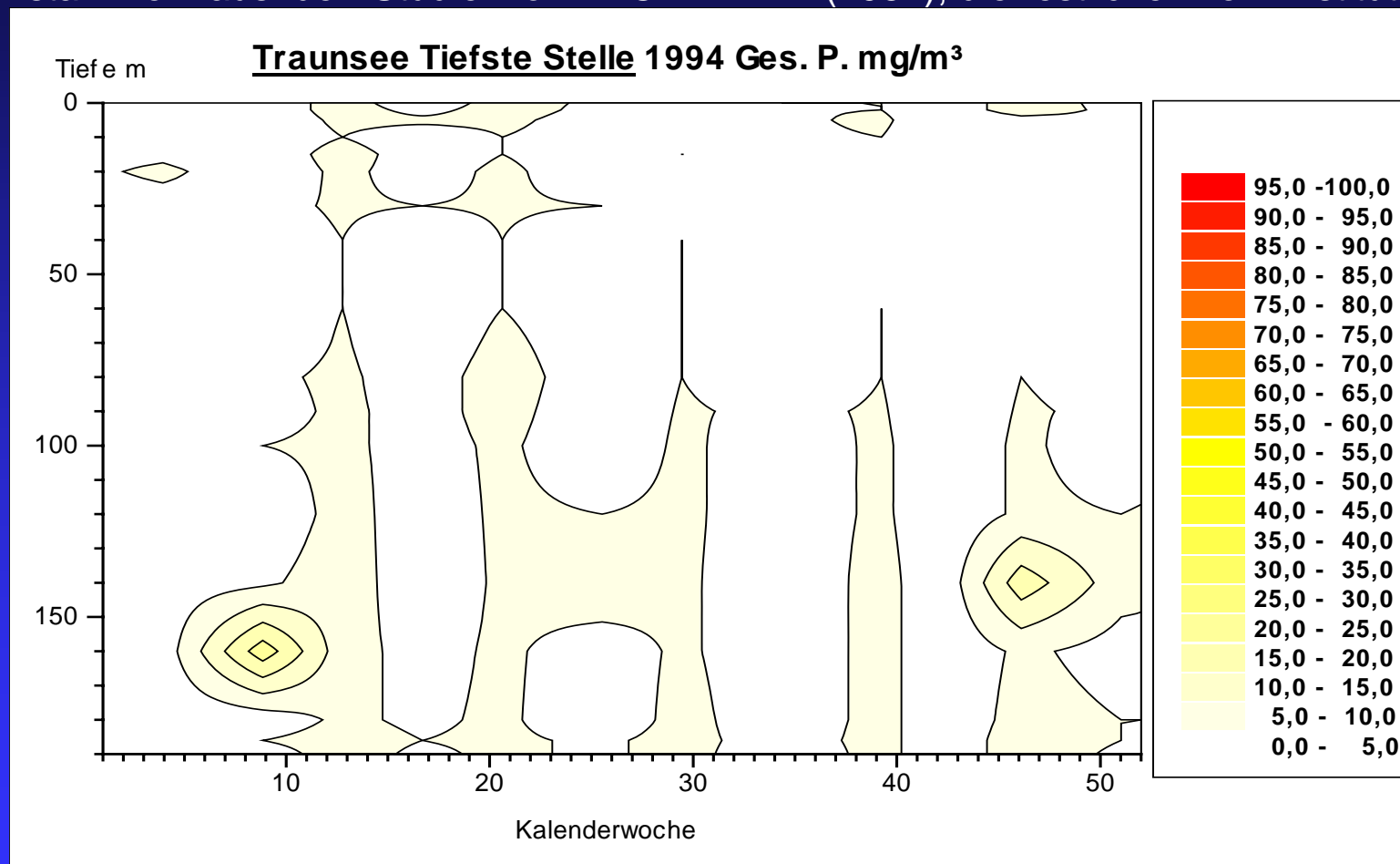


Abb. 11: Verteilung der Gesamt-Phosphor-Konzentrationen des Jahres 1997

für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling. In dieser Abbildung fällt besonders der kaskadenförmige Rückgang der P-Konzentrationen auf. Beachtlich ist auch das Ausmaß der Phosphorabnahme im gesamten Wasserkörper. Die mittlere Konzentration ist von 1979 bis 1997 auf fast 1/8 zurückgegangen. Für den Anstieg von 1993 bis 1994 kann derzeit keine Erklärung angeboten werden.

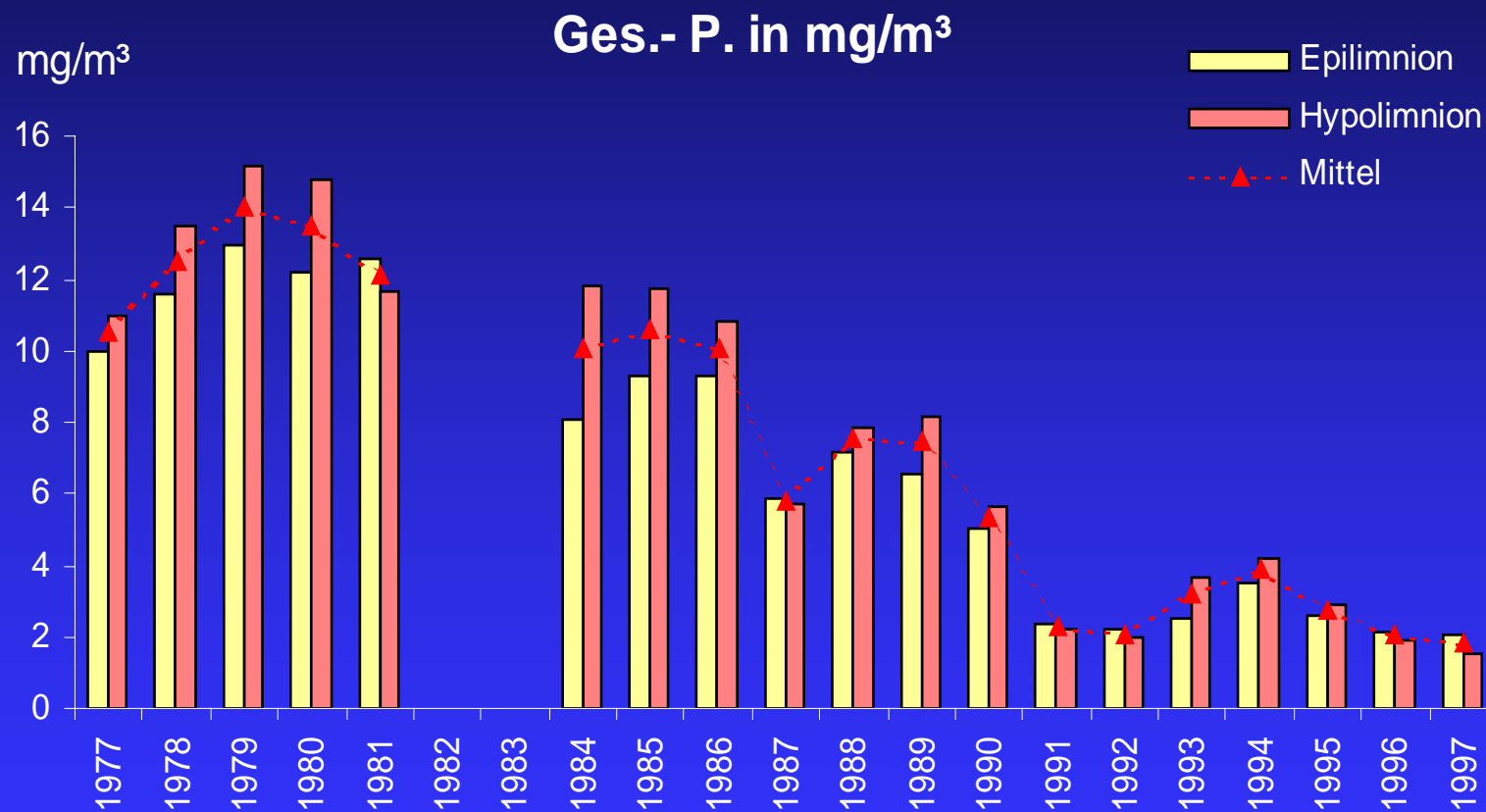


Abb. 12: Konzentrationen des Gesamt-Phosphors von 1977 bis 1997  
(Daten von 1977 - 1981 aus PECHLANER 1982)

Ammonium-Stickstoff: Über die Ammoniumkonzentrationen im Traunsee liegt keine über einen längeren Zeitraum durchgehende Datenreihe vor.

Aus dem Jahr 1975, das nach den vorliegenden Daten die höchsten Konzentrationen aufwies, gibt es nur 2 Untersuchungsserien, denen zufolge die mittlere Konzentration bei 77 mg/m<sup>3</sup> lag.

Bei den Daten von 1977 bis 1979 aus PECHLANER (1982) resultiert für das Jahr 1977 eine mittlere Konzentration von nur mehr 15 mg/m<sup>3</sup> bei n=3 (vergl. auch Abbildung 13).

Bei der Betrachtung des Ammonium-Stickstoffs im Traunsee fallen zwei wesentliche Phänomene auf: 1. Die Konzentrationen im Oberflächenbereich sind meist höher als im Tiefenbereich. 2. Die Streuung der Werte läßt sich mit keinem anderen Parameter vergleichen. Es gibt nicht nur große Konzentrationsunterschiede zwischen den einzelnen Tiefenstufen, sondern auch der Monatsmittel.

Für die hohen Konzentrationen im Oberflächenbereich bietet sich als Erklärung eine Strömung an, die bis zur Temperatur-Sprungschicht reicht. Die Abbauprodukte des Planktons zirkulieren in diesem Bereich, und nur ein kleiner Teil gelangt bis ins Hypolimnion. Möglicherweise hängt auch die große Streuung der Werte mit diesem Kreislauf zusammen. Es besteht auch die Möglichkeit, daß durch die Einleitung von etwa 360 kg Ammonium mit Spitzen bis über 1000 kg pro Tag durch die Ebenseer Industriebetriebe eine Beeinflussung der Konzentrationen im Epilimnion gegeben ist (Mitteilung des Amtes der OÖ. Landesregierung).



Das höchste Monatsmittel wurde im Mai 1985 mit 17,5 mg/m<sup>3</sup> festgestellt. Der Mittelwert des Epilimnions betrug damals 18,6 mg/m<sup>3</sup>, und bei 20 m Tiefe wurden als höchste Konzentration 36 mg/m<sup>3</sup> gemessen.

Der starke Rückgang der Konzentrationen fällt besonders bei den Monatsmittelwerten auf. Die niedrigsten Konzentrationen gab es im März 1994: Mittelwert über die ganze Wassersäule 0,27 mg/m<sup>3</sup>, im Epilimnion 0,5 mg/m<sup>3</sup> und im Hypolimnion war Ammonium-Stickstoff nicht mehr nachweisbar.

### N-NH<sub>4</sub> Konzentrationen

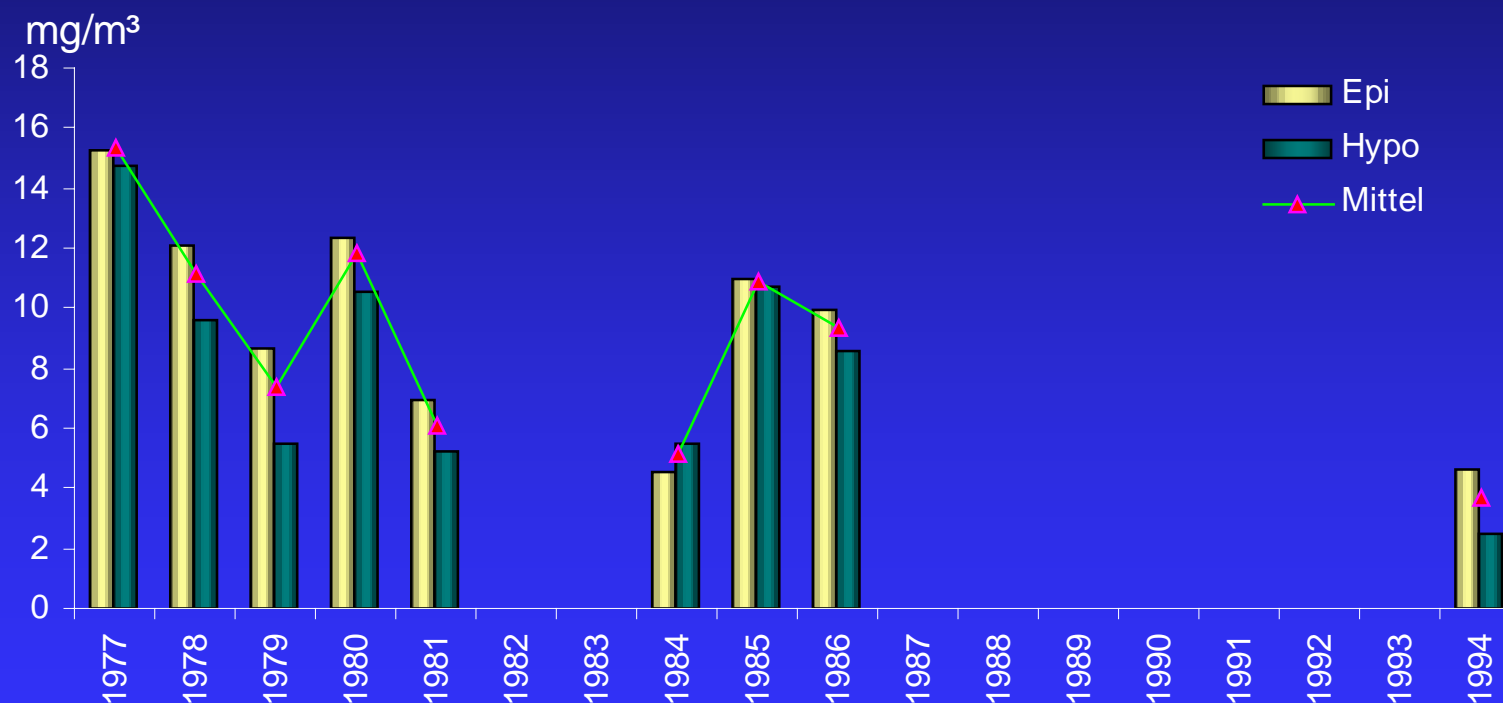


Abb. 13: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffes von 1977 bis 1997  
(Daten von 1977 - 1981 aus PECHLANER 1982)

Nitrat-Stickstoff: Im Zusammenhang mit der Eutrophierung des Traunsees stellte das Nitrat nie ein Problem dar. Trotzdem zählt das Nitrat zu den wichtigsten Pflanzennährstoffen. Wie beim Ammonium ist auch beim Nitrat das vorhandene Datenmaterial sehr lückenhaft. Daher wurden - wie beim Ammonium - zur besseren Vergleichbarkeit der Werte einige Daten aus PECHLANER (1982) übernommen (1977 bis 1981, siehe dazu Abbildung 14).

Es ist bezeichnend für den Nitrat-Stickstoff, daß die Konzentrationen während der Vegetationsperiode infolge intensiver Produktion des Phytoplanktons im

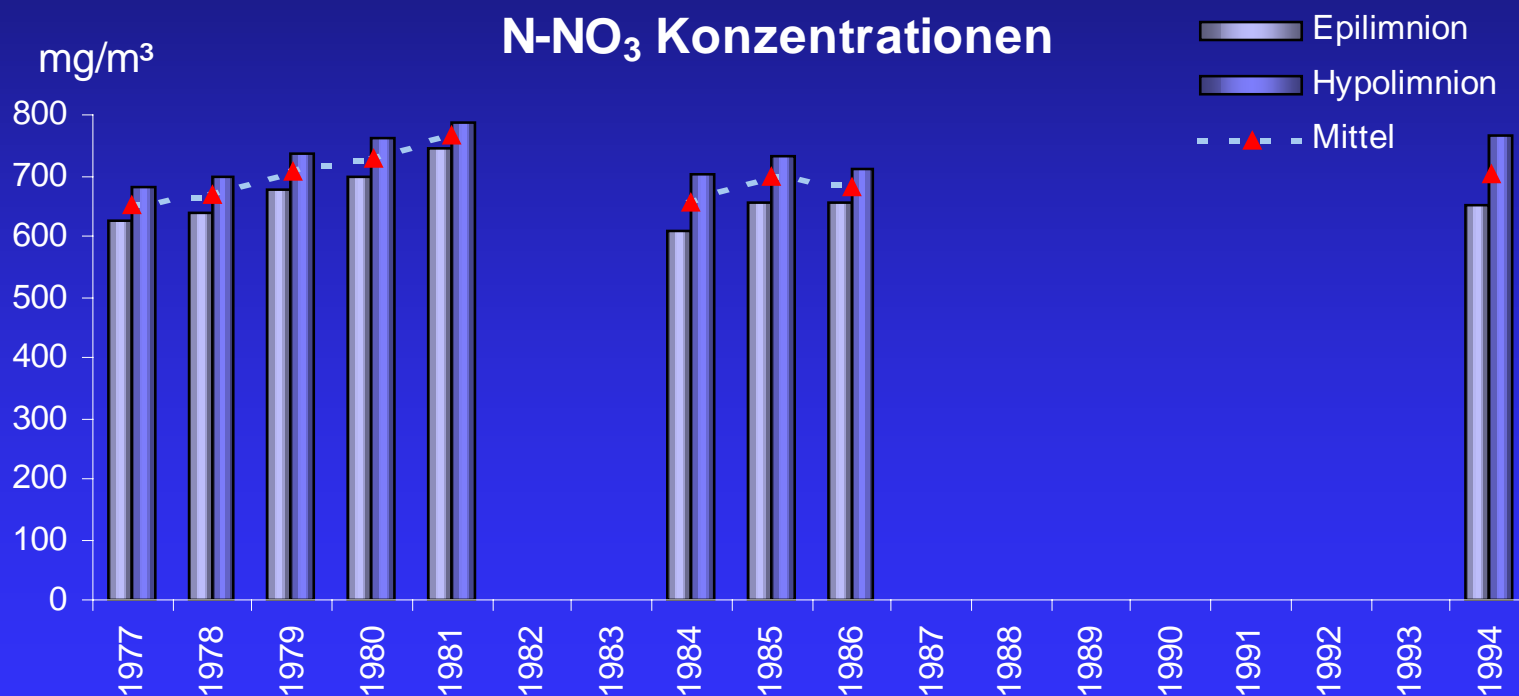


Abb. 14: Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffes von 1977 bis 1997  
(Daten von 1977 - 1981 aus PECHLANER 1982)

Oberflächenbereich etwas niedriger sind als im tieferen Wasserkörper. Die Zunahme der Konzentrationen reicht im Traunsee meist in eine Tiefe von 40 bis 60 m. Von dieser Tiefe an bleiben sie annähernd konstant. Die niedrigsten Oberflächenwerte wurden im Juni 1980 festgestellt. Die Konzentrationen stiegen von 314 mg/m<sup>3</sup> in 0 m bis 705 mg/m<sup>3</sup> in 40 m stufenweise an. Ab 40 m Tiefe schwankten die Konzentrationen um 730 mg/m<sup>3</sup>. Ähnlich große Konzentrationsunterschiede wurden seither nicht mehr beobachtet. Trotzdem vergrößerte sich der mittlere Abstand zwischen Epilimnion und Hypolimnion im Jahre 1994.

Chlorid: Die Maßnahmen, die vor zwei Jahrzehnten zur Reinhaltung des Traunsees ergriffen wurden, trugen dazu bei, daß der Traunsee heute wieder ein oligotrophes Gewässer ist. Nur das Chlorid ist geblieben. Die Abwässer aus den beiden Industriebetrieben Solvay AG und Saline Ebensee stocken seit fast 7 Jahrzehnten den von Natur aus etwas höheren Chloridgehalt des Traunsees auf ein relativ hohes Niveau auf. Wegen der größeren Dichte von chloridhaltigem Wasser stieg die Konzentration vor allem im Hypolimnion stark an. Befürchtungen, der Traunsee könnte das Schicksal einer chemisch bedingten Meromixis erleiden, haben sich aber bisher nicht erfüllt. Die Abbildungen 16 bis 19 auf den nachfolgenden Seiten zeigen Konzentrationsunterschiede zwischen Oberfläche und Grund für Chlorid und Sauerstoff in mg/l.

Daraus geht hervor, daß die Sauerstoffnachlieferung auch bei hohen Chloridkonzentrationen möglich ist (jeweils Juli 1991 und 1995), und daß andererseits auch bei kleineren Differenzen in den Konzentrationen des Chlorids (Jänner 1984) eine Sauerstoffnachlieferung bis 190 m nicht optimal erfolgt.



Der Verlauf der Konzentrationen von 1980 bis 1997 ist in Abbildung 15 dargestellt.

Aus dem umfangreichen Datenmaterial, das von den Solvay-Werken dem Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde in Scharfling freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde, geht hervor, daß die höchsten Konzentrationen auf das Jahr 1974 zurückgehen (Jahresmittelwert von 0-190 m 136 mg/l).

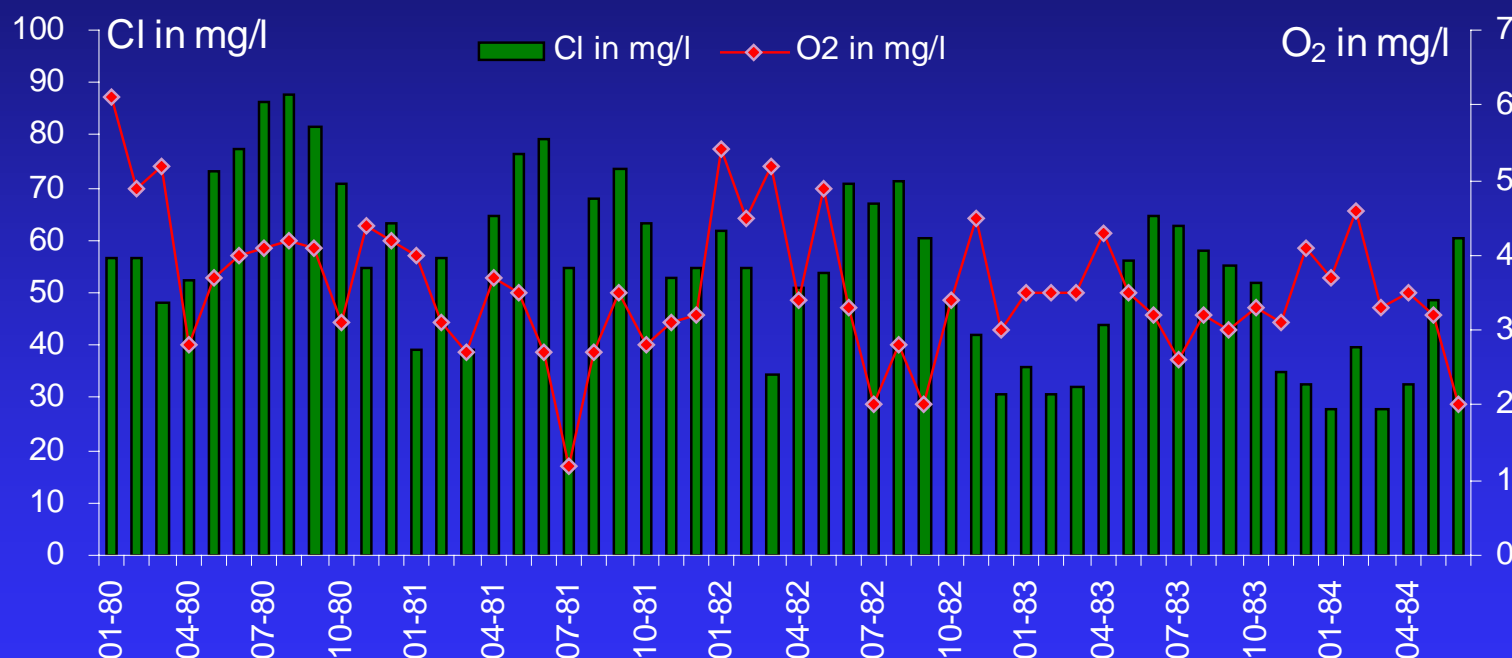


Abb. 16: Differenzen der Oberflächen- und Grundkonzentrationen von Chlorid und Sauerstoff von 1980 bis 1984



Auf diesen Höhepunkt folgte eine kontinuierliche Abnahme bis 1988 (Jahresmittelwert von 0 - 190 m: 92,5 mg/l). Beim neuerlichen Anstieg der Konzentrationen wurden 1991 120 mg/l festgestellt. Derzeit sinken die Konzentrationen wieder, aber der Mittelwert liegt noch über 100 mg/l.

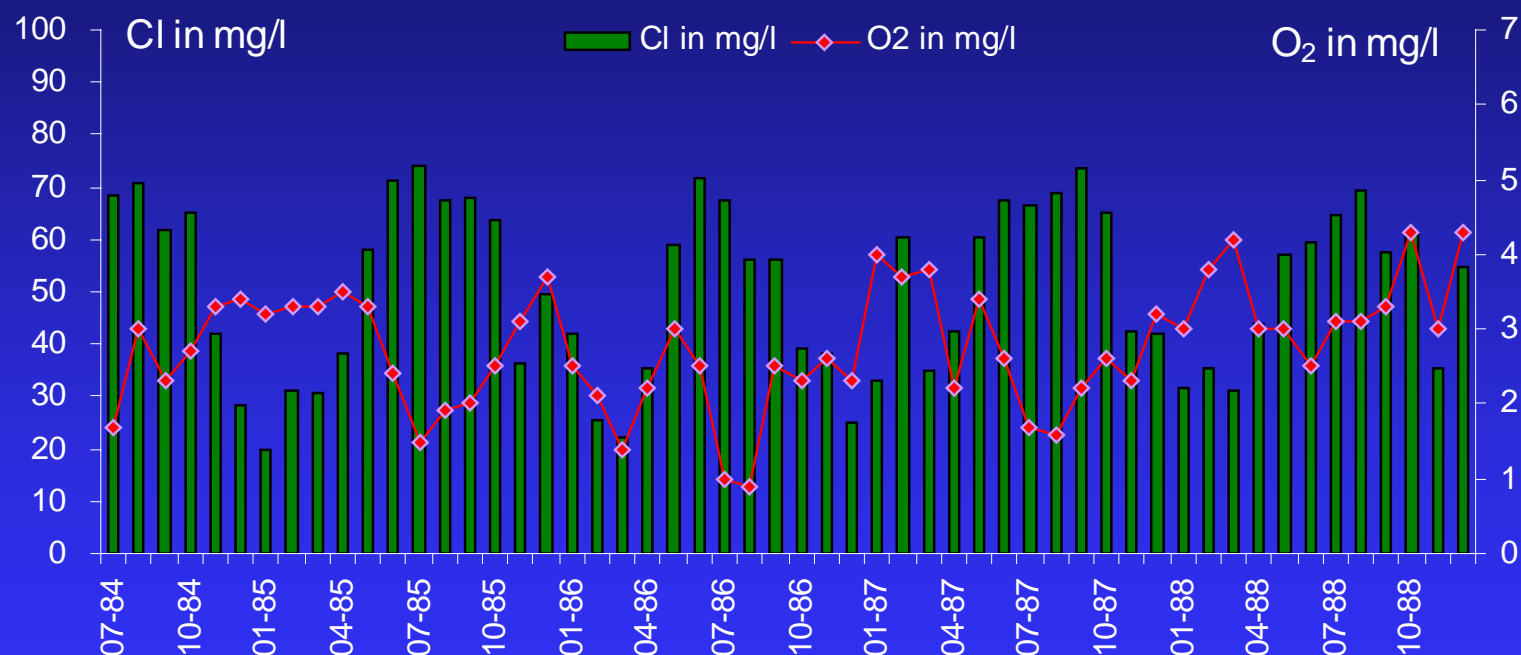


Abb. 17: Differenzen der Oberflächen- und Grundkonzentrationen von Chlorid und Sauerstoff von 1984 bis 1988

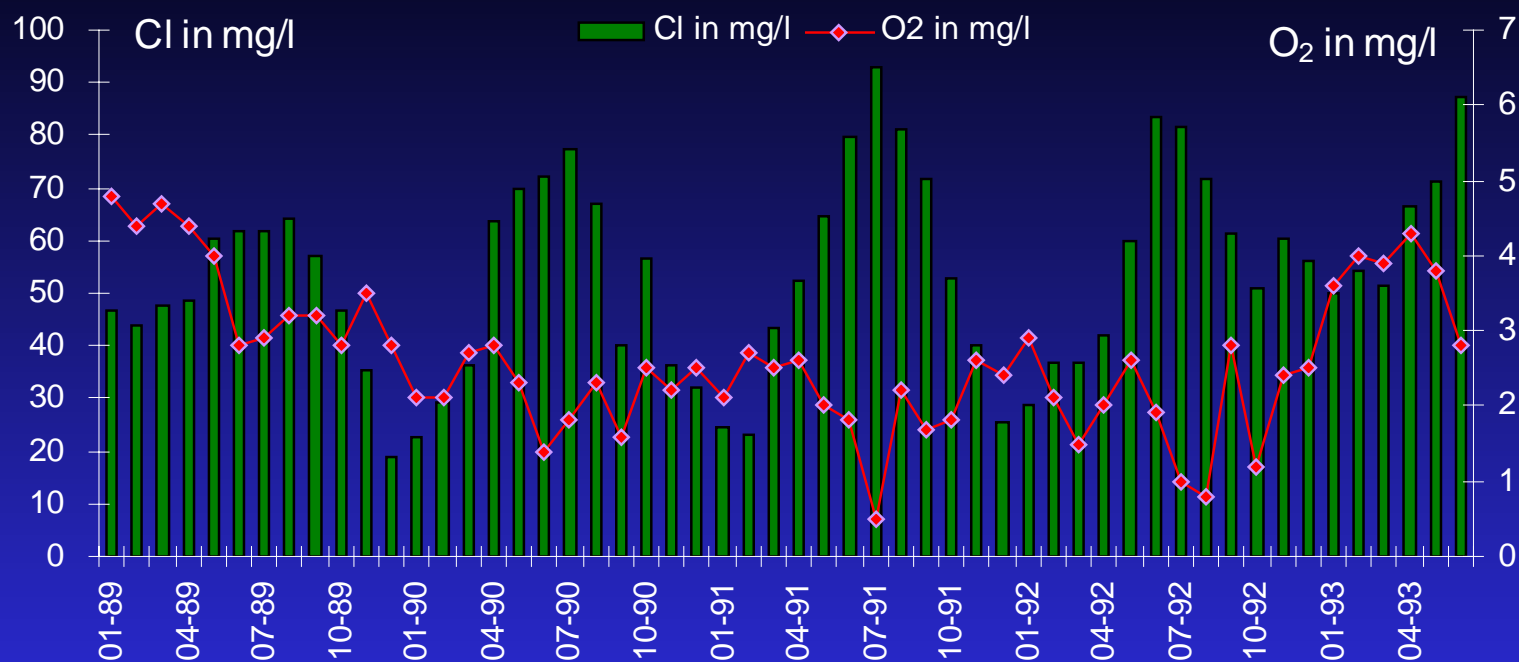


Abb. 18: Differenzen der Oberflächen- und Grundkonzentrationen von Chlorid und Sauerstoff von 1988 bis 1993

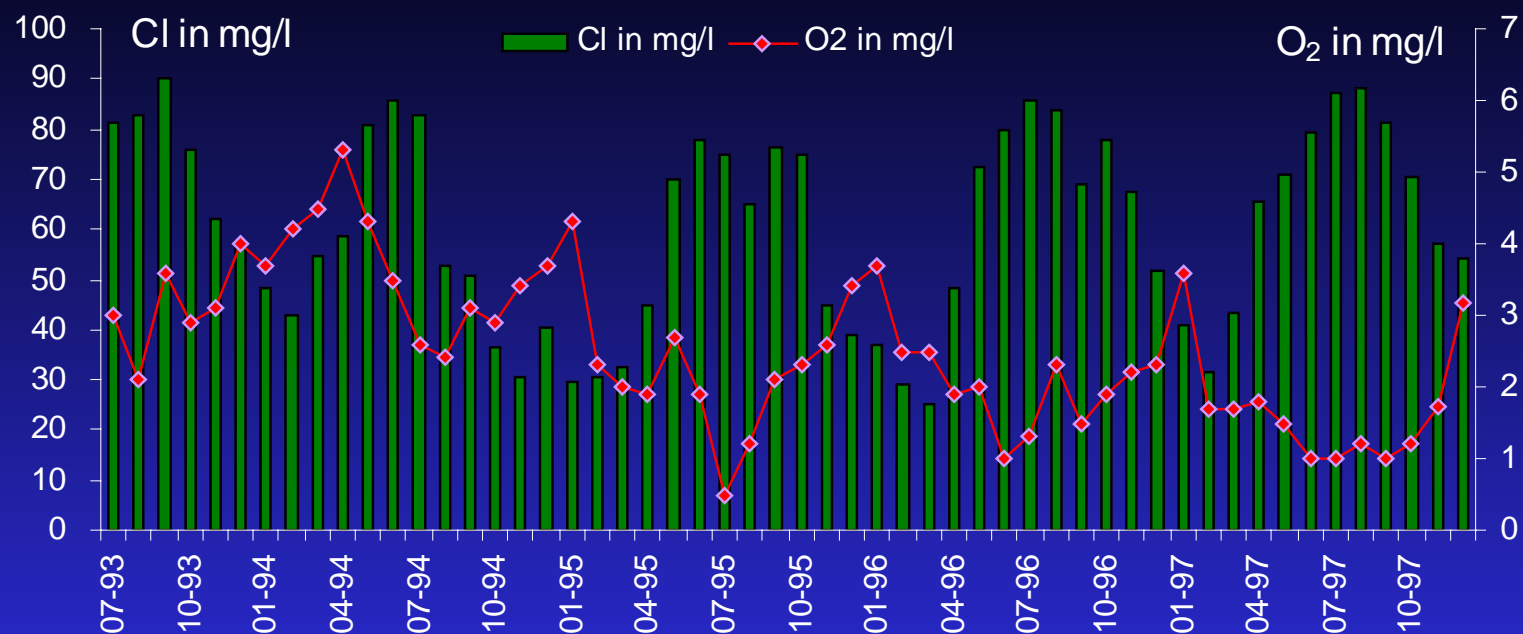


Abb. 19: Differenzen der Oberflächen- und Grundkonzentrationen von Chlorid und Sauerstoff von 1993 bis 1997

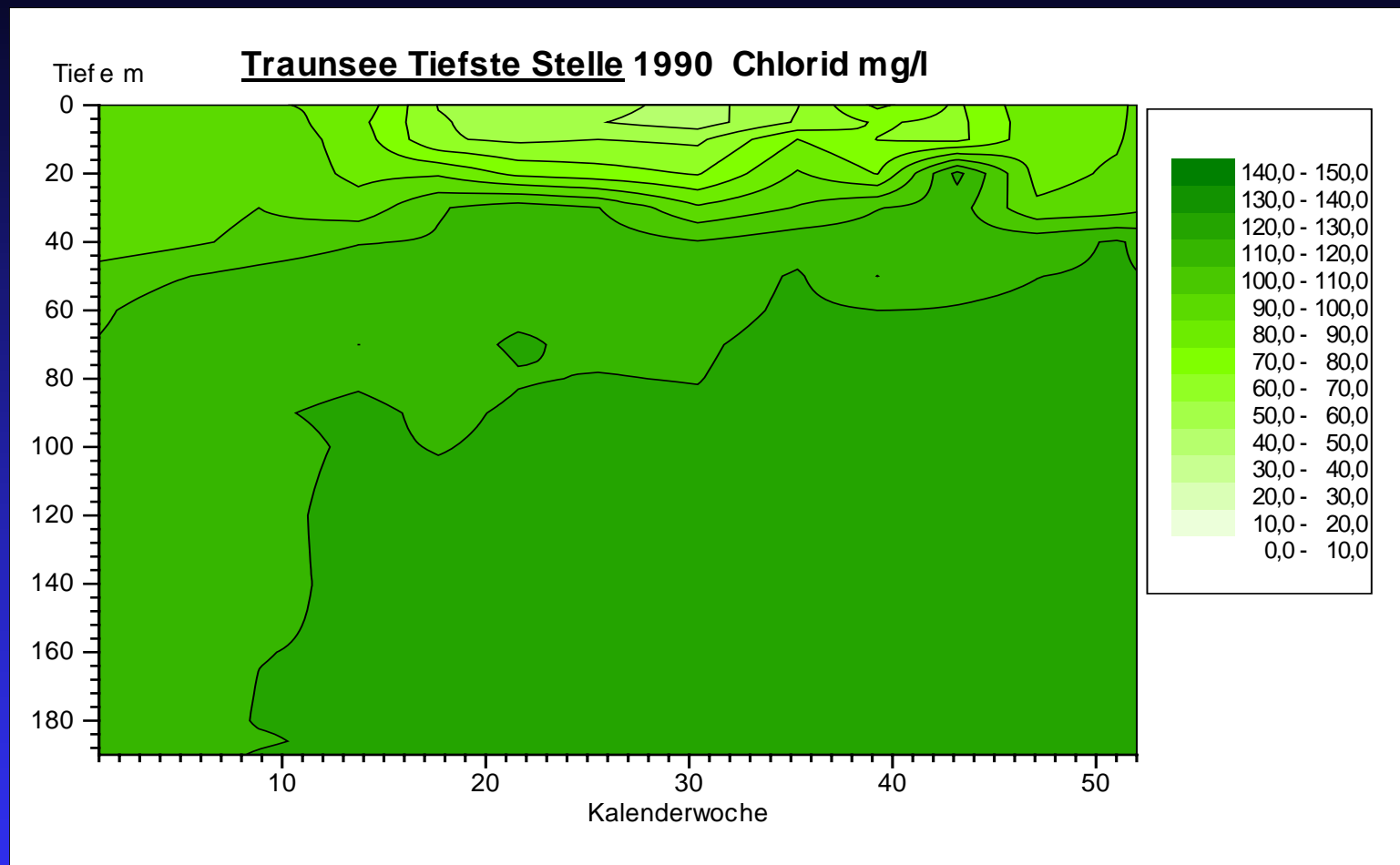


Abb. 20: Verteilung der Chloridkonzentrationen im Jahr 1990

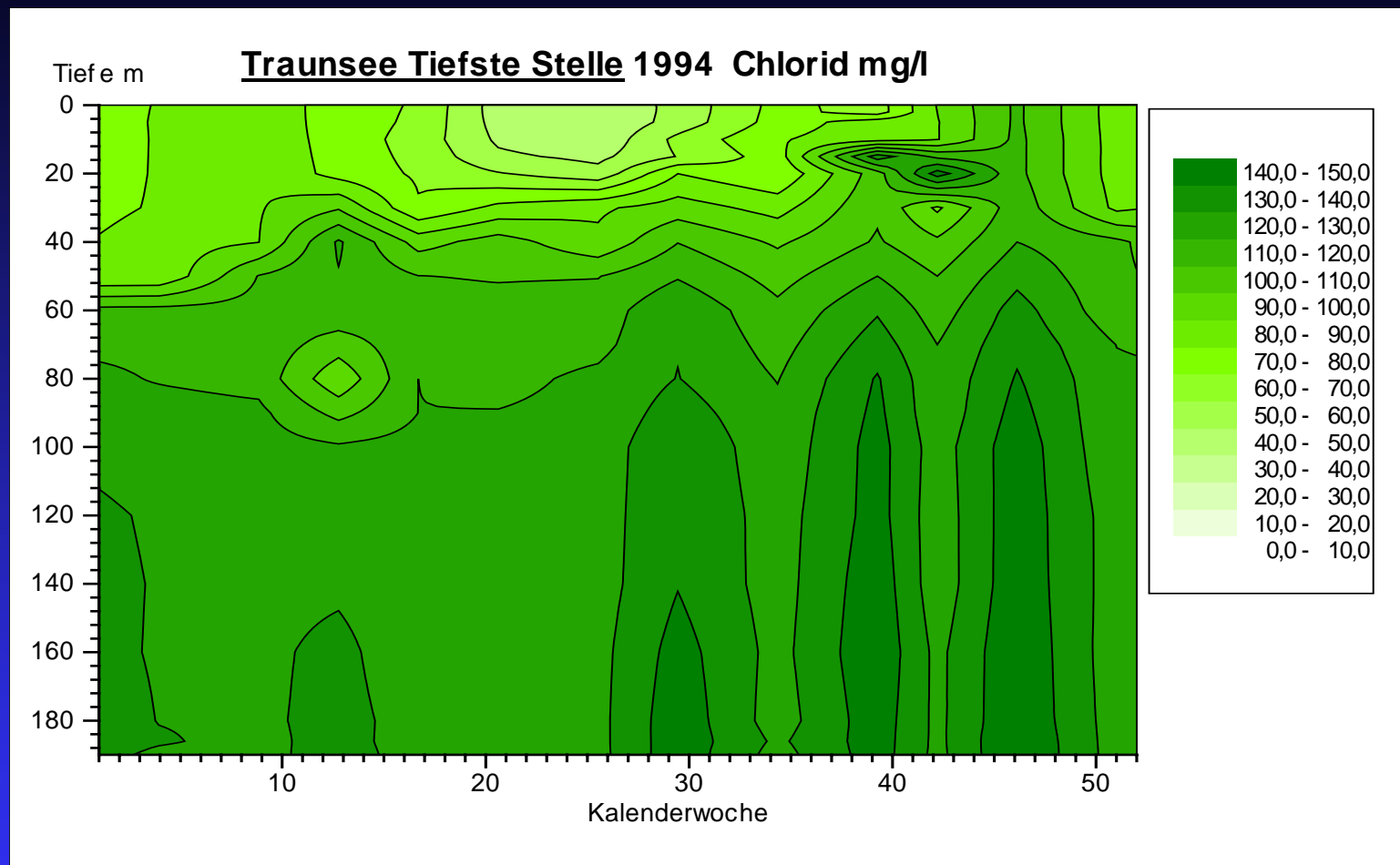


Abb. 21: Verteilung der Chloridkonzentrationen im Jahr 1990

Silikat: Das Silikat als wichtiger Baustoff für Diatomeen kommt im Traunsee nur in relativ geringen Mengen vor. Der Schwankungsbereich der Konzentrationen reicht von 0,2 bis 2,9 mg/l, wobei jedoch 75 % der Werte zwischen 1 und 2 mg/l liegen. Die niedrigsten Konzentrationen treten meist zwischen Mai und Oktober im Oberflächenbereich auf. Dabei nehmen sie von 0 m bis etwa 40 m Tiefe leicht zu. Die mittleren Konzentrationen von 0 bis 40 m betrugen im Beobachtungszeitraum 1,0 mg/l. Ab 40 m Tiefe lagen die Werte bei 1,8 mg/l.

Chlorophyll: Das Chlorophyll im Traunsee wird erst seit April 1987 untersucht, und zwar wurden bis Dezember 1992 Tiefenserien genommen, die den Vorteil haben, Konzentrationen in bestimmten Tiefen genau zu erfassen. Bei den Werten ab 1993 wurden von 0 bis 20 m integrierte Wasserproben untersucht, die nur Aufschluß über den Durchschnitt geben.

In Abbildung 22 sind die Monatsmittelwerte von 1987 bis 1997 dargestellt. Das Maximum vom Oktober 1987 in der Höhe von 6,4 mg/m<sup>3</sup> setzt sich aus mehreren Einzelwerten zusammen, von welchen der 10 m-Wert die höchste Konzentration aufwies, nämlich 7,8 mg/m<sup>3</sup>. Das niedrigste Monatsmittel stammt vom Dezember 1988, das nur 0,5 mg/m<sup>3</sup> betrug.



## Chlorophyll-Monatsmittel 1987 bis 1997

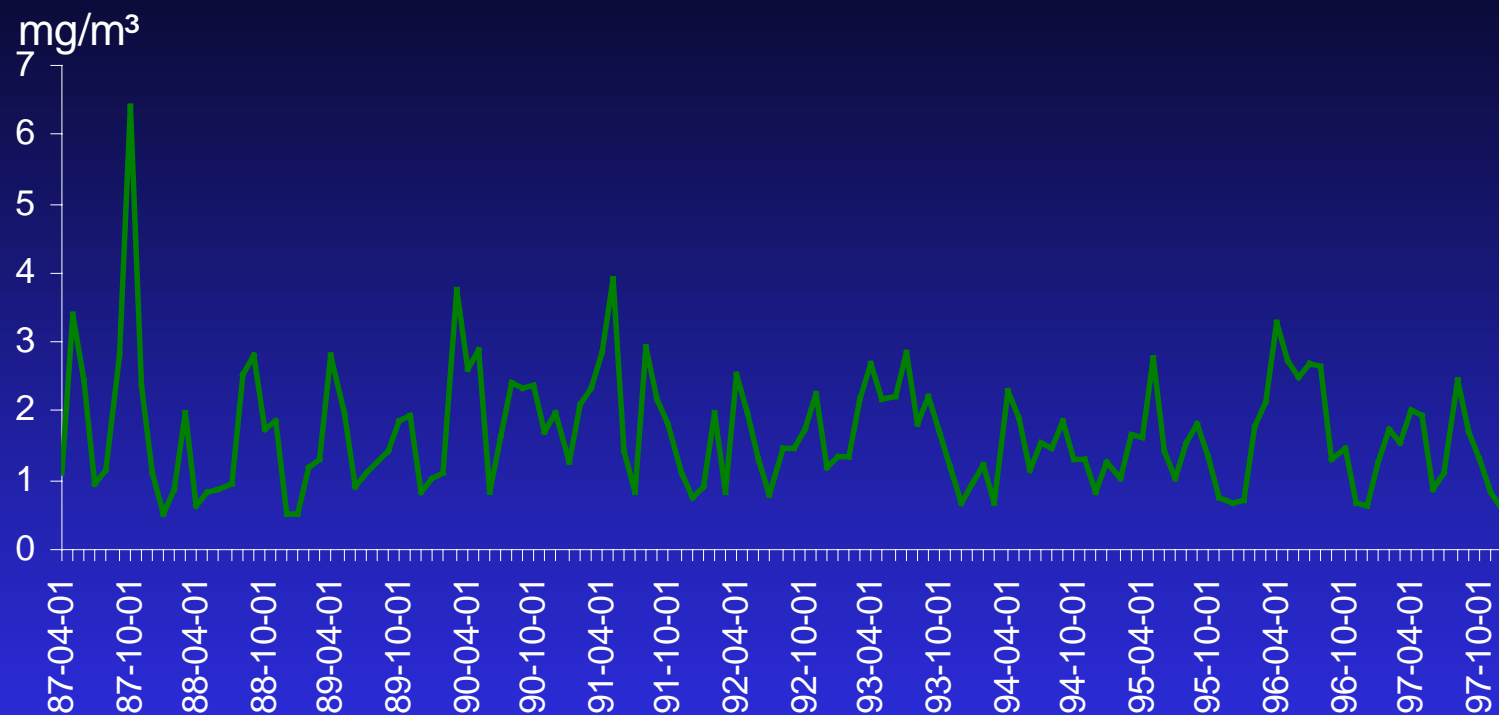


Abb. 22: Chlorophyll-Monatsmittelwerte der Jahre 1987 bis 1997



Phytoplankton: Über das Phytoplankton des Traunsees gibt es bereits Untersuchungen aus den Jahren 1977 bis 1979 (E. GEIPEL in: PECHLANER 1982). In diese Zeit fallen auch die ersten Auswirkungen der zunehmenden Eutrophierung, die in einer stärkeren Algenproduktion ihren Ausdruck fand. GEIPEL stellte unter anderem fest, daß die Planktondichte im Sommer 1978 in den Buchten von Altmünster und Gmunden 3mal so hoch war wie in der Bucht vor Ebensee. Die tabellarisch dargestellten Daten sind Ergebnisse von Planktonzählungen aus der Seemitte, die zeigen, daß die höchste Planktondichte auf den Februar fällt. Die Biomasse betrug damals  $804 \text{ mg/m}^3$  als Mittelwert von 0 bis 20 m Tiefe. Den Hauptanteil bildeten *Rhodomonas minuta* und *Rhodomonas lens*.

Bei den Untersuchungen von 1994 wurden als höchste Biomasse lediglich  $165 \text{ mg/m}^3$  festgestellt. Die Proben von April und Mai waren praktisch frei von Plankton ( $3,0$  bzw.  $7,5 \text{ mg/m}^3$ ). Meist baut sich jedoch in den Monaten Mai bis Juni eine sehr starke Population von Diatomeen auf, welche die Fischernetze verlegen. Diese Diatomeen bestehen meist aus Formen der Gattungen *Fragilaria*, *Synedra*, *Cyclotella* und *Stephanodiscus* sowie *Asterionella formosa*. Man kann davon ausgehen, daß auch im Juni 1994 diese kurzlebige Population existierte. Erst die Probe vom Juli zeigte ein bescheidenes Artenspektrum mit einer Biomasse von  $108 \text{ mg/m}^3$ . Die derzeit im Traunsee dominierende Art, *Ceratium hirundinella*, hatte dabei einen Anteil von 52 %. Auch *Fragilaria crotonensis* war mit 20 % noch relativ stark vertreten.

Bis September wurde das Artenspektrum durch *Gymnodinium helveticum* bereichert, die Biomasse sank nur geringfügig auf  $93 \text{ mg/m}^3$  ab. Die Artenzusammensetzung blieb auch im November sehr ähnlich, aber die Biomasse stieg auf  $165 \text{ mg/m}^3$  und erreichte das Maximum in diesem Jahr.





### Traunsee, 1994, 0-20 m

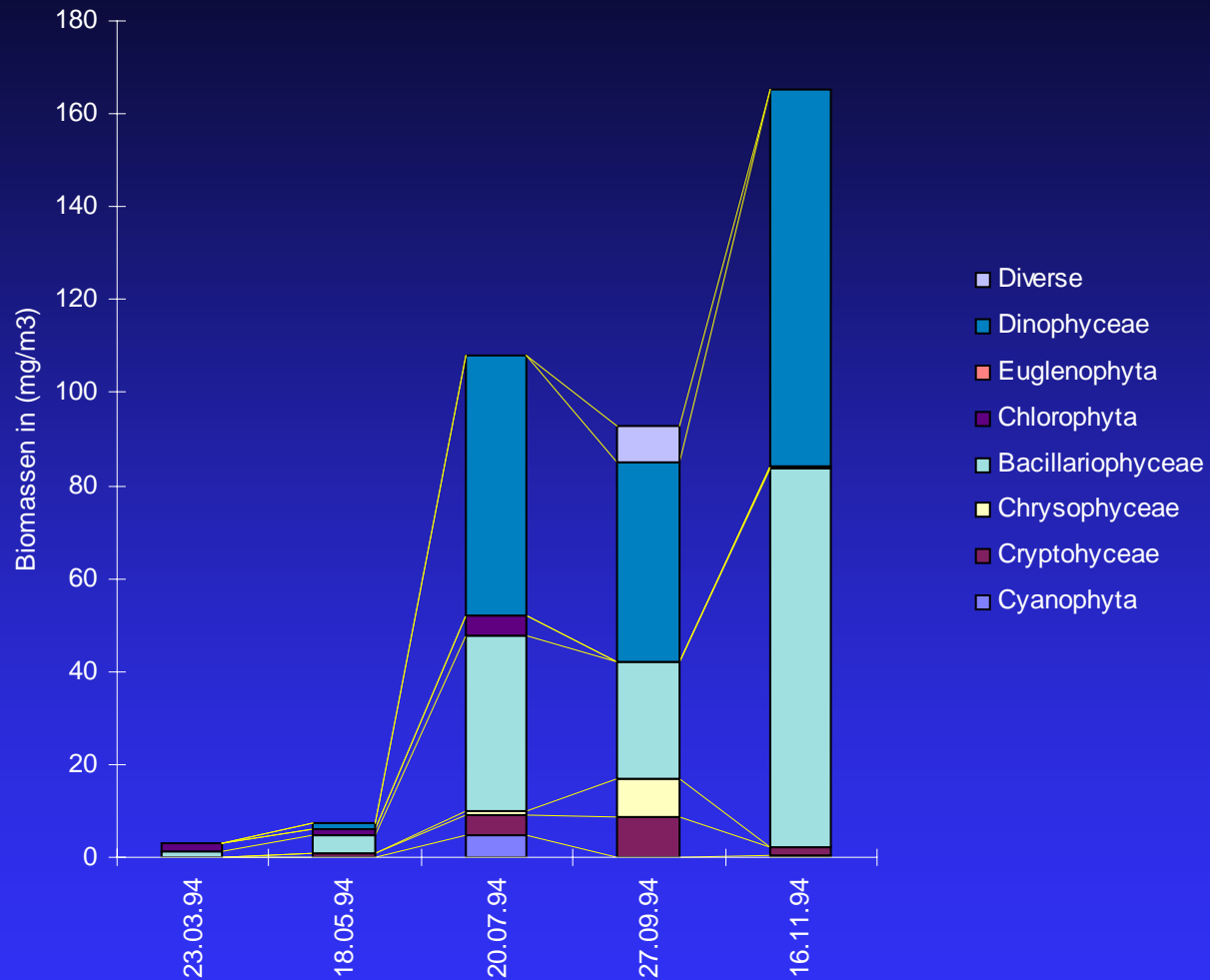


Abb. 23: Das Phytoplankton des Traunsees im Jahr 1994

# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Traunsee 94-03-23 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	570	1,4	47,3
<i>Elakathotrix viridis</i>	53	19734	1,0	34,7
<i>Oocystis</i> sp.	500	912	0,5	15,1
<i>Cyclotella</i> sp.	390	228	0,1	2,9
Cyanophyta				
Cryptophyceae				
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			1,5	50,2
Chlorophyta			1,5	49,8
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			3,0	



Traunsee 94-05-18 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Cymbella</i> sp.	8500	228	1,9	25,8
<i>Coccale Formen</i>	65	22905	1,5	19,8
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	456	1,1	15,2
<i>Lauterbornia</i> sp.	170	6498	1,1	14,7
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	9162	0,9	12,2
<i>Cyclotella</i> sp.	950	456	0,4	5,8
<i>Staurostrum</i> sp.	3000	114	0,3	4,6
<i>Cyclotella</i> sp.	390	228	0,1	1,2
<i>Chroococcus</i> sp.	140	456	0,1	0,8
Cyanophyta			0,1	0,8
Cryptophyceae			0,9	12,2
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			3,6	47,9
Chlorophyta			1,4	19,2
Euglenophyta				
Dinophyceae			1,5	19,8
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			7,5	



Traunsee 94-07-20 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	1026	56,3	52,1
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	27588	22,1	20,4
<i>Synedra</i> sp.	340	16644	5,7	5,2
<i>Chroococcus</i> sp.	65	73296	4,8	4,4
<i>Coelastrum microporum</i>	180	21204	3,8	3,5
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	36648	3,7	3,4
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	1368	3,4	3,2
<i>Cyclotella</i> sp.	950	2964	2,8	2,6
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	27486	2,7	2,5
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	570	1,4	1,3
<i>Dinobryon divergens</i>	367	3192	1,2	1,1
<i>Staurastrum</i> sp.	3000	114	0,3	0,3
Cyanophyta			4,8	4,4
Cryptophyceae			4,1	3,8
Chrysophyceae			1,2	1,1
Bacillariophyceae			37,6	34,8
Chlorophyta			4,2	3,8
Euglenophyta				
Dinophyceae			56,3	52,1
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			108,1	



Traunsee 94-09-27 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	684	37,5	40,4
<i>Fragilaria crotonensis</i>	856	12768	10,9	11,8
<i>Cyclotella</i> sp.	390	27486	10,7	11,5
<i>Coccale Formen</i>	65	118404	7,7	8,3
<i>Cryptomonas</i> sp.	380	18324	7,0	7,5
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	684	5,7	6,2
<i>Kephyrion</i> sp.	122	39468	4,8	5,2
<i>Dinobryon sociale</i>	400	9162	3,7	3,9
<i>Asterionella formosa</i>	560	5700	3,2	3,4
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	684	1,6	1,8
Cyanophyta				
Cryptophyceae			8,6	9,3
Chrysophyceae			8,5	9,1
Bacillariophyceae			24,8	26,7
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae			43,3	46,6
Diverse			7,7	8,3
GESAMTBIOMASSE			92,9	



Traunsee 94-11-16 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	1368	75,1	45,4
<i>Cyclotella</i> sp.	390	91620	35,7	21,6
<i>Cocconeis placentula</i>	1700	18324	31,2	18,9
<i>Melosira granulata</i>	732	9162	6,7	4,1
<i>Gymnodinium</i> sp.	8900	684	6,1	3,7
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	54972	5,5	3,3
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	798	2,0	1,2
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	684	1,6	1,0
<i>Fragilaria crotonensis</i>	800	684	0,5	0,3
<i>Chroococcus</i> sp.	140	2964	0,4	0,3
<i>Coenococcus</i> sp.	520	342	0,2	0,1
<i>Anabaena spiroides</i>	30	4104	0,1	0,1
<i>Melosira granulata</i>	390	228	0,1	0,1
Cyanophyta			0,5	0,3
Cryptophyceae			1,6	1,0
Chrysophyceae				
Bacillariophyceae			81,7	49,5
Chlorophyta			0,2	0,1
Euglenophyta				
Dinophyceae			81,2	49,1
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			165,2	



# TRAUNSEE

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. ° C
124	18.01.94	Tiefste Stelle				
125	23.02.94	Tiefste Stelle				
126	23.03.94	Tiefste Stelle	-5,0	10		
127	20.04.94	Tiefste Stelle				
128	18.05.94	Tiefste Stelle	-5,0	13	-190,0	
129	21.06.94	Tiefste Stelle				
130	20.07.94	Tiefste Stelle	-9,0	9	-190,0	
131	24.08.94	Tiefste Stelle				
132	27.09.94	Tiefste Stelle	-5,5	9	-190,0	
133	19.10.94	Tiefste Stelle				
134	16.11.94	Tiefste Stelle	-9,0	16	-190,0	



Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
124	18.01.94						
125	23.02.94						
126	23.03.94	stark bewölkt, Regen	0-1	08,30			
127	20.04.94						
128	18.05.94	heiter, bedeckt	0-	08,15		-0,1	43,29??
129	21.06.94						
130	20.07.94	bedeckt	0-1	08,25			
131	24.08.94						
132	27.09.94	bedeckt, teilw. Regen	1-	08,20			
133	19.10.94						
134	16.11.94	bedeckt	1-2	08,25			





Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
126	23.03.94	-0,0	5,4	11,7	97							
		-1,0	5,3				486					
		-2,0	5,2	11,6	96	8,25		2,45	2	7	4	3
		-3,0	5,2									
		-4,0	5,1				486					
		-5,0	5,1	11,7	97	8,25		2,45	2	6	2	4
		-8,0	5,1	11,7	97		484					
		-10,0	5,1	11,6	96	8,25		2,45	2	5	2	3
		-12,0	5,1	11,6	96		484					
		-15,0	5,1	11,5	95	8,25	487	2,45	2	7	2	5
		-20,0	5,1	11,6	96	8,25	548	2,45	2	6	2	4
		-40,0	4,9	11,1	91	8,25	632	2,45	2	5	2	3
		-60,0	4,8	10,5	86	8,25	650	2,45	3	5	4	1
		-80,0	4,8	9,7	79	8,25	661	2,45	3	6	4	2
		-100,0	4,9	8,8	72	8,20	665	2,45	4	6	4	2
		-120,0	4,9	8,4	69	8,15	676	2,45	4	7	4	3
		-140,0	5,0	7,9	65	8,15	680	2,45	4	8	5	3
		-160,0	5,0	7,9	65	8,10	682	2,45	5	7	5	2
		-180,0	5,0	7,5	62	8,10	684	2,45	5	6	5	1
		-186,0	5,0	7,4	61	8,10	685	2,45	5	7	6	1



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

126	23.03.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	1	700	76,0		1,3		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	2	709	76,0		1,4		
		-8,0							
		-10,0	0	699	76,0		1,4		
		-12,0							
		-15,0	1	693	76,0		1,4		
		-20,0	0	676	76,3		1,3		
		-40,0	0	740	121,4		1,4		
		-60,0	0	784	117,5		1,6		
		-80,0	0	786	92,3		1,7		
		-100,0	0	700	121,4		1,9		
		-120,0	0	733	124,3		1,9		
		-140,0	0	775	128,9		2,1		
		-160,0	0	782	131,7		2,2		
		-180,0	0	788	132,1		2,3		
		-186,0	0	604	132,8		2,4		



**B e m e r k u n g e n :**

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
128	18.05.94	-0,0	11,5	11,4	110							
		-1,0	11,1				375					
		-2,0	11,0	11,4	109	8,40		2,35	0	7	2	5
		-3,0	11,0				367					
		-5,0	10,6	11,2	106	8,35		2,30	0	6	2	4
		-6,0	10,3									
		-7,0	10,1									
		-8,0	9,9	11,3	105							
		-9,0	9,1				390					
		-10,0	9,0	11,2	102	8,30		2,25	0	5	1	4
		-12,0	8,8	11,2	101		399					
		-15,0	8,6	11,2	101	8,30	432	2,35	0	5	1	4
		-20,0	7,3	11,1	97	8,25	589	2,40	0	6	1	5
		-40,0	5,5	10,4	87	8,30	623	2,45	1	5	2	3
		-60,0	5,1	10,0	83	8,30	631	2,50	3	5	3	2
		-80,0	5,4	9,1	76	8,30	662	2,45	3	8	3	5
		-100,0	5,1	8,5	70	8,25	668	2,50	4	6	4	2
		-120,0	5,1	7,9	65	8,20	679	2,50	4	6	4	2
		-140,0	5,2	7,3	60	8,20	679	2,45	5	6	5	1
		-160,0	5,2	7,1	59	8,20	683	2,45	5	6	5	1
		-180,0	5,2	7,6	65	8,20	681	2,45	5	6	5	1
		-186,0	5,2	7,1	59	8,10	685	2,45	5	6	5	1



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
128	18.05.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	4	589	45,4		1,2		
		-3,0							
		-5,0	3	590	46,2		1,2		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	3	621	48,3		1,1		
		-12,0							
		-15,0	9	622	51,8		1,3		
		-20,0	3	655	60,7		1,3		
		-40,0	6	755	104,7		1,6		
		-60,0	1	770	113,6		1,7		
		-80,0	0	774	117,2		1,7		
		-100,0	0	788	123,5		2,0		
		-120,0	0	712	123,9		2,0		
		-140,0	0	780	124,6		2,2		
		-160,0	0	771	126,4		2,2		
		-180,0	0	794	127,8		2,2		
		-186,0	0	771	129,6		2,3		



**B e m e r k u n g e n :**

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
130	20.07.94	-0,0	20,2	9,5	110							
		-1,0	20,2				349					
		-2,0	20,2	9,6	112	8,45		2,20	0	3	2	1
		-3,0	20,1									
		-4,0	19,6				360					
		-5,0	18,7	9,8	111	8,45		2,20	0	3	2	1
		-6,0	16,4									
		-7,0	16,6									
		-8,0	15,8									
		-9,0	15,0				392					
		-10,0	14,3	10,0	103	8,25		2,20	0	4	2	2
		-12,0	12,6				382					
		-15,0	10,5	10,1	95	8,10	445	2,25	0	5	2	3
		-20,0	10,1	9,7	91	8,15	542	2,30	0	4	2	2
		-40,0	6,6	10,1	87	8,25	623	2,40	2	5	4	1
		-60,0	5,4	9,3	77	8,20	638	2,45	3	5	4	1
		-80,0	5,7	9,1	76	8,25	660	2,45	4	5	5	0
		-100,0	5,4	8,1	67	8,20	662	2,45	4	6	5	1
		-120,0	5,4	8,1	67	8,20	668	2,45	5	6	6	0
		-140,0	5,4	7,4	62	8,20	673	2,45	5	6	6	0
		-160,0	5,4	7,4	62	8,20	671	2,45	5	6	6	0
		-180,0	5,3	7,3	61	8,15	670	2,45	5	7	6	1
		-186,0	5,5	7,2	60	8,15	676	2,45	5	7	6	1



Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

130	20.07.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	11	477	53,3		1,1		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	7	430	54,0		1,0		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	11	485	62,8		1,1		
		-12,0							
		-15,0	5	483	60,4		1,4		
		-20,0	2	614	79,9		1,5		
		-40,0	1	728	109,7		1,7		
		-60,0	1	767	128,5		2,0		
		-80,0	1	772	130,3		2,0		
		-100,0	2	790	139,2		2,4		
		-120,0	0	778	139,5		2,3		
		-140,0	2	727	139,5		2,3		
		-160,0	0	774	144,1		2,3		
		-180,0	2	778	146,6		2,2		
		-186,0	3	775	146,6		2,4		



**B e m e r k u n g e n :**

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
132	27.09.94	-0,0	16,1	10,1	108							
		-1,0	16,0				444					
		-2,0	16,0	10,2	109	8,35		2,10	0	5	2	3
		-3,0	15,9									
		-4,0	15,9				451					
		-5,0	15,6	10,1	107	8,35		2,10	0	6	2	4
		-6,0	15,3									
		-7,0	15,2									
		-8,0	15,1	9,7	102							
		-9,0	15,0				461					
		-10,0	14,8	9,5	99	8,25		2,15	0	5	2	3
		-12,0	14,2	9,4	97		606					
		-15,0	13,2	8,6	86	8,10	532	2,20	0	4	2	2
		-20,0	10,4	8,2	77	8,00	564	2,25	0	4	1	3
		-40,0	6,8	9,4	81	8,15	623	2,35	1	3	2	1
		-60,0	5,7	9,0	75	8,20	648	2,40	3	5	4	1
		-80,0	5,4	8,7	72	8,25	653	2,40	4	5	5	0
		-100,0	5,2	8,2	68	8,30	663	2,40	4	6	5	1
		-120,0	5,6	7,5	63	8,20	665	2,45	5	6	6	0
		-140,0	5,3	7,2	60	8,15	668	2,40	5	7	6	1
		-160,0	5,3	7,1	59	8,15	670	2,45	5	7	6	1
		-180,0	5,3	7,1	59	8,15	665	2,45	5	7	6	1
		-186,0	5,4	6,9	57	8,15	673	2,40	5	7	6	1



Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
132	27.09.94	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	3	468	65,3		0,7		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	5	476	85,9		0,7		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	7	482	86,3		0,7		
		-12,0							
		-15,0	6	576	135,2		1,2		
		-20,0	3	683	105,4		1,4		
		-40,0	4	753	111,1		1,7		
		-60,0	9	791	128,9		1,8		
		-80,0	6	798	140,9		1,9		
		-100,0	0	771	144,1		2,0		
		-120,0	4	774	144,1		2,0		
		-140,0	4	776	146,6		2,2		
		-160,0	7	770	148,0		2,3		
		-180,0	4	777	145,9		2,3		
		-186,0	0	774	145,2		2,3		



**B e m e r k u n g e n :**

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
134	16.11.94	-0,0	9,9	10,2	95		520					
		-2,0	9,9	10,3	96	8,10	529	2,25	7	8	7	1
		-5,0	9,8	10,1	94	8,10		2,25	1	3	2	1
		-6,0	9,8									
		-7,0	9,8									
		-8,0	9,8	10,0	93							
		-9,0	9,8				530					
		-10,0	9,8	10,3	96	8,10		2,25	1	3	2	1
		-12,0	9,8	10,1	94		531					
		-15,0	9,8	10,2	95	8,10	533	2,25	0	4	2	2
		-20,0	9,7	10,1	93	8,05	580	2,25	1	3	2	1
		-40,0	6,9	9,1	79	8,05	634	2,35	1	2	2	0
		-60,0	5,7	8,9	75	8,15	647	2,40	2	4	4	0
		-80,0	5,6	8,6	72	8,10	664	2,40	3	5	5	0
		-100,0	5,6	7,9	66	8,10	667	2,45	4	6	5	1
		-120,0	5,3	7,7	64	8,05	671	2,45	7	6	6	0
		-140,0	5,3	7,3	61	8,05	671	2,45	16	18	16	2
		-160,0	5,3	7,2	60	8,05	673	2,45	5	6	6	0
		-180,0	5,3	7,0	58	8,05	674	2,45	5	7	6	1
		-186,0	5,3	6,7	56	8,00	673	2,45	5	8	6	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

134	16.11.94	-0,0							
		-2,0	27	576	111,8		1,4		
		-5,0	8	554	111,8		1,1		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	10	593	112,5		1,1		
		-12,0							
		-15,0	8	579	112,5		1,1		
		-20,0	11	589	112,5		1,2		
		-40,0	2	628	120,0		1,8		
		-60,0	1	770	134,2		2,0		
		-80,0	3	778	140,9		2,1		
		-100,0	2	783	146,3		2,3		
		-120,0	11	778	146,6		2,4		
		-140,0	31	787	147,0		2,9		
		-160,0	2	768	148,7		2,4		
		-180,0	4	767	149,1		2,4		
		-186,0							



**B e m e r k u n g e n :**

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, A-5310 Mondsee, Scharfling 18

# Wolfgangsee



Inhalt

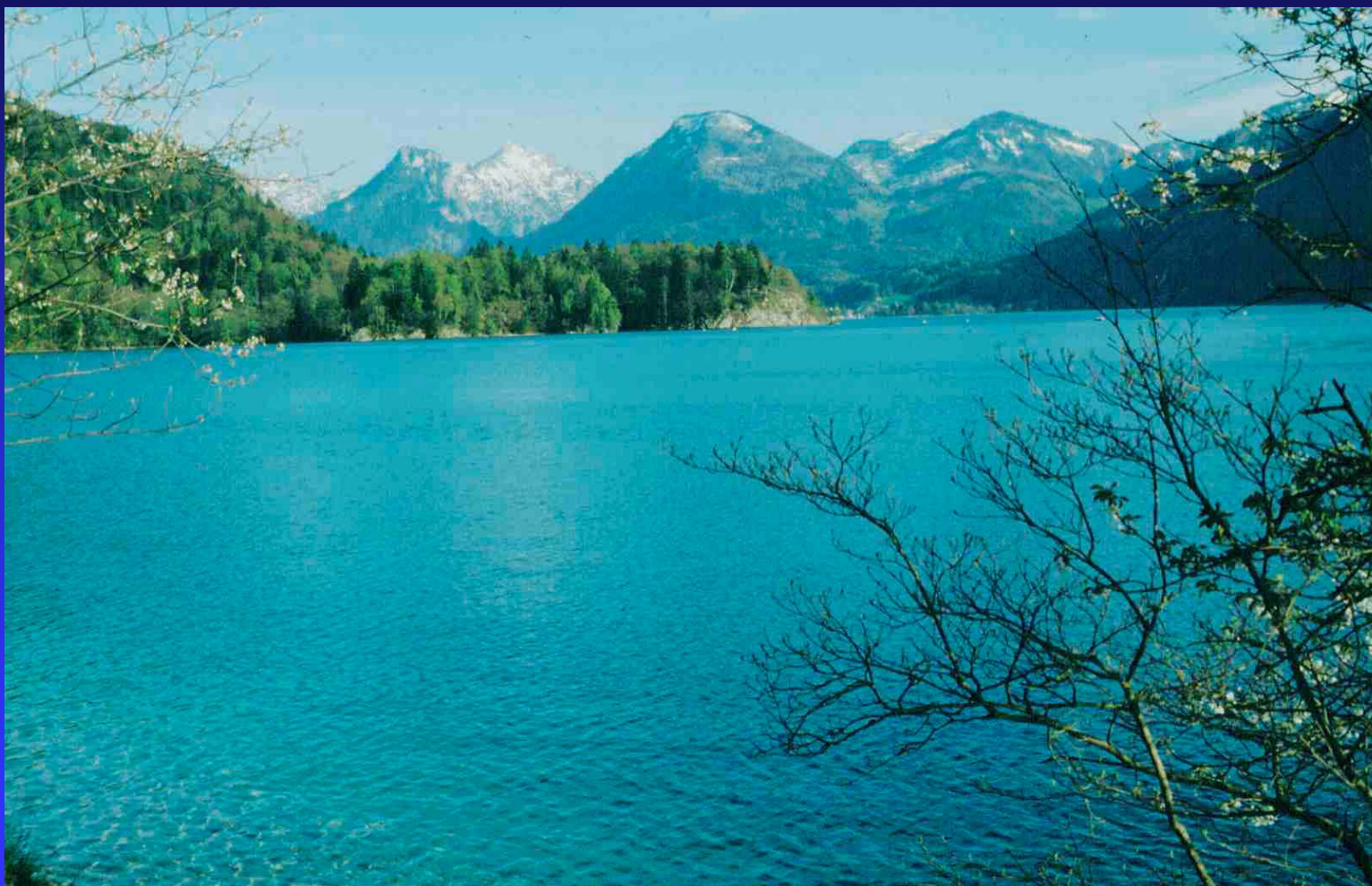


## Allgemeine Beurteilung

Der Wolfgangsee (Abersee) liegt in einer Längstalfortsetzung des Ischler Beckens im Bereich zwischen  $47^{\circ} 43'$  und  $47^{\circ} 46'$  n. B. und zwischen  $13^{\circ} 21'$  und  $13^{\circ} 29'$  ö. L. Die langgestreckte in Richtung Nordwest nach Südost verlaufende Seewanne wurde durch einen Seitenzweig des Traungletschers etwa 40 m tief ausgeschürft und von einer Moräne eingedämmt. In der Mitte wird sie bis auf einen schmalen Isthmus von etwa 250 m Breite und 20 m Tiefe durch den Schuttkegel des Zinkenbaches eingeschnürt und so in zwei Becken geteilt: das St. Gilgener Becken im Nordwesten (größte Tiefe 114 m) und das Becken von St. Wolfgang im Südosten (größte Tiefe 69,6 m). Das Nordufer ist zum größten Teil von den steil abfallenden Felsen



des Schafbergs geprägt, nur ganz im Westen bei Fürberg und ganz im Osten ab St. Wolfgang gibt es Flachufer. Süd- und Ostufer haben teilweise breite Uferstreifen, die vor allem in der Stobler Bucht kleine Schilfbestände aufweisen.





Das relativ kleine Einzugsgebiet wird von Kalk und Dolomit dominiert. Neben dem Hauptzufluß, dem Zinkenbach, gibt es noch zahlreiche kleine ständig wasserführende Gerinne. Der Wolfgangsee wird durch die Ischler Ache entwässert, die bei Bad Ischl in die Traun mündet.



Der Wolfgangsee ist wegen der angenehmen Wassertemperaturen im Sommer ein beliebter Badesee. Die Temperaturen erreichen an der Oberfläche meist Werte über 20,0 °C, in sehr heißen Sommern auch 24,0 °C, wobei die Werte im



St. Wolfganger Becken meist noch höher sind. Die Vollzirkulation beginnt meist Anfang Dezember. Zu einer geschlossenen Winterdecke beider Seeteile kommt es sehr selten, wenn auch das Becken von St. Wolfgang fast jährlich zufriert. Aufgrund der Nährstoffkonzentration kann der Wolfgangsee als oligotropher See bezeichnet werden.

Wegen der häufig unterschiedlichen Ausprägung von physikalischen und chemischen Parametern der beiden Seeteile werden das St. Gilgener Becken und das St. Wolfganger Becken gesondert beschrieben:

Wolfgangsee	Bereich	n	Mittel der	Minimum	Maximum
St. Gilgener Becken			Tiefenserien		
Temperatur	0 m	81	12,3	2,5	22,5
Sichttiefe		81	7,6	1,6	14,8
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	81	5,5	0,0	15,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	81	29,3	3,0	270,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	81	6,1	0,4	11,8
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	81	70,6	0,0	423,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	81	7,1	0,0	48,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		31,1	47,4
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20m	62	2,25	0,3	5,7

Charakteristische Werte aus der Zeitreihe 1980 - 1997





Wolfgangsee	Bereich	n	Mittel der	Minimum	Maximum
St. Wolfganger Becken			Tiefenserien		
Temperatur	0 m	81	13,0	0,5	24,7
Sichttiefe		81	5,6	2,0	11,4
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	81	4,8	0,0	13,0
Ges.-P. (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	81	7,4	1,0	25,0
Sauerstoff (mg/l)	Grund	81	7,2	1,2	11,7
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Grund	81	26,6	0,0	331,0
N-NH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	81	6,9	0,0	34,0
Phytoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	0-20 m	2		65,3	85,6
Chlorophyll a (mg/m <sup>3</sup> )	0-20m	22	1,36	0,4	3,6

### Charakteristische Werte aus der Zeitreihe 1980 - 1997

Sichttiefe: Die Hauptursache für die unterschiedlichen Sichttiefen im Wolfgangsee sind meist durch Hochwasserereignisse hervorgerufene Trübungen. Dabei macht sich der Einfluß von mineralischen Trübungsstoffen im St. Wolfganger Seeteil viel stärker bemerkbar als im St. Gilgener Seeteil. Als Hauptquelle für Trübungsstoffe gilt der Zinkenbach, dessen Feinfraktion der Feststofffracht sich besonders in diesen Seeteil ergießt. Der aus 81 Einzelmessungen gewonnene Mittelwert beträgt für das St. Gilgener Becken 7,6 m und für das St. Wolfganger Becken nur 5,6 m. Auch die Maximalwerte liegen im St. Gilgener Becken meist etwas höher. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Schwankungsbreite mit den errechneten Mittelwerten der beiden Seeteile.



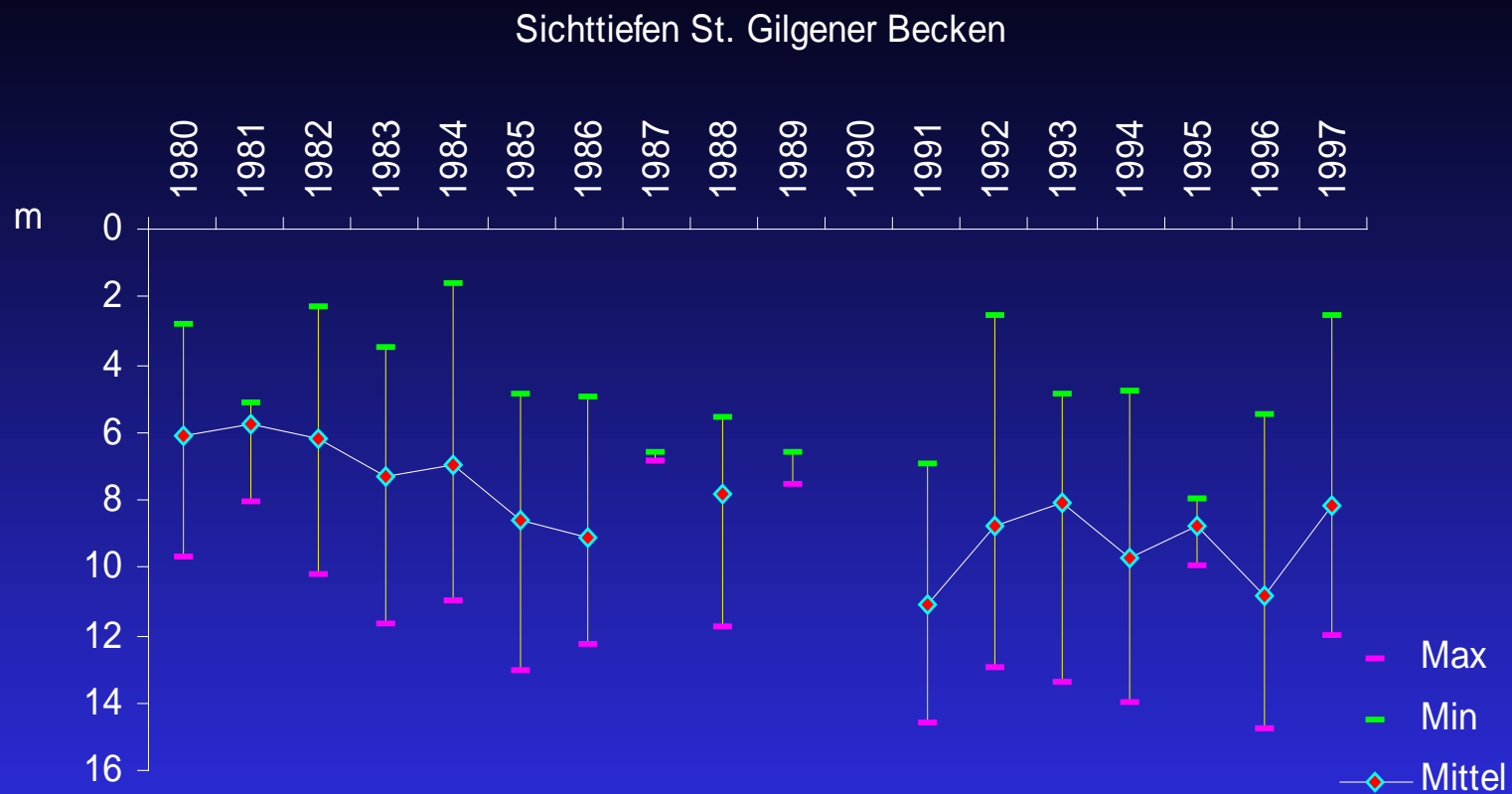


Abb. 1: Sichttiefen des St. Gilgener Beckens von 1980 bis 1997  
(1987 und 1989 jeweils nur 2 Messungen)



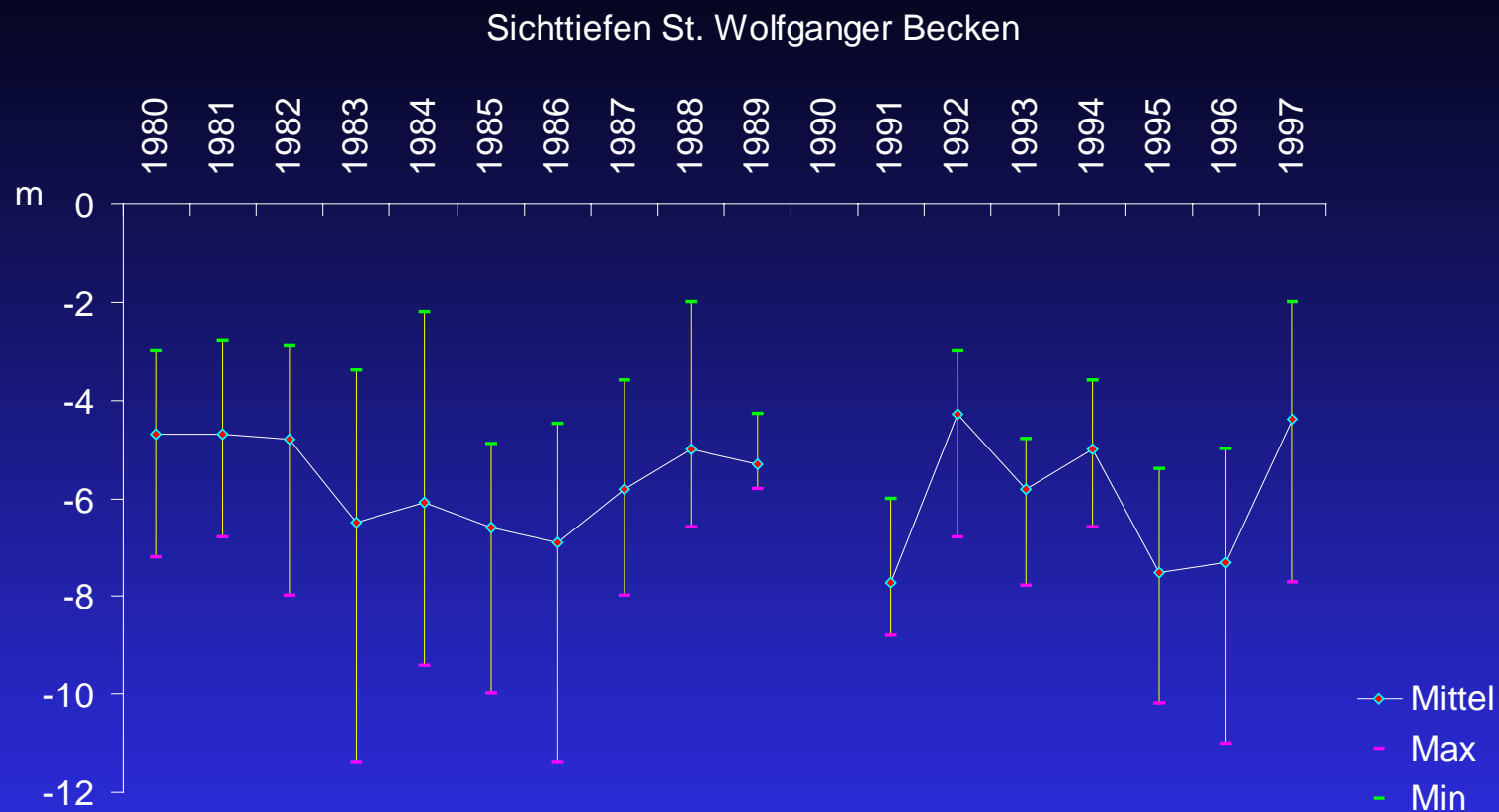


Abb. 2: Sichttiefen des St. Wolfgang Beckens von 1980 bis 1997  
(1989 nur 2 Messungen)

Temperatur: Die in den obigen Übersichtstabellen angeführten Temperaturwerte wurden zwar aus jeweils 81 Einzelmessungen ermittelt, es fehlen aber relativ viele Wintermessungen, so daß die Mittelwerte um mindestens 1,5 bis 2 °C tiefer angesetzt werden müssen.

Wie schon eingangs erwähnt, kann sich die Oberflächenschicht im Sommer relativ rasch erwärmen. Dabei entwickelt sich ein Epilimnion, das in seiner Ausprägung häufig sehr undeutlich ausfällt (Sommer 1987). Andererseits gibt es auch scharf abgegrenzte Temperaturbereiche, wie sie z. B. in den Jahren 1991

### Temperaturbereiche St. Gilgener Becken

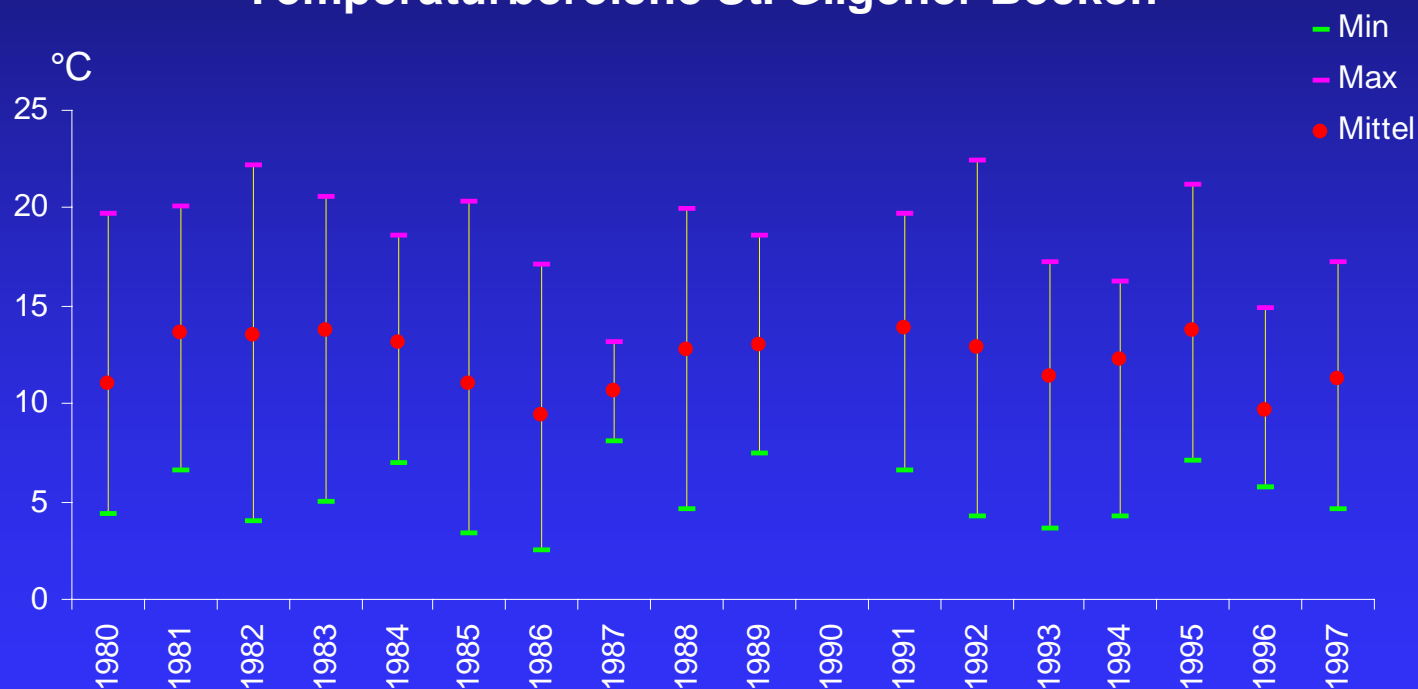


Abb. 3: Temperaturbereiche des St. Gilgener Beckens von 1980 bis 1997

und 1992 auftraten, als das Epilimnion exakt bis 6 m bzw. 1992 bis 7 m reichte. Die Temperaturen über Grund schwankten im St. Gilgener Becken zwischen 3,6 und 5,1 °C, wobei 78 % der Tiefenwerte zwischen 4,0 und 4,5 °C lagen. Im St. Wolfgangsee streuten die Tiefenwerte wegen der geringeren Seetiefe etwas stärker. Etwa 76 % der Werte lagen zwischen 4,5 und 5,5 °C, 17 % lagen unter 4,5 °C und nur 3 Werte lagen über 5,5 °C. Das Zirkulationsverhalten des Wolfgangsees wird durch die unterschiedlichen Strukturen der beiden Seeteile

### Temperaturbereiche St. Wolfganger Becken

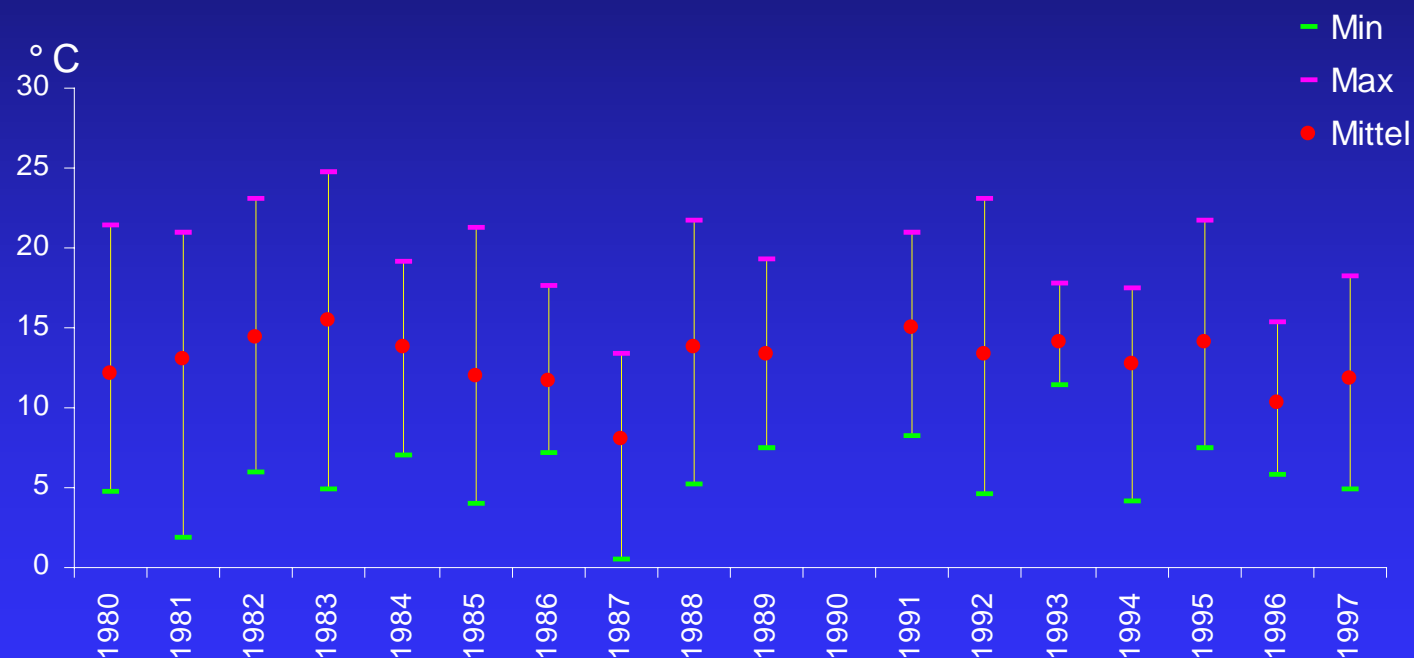


Abb. 4: Temperaturbereiche des St. Wolfganger Beckens von 1980 bis 1997

bestimmt. Die Zirkulationen beginnen unabhängig voneinander oft schon im Dezember, sind aber noch unvollständig, erst von März bis April werden auch die tiefsten Schichten erfaßt. Trotz der größeren Tiefe erweisen sich die Zirkulationen des St. Gilgener Beckens als effektiver als jene des bedeutend seichteren St. Wolfgangsee Beckens. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Temperaturbereiche der beiden Seeteile von 1980 bis 1997.

Sauerstoff: Auch hinsichtlich der Sauerstoffverteilung reagiert der Wolfgangsee nicht als einheitlicher Wasserkörper. So lagen die langjährigen Mittelwerte der Sauerstoffkonzentrationen gegen Ende der Sommerstagnation im St. Gilgener Seeteil zwischen Oberfläche und 63 m Tiefe um 1,5 mg/l höher als im gleichen Zeitraum im St. Wolfgangsee Seeteil. Die mittlere Sauerstoffübersättigung betrug für beide Seeteile etwa 110 %, aber im St. Gilgener Becken wurden höhere Spitzenwerte erreicht.

Die Mittelwerte der Sauerstoffdefizite im Hypolimnion (40 m bis Grund) waren gegen Ende der Sommerstagnation im St. Wolfgangsee Becken stärker ausgeprägt als im St. Gilgener Becken (siehe Abbildung 5). Allerdings fielen die Untersättigungen im St. Gilgener Becken unter einer Tiefe von 110 m bis auf 3 % ab, während sie im St. Wolfgangsee Becken schon wegen der geringeren Tiefe nie weniger als 10 % erreichten.

Für die Gesamtheit des Wolfgangsees kann aber im Zeitraum von 1980 bis 1997 eine konstante Zunahme des Sauerstoffs im Hypolimnion festgestellt werden (siehe Abbildung 6).



## O<sub>2</sub> - Konzentrationen im Hypolimnion

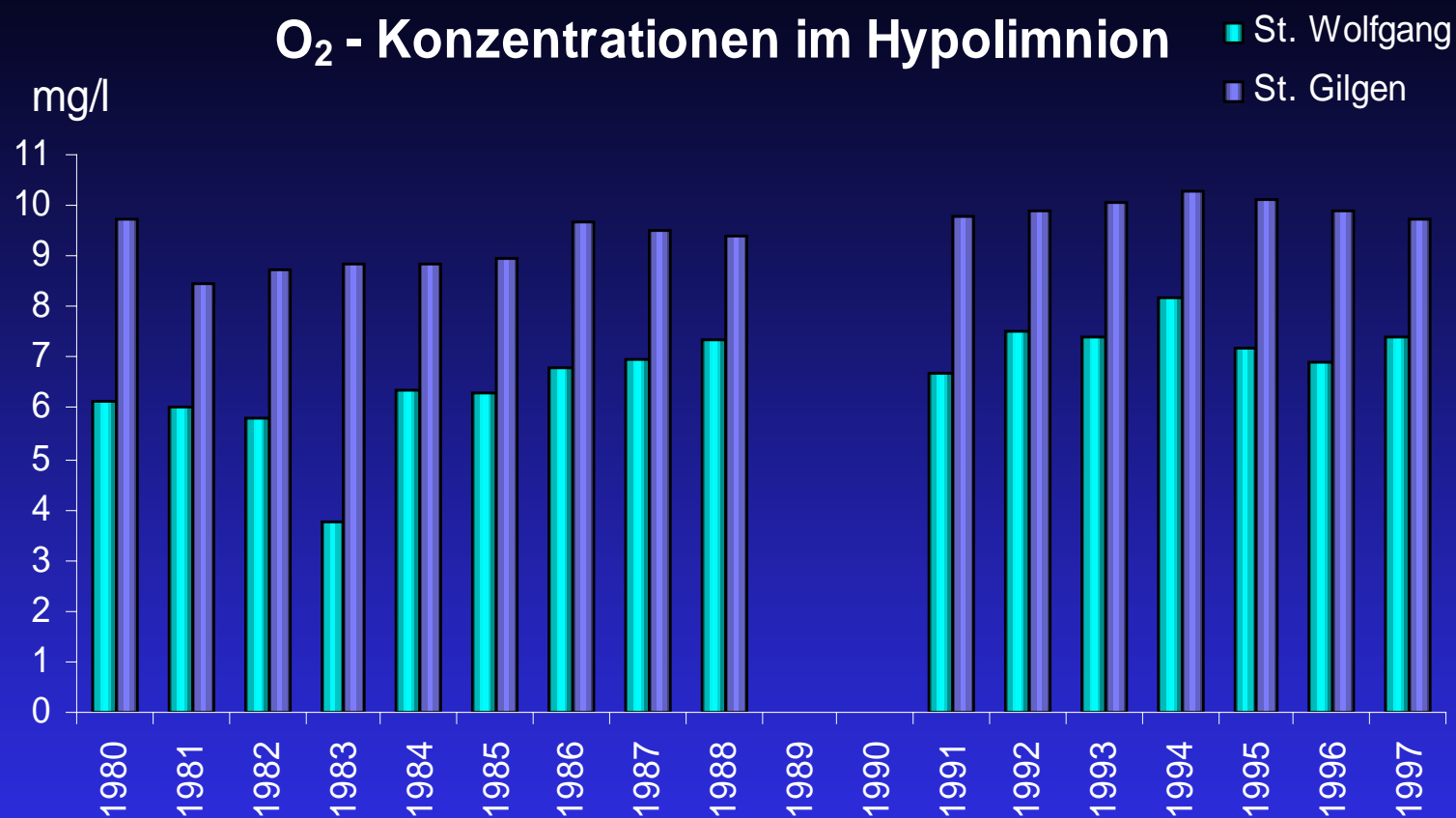


Abb. 5: Mittlere Sauerstoffkonzentrationen im Hypolimnion (40 m bis Grund) am Ende der Sommerstagnation von 1980 bis 1997

## Sauerstoff im Hypolimnion

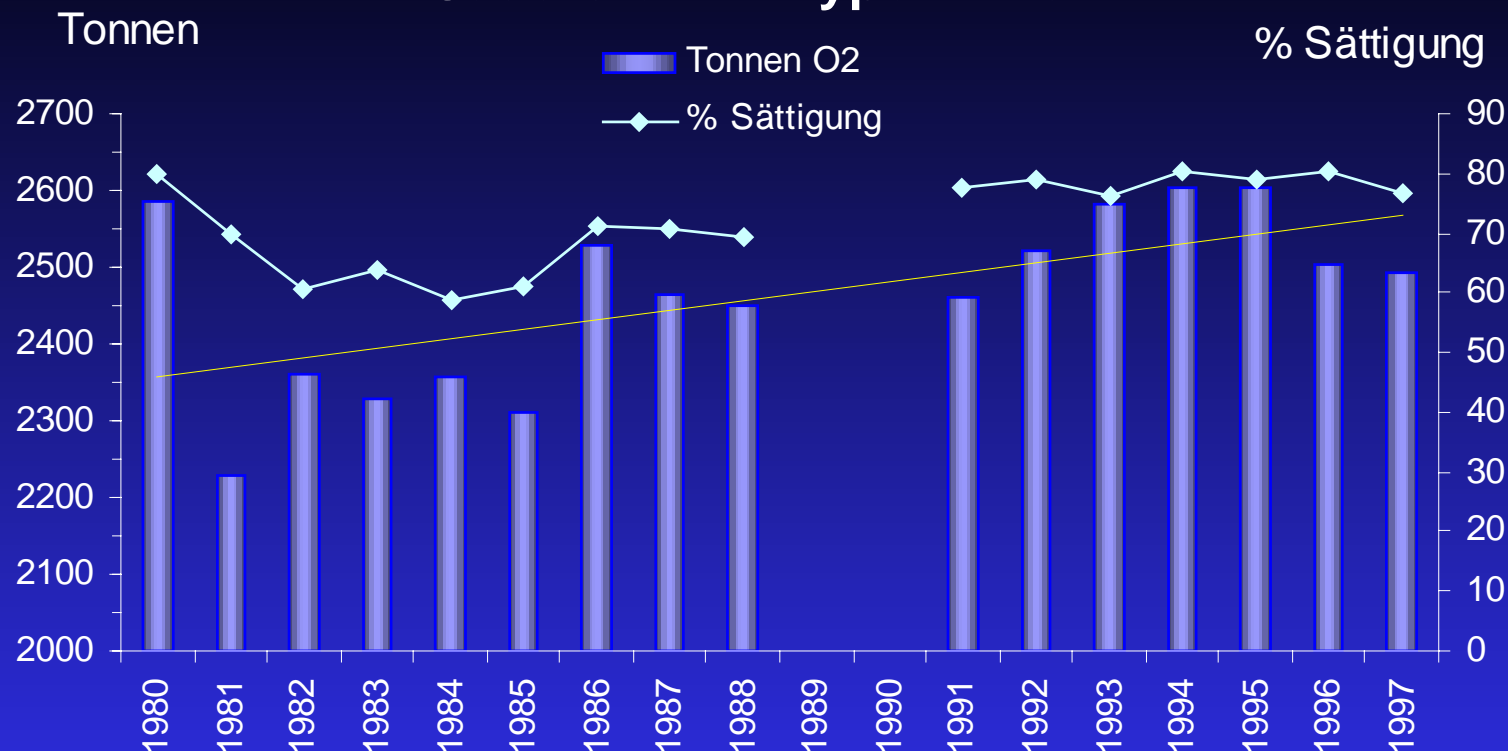


Abb. 6: Sauerstoffinhalt des Hypolimnions (40 m bis Grund) am Ende der Sommerstagnation für den gesamten See in Tonnen O<sub>2</sub> und in % Sättigung

Leitfähigkeit: Die elektrische Leitfähigkeit beider Seeteile liegt im Mittel im Bereich zwischen 230 und 270  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Nur zur Zeit von intensiveren Produktionschüben (August bis Oktober 1982 in beiden Seeteilen sowie im September 1994 im St. Gilgener Becken) konnte die Leitfähigkeit zwischen Oberfläche und 10 m Tiefe bis auf 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und darunter (September 1982 St. Wolfgang Becken: 197  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) absinken.



pH-Wert: Auch die pH-Werte der beiden Seeteile zeigen keine wesentlichen Abweichungen voneinander. Die Schwankungen reichen von pH 7,00 bis pH 8,50. Besondere Erhöhungen der pH-Werte wurden während der sommerlichen Hochproduktion in beiden Seeteilen gemessen (Juni 1980): Zwischen 2 und 5 m Tiefe erreichte der pH-Wert im St. Gilgener Becken Werte von 8,60 bzw. 8,65 und zur gleichen Zeit im St. Wolfgangsee Becken 8,55 bzw. 8,60. Die niedrigsten Werte wurden Anfang der 80iger Jahre im tiefsten Bereich des St. Gilgener Beckens gemessen: Im September 1980 sank in 110 m Tiefe der pH auf 6,90 ab, während an der Oberfläche der pH bei 8,05 lag.

Alkalinität: Die Alkalinität der beiden Seeteile schwankt größtenteils im Bereich zwischen 2,20 und 2,60 mval/l mit einem Schwerpunkt um 2,40 mval/l sehr einheitlich. (Carbonathärte: 6,2 - 7,3 °dH). Im St. Gilgener Seeteil fiel jedoch gegen Ende des Sommers 1980 und 1982 in der Oberflächenschicht bis etwa 5 m Tiefe die Alkalinität bis auf 1,90 mval/l ab. In den Jahren bis 1982 dehnten sich die Schwankungen auch auf den Tiefenbereich aus (2,80 bis 3,00 mval/l). Das St. Wolfgangsee Becken zeigte dagegen geringere Schwankungen, die Extremwerte reichten nur von 2,00 bis 2,75 mval/l.

Gesamt-Phosphor: Die Rolle des Phosphors im Wolfgangsee als wesentliches Eutrophierungselement wurde schon von JAGSCH (1982 a) und JAGSCH et al. (1982 b) beschrieben. Der kontinuierliche Anstieg der P-Konzentrationen in den 70er und frühen 80er Jahren war vor allem im St. Gilgener Seeteil augenfällig.



Selbst im St. Wolfgang Seeteil, wo die P-Konzentrationen im allgemeinen niedriger waren als im St. Gilgener Seeteil, gab es im Epilimnion Spitzenwerte zwischen 20 und 30 mg/m<sup>3</sup> (August 1977). Die Abbildungen 7 bis 9 zeigen die Anreicherung des Phosphors im tiefsten Bereich des Sees während der Som-

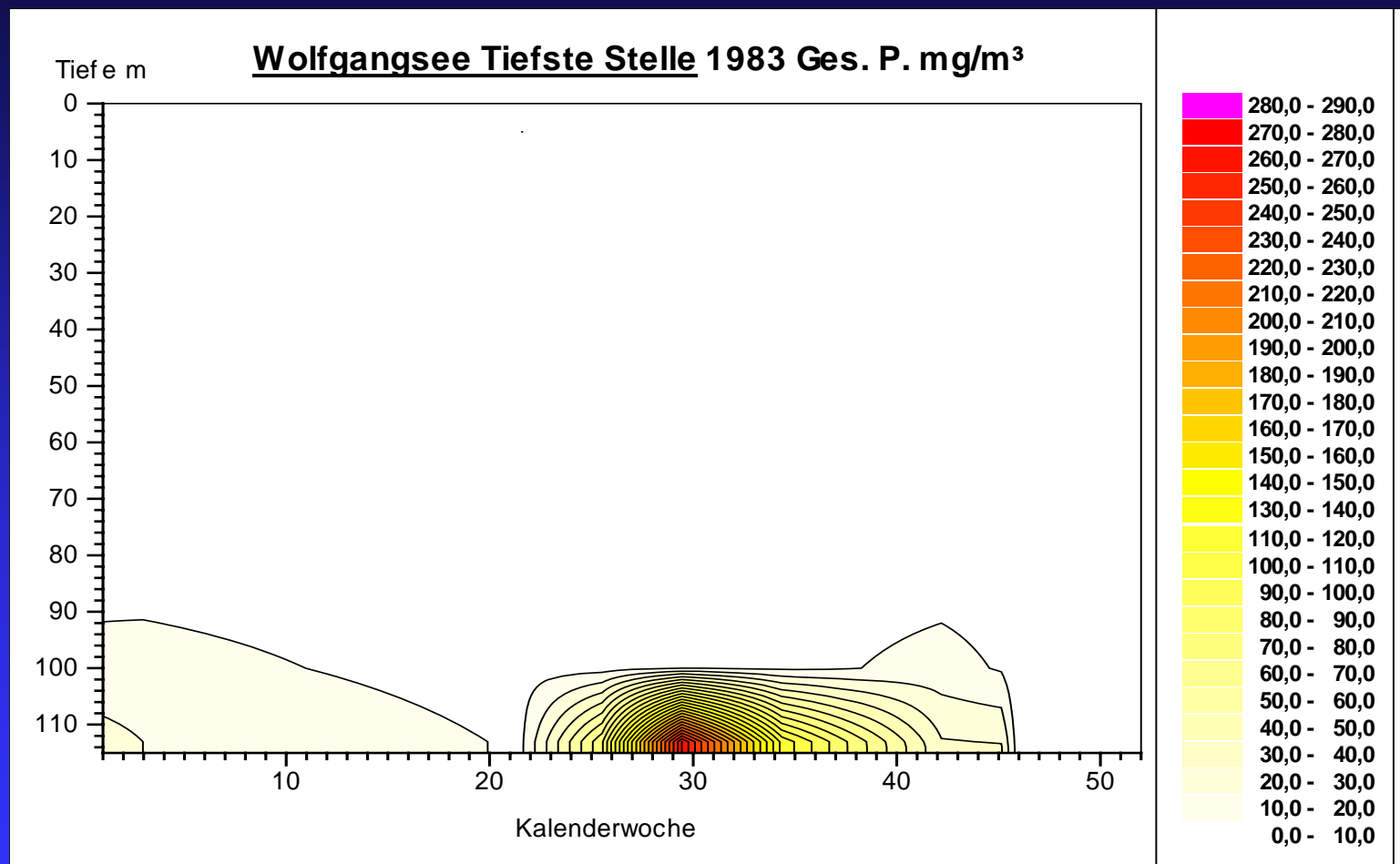


Abb. 7: Isoplethendarstellungen der Gesamt-Phosphor-Konzentrationen 1983

merstagnation. Wegen der starken Abnahme der Konzentrationen wurde aus Gründen der Optik der "Farbmaßstab" bei den drei Abbildungen den Konzentrationen angepaßt. Gleiche Farbe in den verschiedenen Jahren bedeutet also nicht gleiche Konzentration.

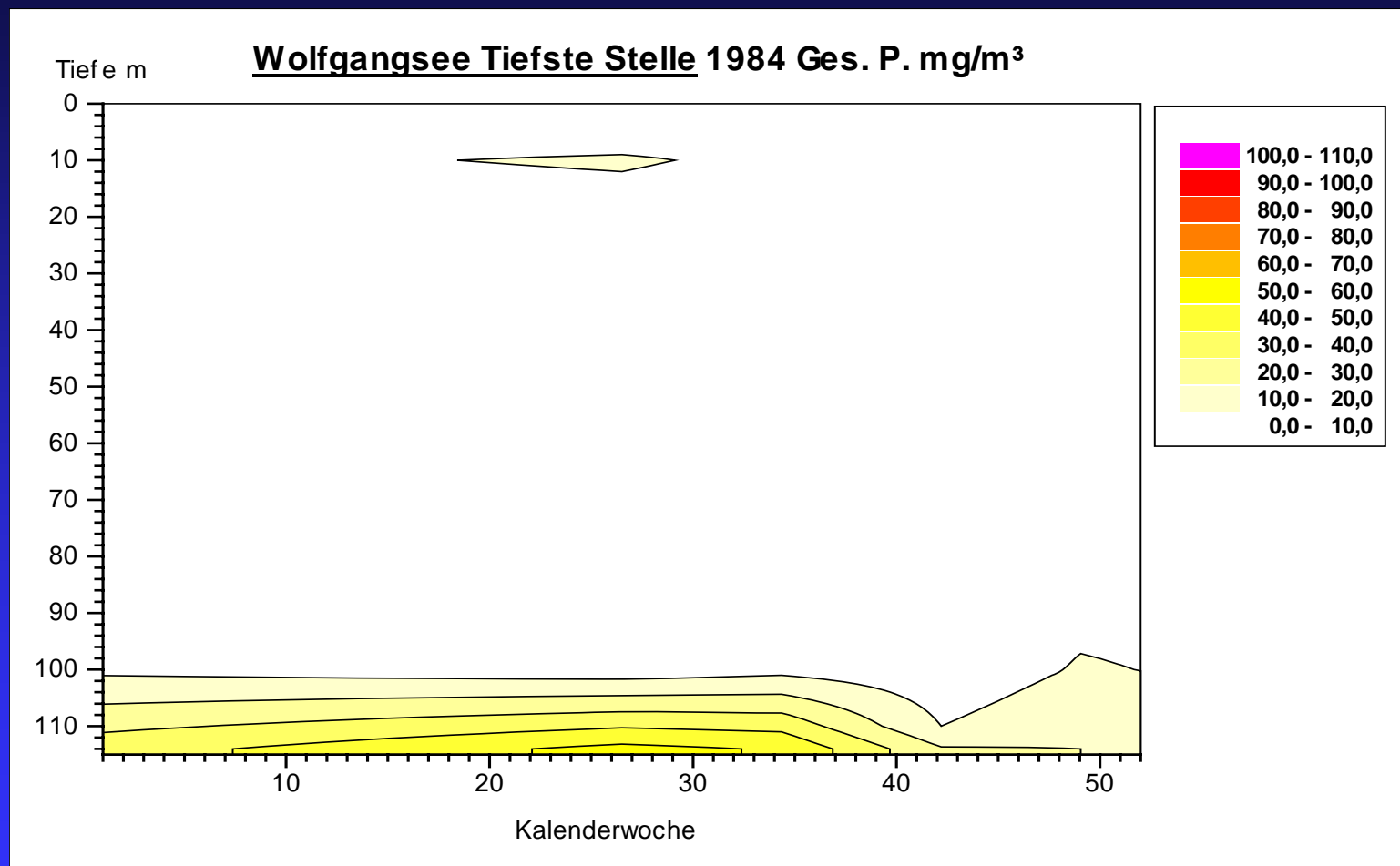


Abb. 8: Isoplethendarstellungen der Gesamt-Phosphor-Konzentrationen 1984

Erst die umfangreichen Sanierungsmaßnahmen der umliegenden Gemeinden in den 70er Jahren bewirkten mit einiger Verzögerung eine Reduzierung der den See düngenden Nährstoffe. Eine wirklich tiefgreifende Verbesserung der Phosphorsituation konnte 1984 im St. Gilgener Becken festgestellt werden. Die

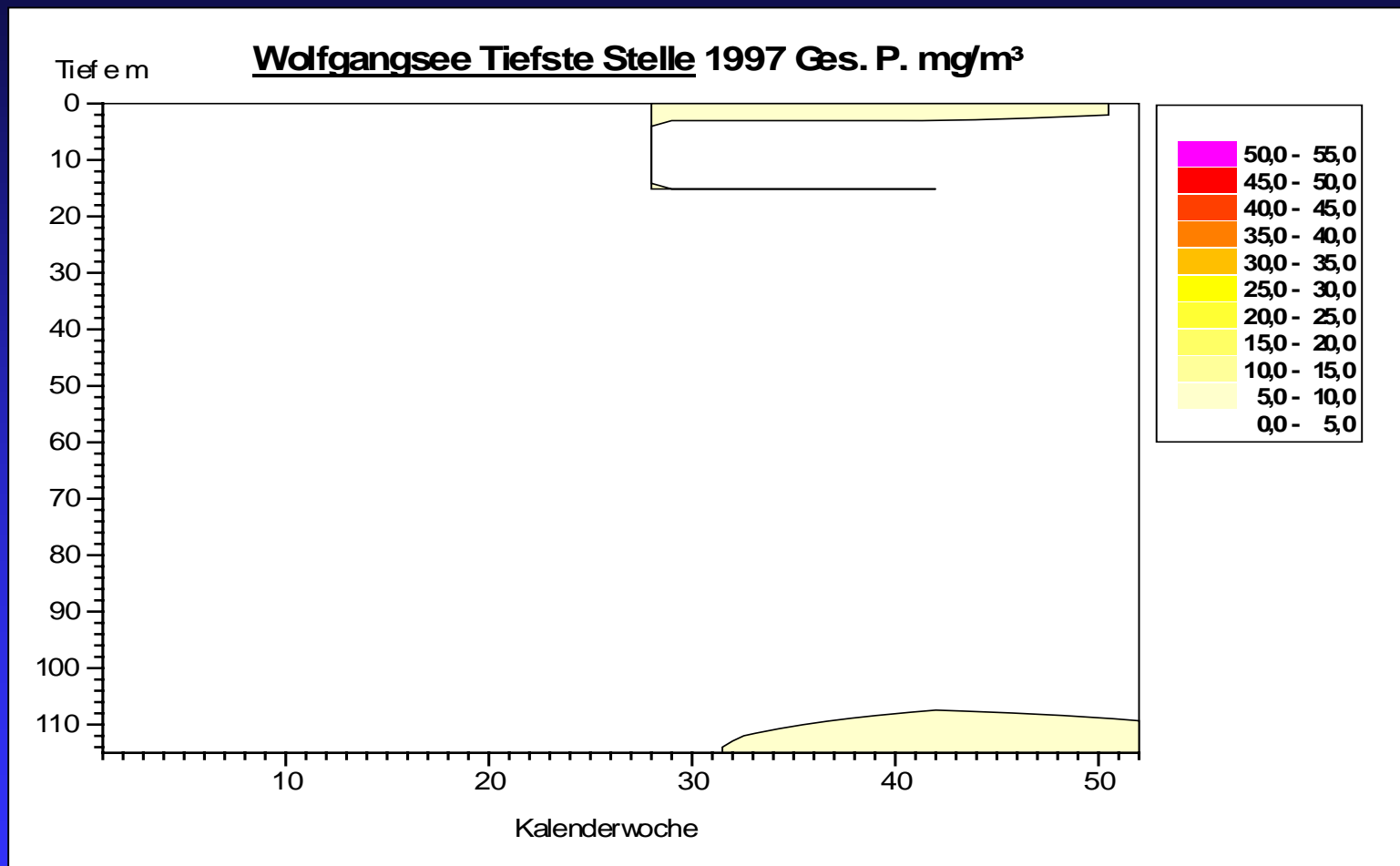


Abb. 9: Isoplethendarstellung der Gesamt-Phosphor-Konzentrationen 1997

Jahresmittelwerte im Hypolimnion sanken von 1983 bis 1984 von knapp 11 mg/m<sup>3</sup> auf knapp 7 mg/m<sup>3</sup>. Die höchste gemessene Konzentration wurde im Juli 1983 über Grund festgestellt, sie betrug 270 mg/m<sup>3</sup>. Im Epilimnion pendelte sich die mittlere Konzentration schon 1982 um 5 mg/m<sup>3</sup> ein.

### Ges.-P. Jahresmittel St. Gilgener Becken

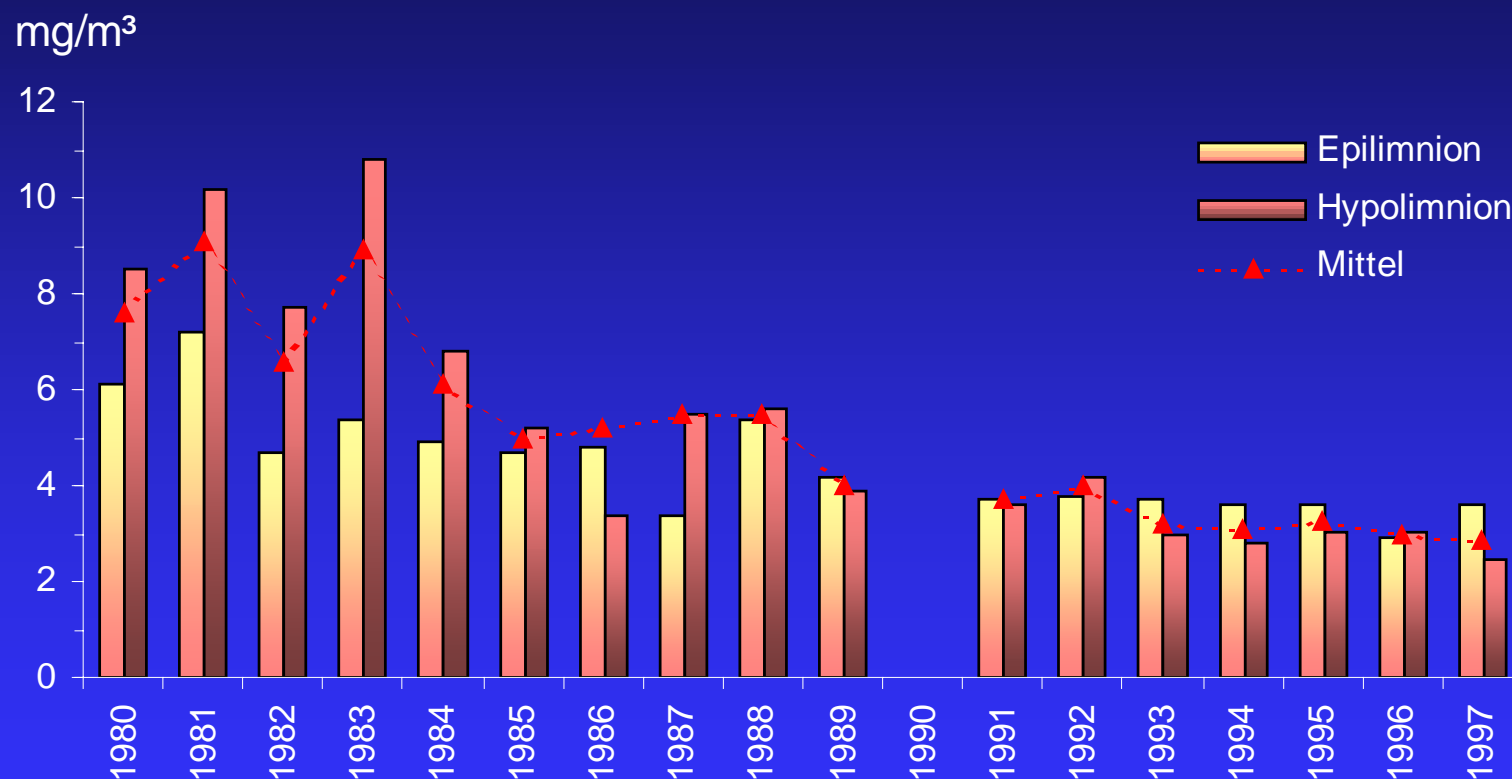


Abb. 10: Konzentrationen des Gesamt-Phosphors im Epi- und Hypolimnion des St. Gilgener Beckens von 1980 bis 1997

1986 sank die Konzentration im Hypolimnion weiter bis auf 3,4 mg/m<sup>3</sup> im Jahresdurchschnitt, ein Wert, der um 1,4 mg unter jenem des Epilimnions lag. Von einigen Rückschlägen, die im normalen Streubereich liegen, abgesehen, verringerte sich die Phosphorkonzentration weiter, bis 1997 die niedrigsten Werte erreicht wurden (Epilimnion 3,6 mg/m<sup>3</sup>, Hypolimnion 2,8 mg/m<sup>3</sup>; vergl. auch Abbildung 10).

### Ges.-P. Jahresmittel St. Wolfganger Becken

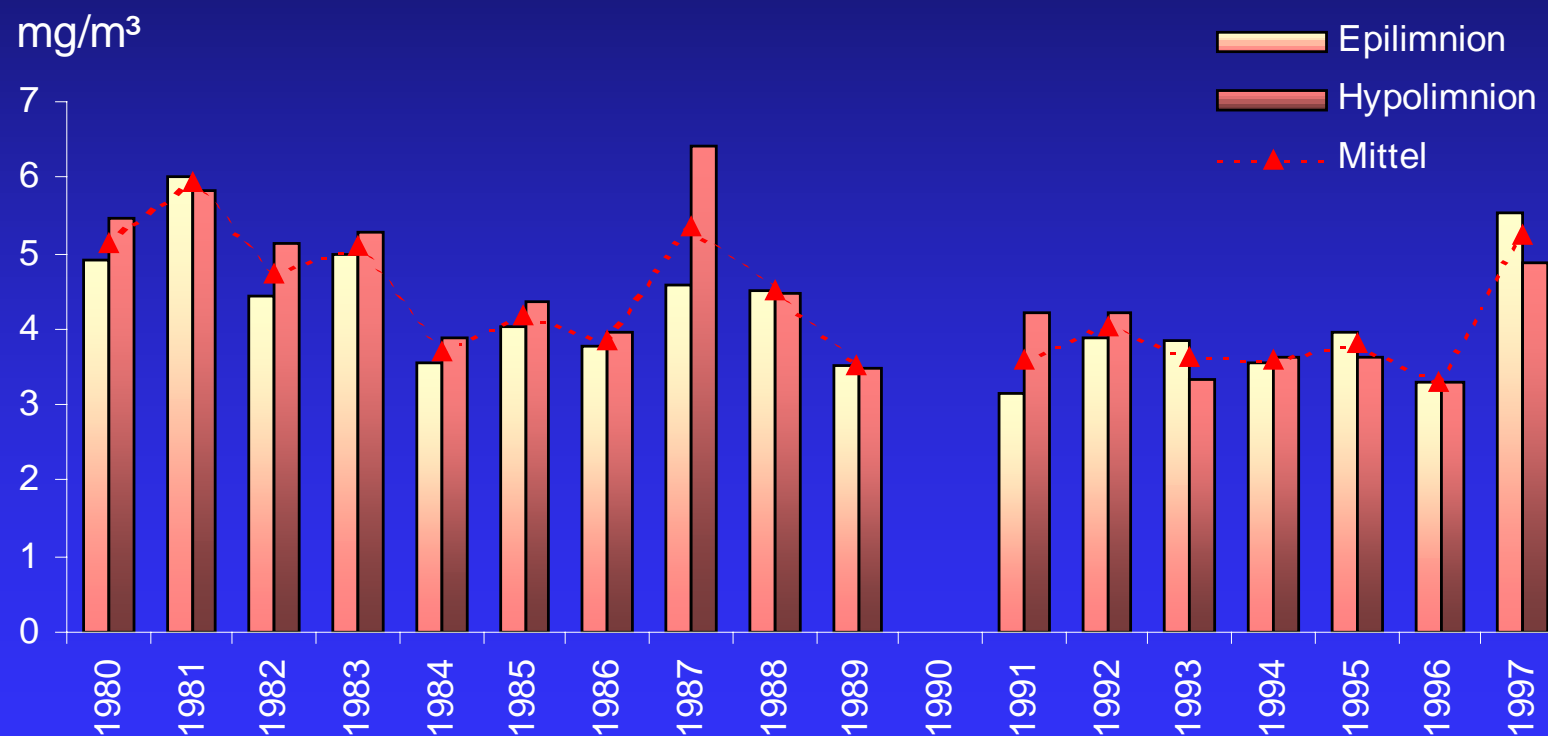


Abb. 11: Konzentrationen des Gesamt-Phosphors im Epi- und Hypolimnion des St. Wolfganger Beckens von 1980 bis 1994

Das an Phosphor etwas ärmere Becken bei St. Wolfgang entwickelte sich unterschiedlich zum St. Gilgener Becken. Die Konzentrationen fluktuieren in den frühen 80er Jahren zwischen 4 und 6 mg/m<sup>3</sup>, wobei die Unterschiede zwischen Epilimnion und Hypolimnion im Durchschnitt weniger als 0,5 mg betragen. Einer schwachen Erhöhung der hypolimnischen Konzentration im Jahre 1987 auf 6,4 mg/m<sup>3</sup> im Jahresdurchschnitt folgte eine weitere Abnahme bis 1996 auf etwa 3,3 mg/m<sup>3</sup> sowohl im Epilimnion als auch im Hypolimnion (siehe Abbildung 11). 1997 gab es wieder einen leichten Anstieg der Phosphorkonzentration vor allem im Epilimnion auf etwa 5 mg/m<sup>3</sup>.

Mit dieser nachhaltigen Sanierung des Wolfgangsees wurde die Konzentration des Phosphors der beiden Seeteile auf ein Niveau gesenkt, das eine Einstufung des bereits als mesotroph klassifizierten Sees wieder in einen oligotrophen See rechtfertigt.

Ammonium-Stickstoff: Ein besonders eindrucksvolles Beispiel für die erfolgreiche Abschirmung des Sees vor Nährstoffen im Zusammenhang mit der See-sanierung liefert uns der Ammonium-Stickstoff. Seine Konzentrationen waren für den See vor dem Wirksamwerden der eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen allerdings nicht kritisch, trotzdem konnte eine ansteigende Tendenz vor allem in Grundnähe an beiden Seeteilen beobachtet werden.

Die höchsten Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs im Hypolimnion wurden 1982 festgestellt und zwar in beiden Seeteilen in nahezu derselben Höhe (Jahresmittelwert: St. Gilgener Becken 26,1 mg/m<sup>3</sup>; St. Wolfgang Becken 24,1 mg/m<sup>3</sup>). Bis 1997 verringerten sich die Konzentrationen kontinuierlich, bis



schließlich nur mehr Werte um 1 mg/m<sup>3</sup> erhalten blieben. Die Abbildungen 15 und 16 zeigen den Verlauf der Abnahme des Ammonium-Stickstoffs seit 1980. Aus den Isoplethendarstellungen Abbildung 12 bis 14 kann die räumliche und zeitliche Verteilung des Ammonium-Stickstoffs entnommen werden. Dabei muß

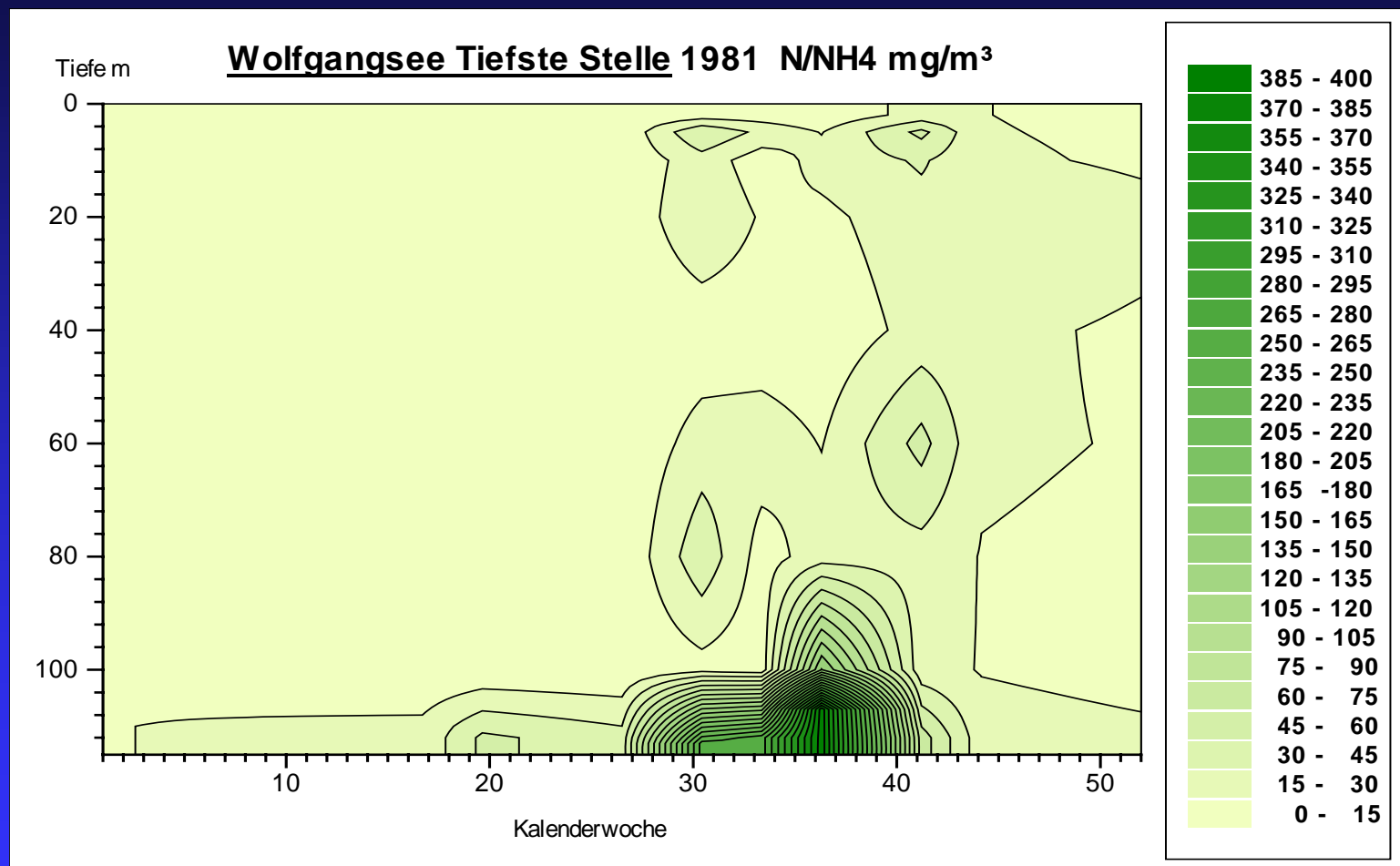


Abb. 12: Isoplethendarstellung des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1981



wieder beachtet werden, daß aus Gründen der Optik der "Farbmaßstab" bei den drei Abbildungen den Konzentrationen angepaßt werden mußte.

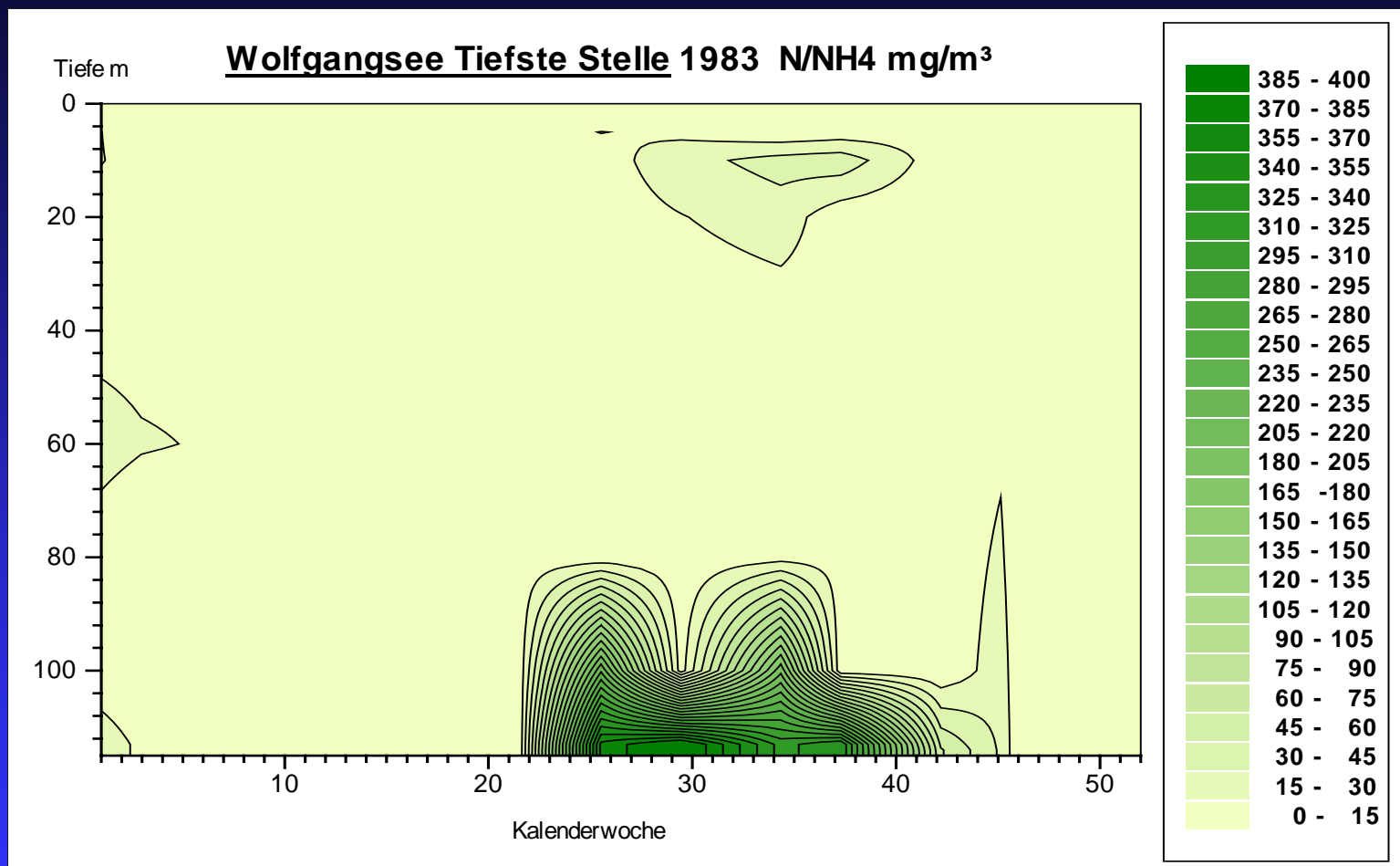


Abb. 13: Isoplethendarstellung des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1983

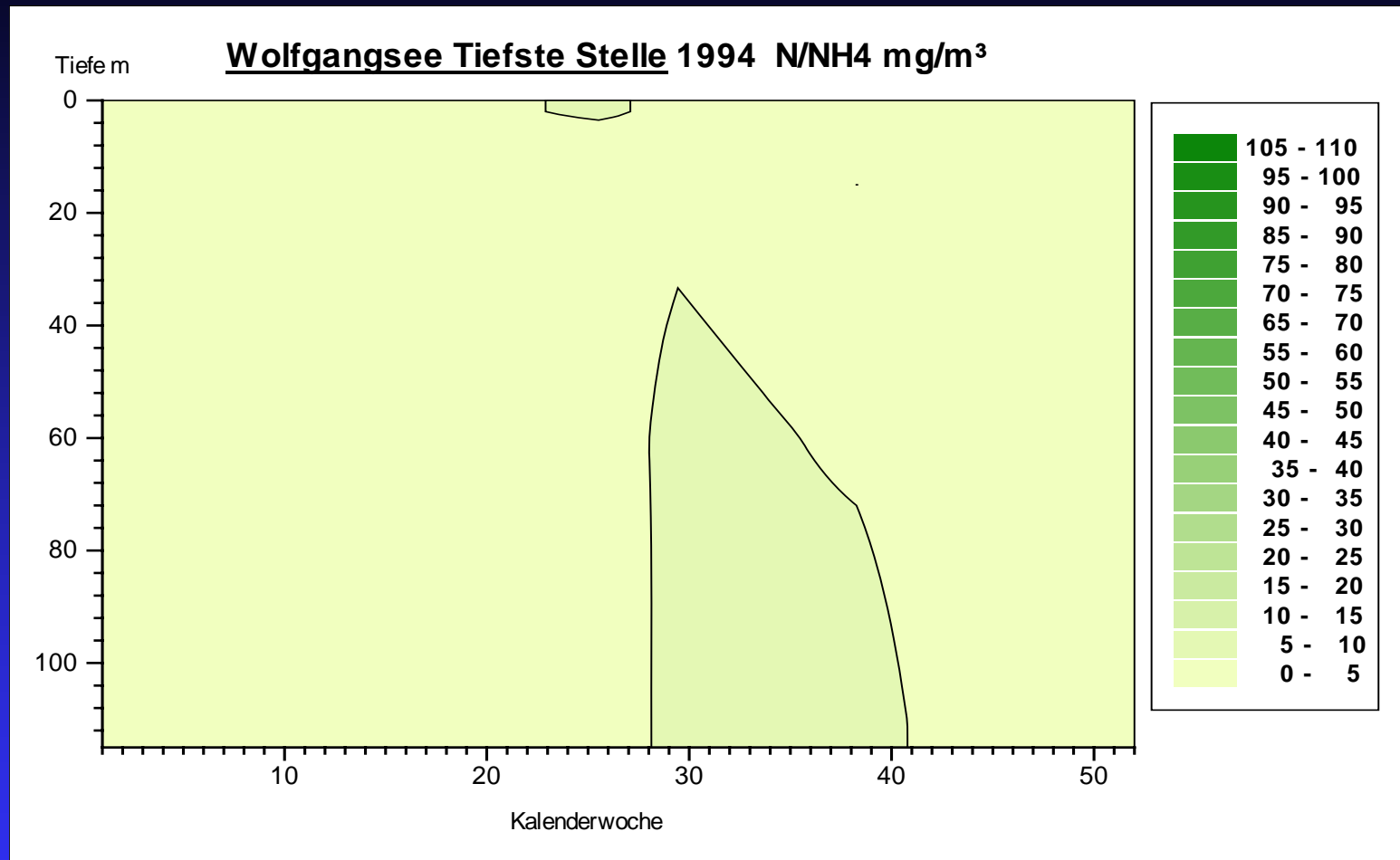


Abb. 14: Isoplethendarstellung des Ammonium-Stickstoffs des Jahres 1994

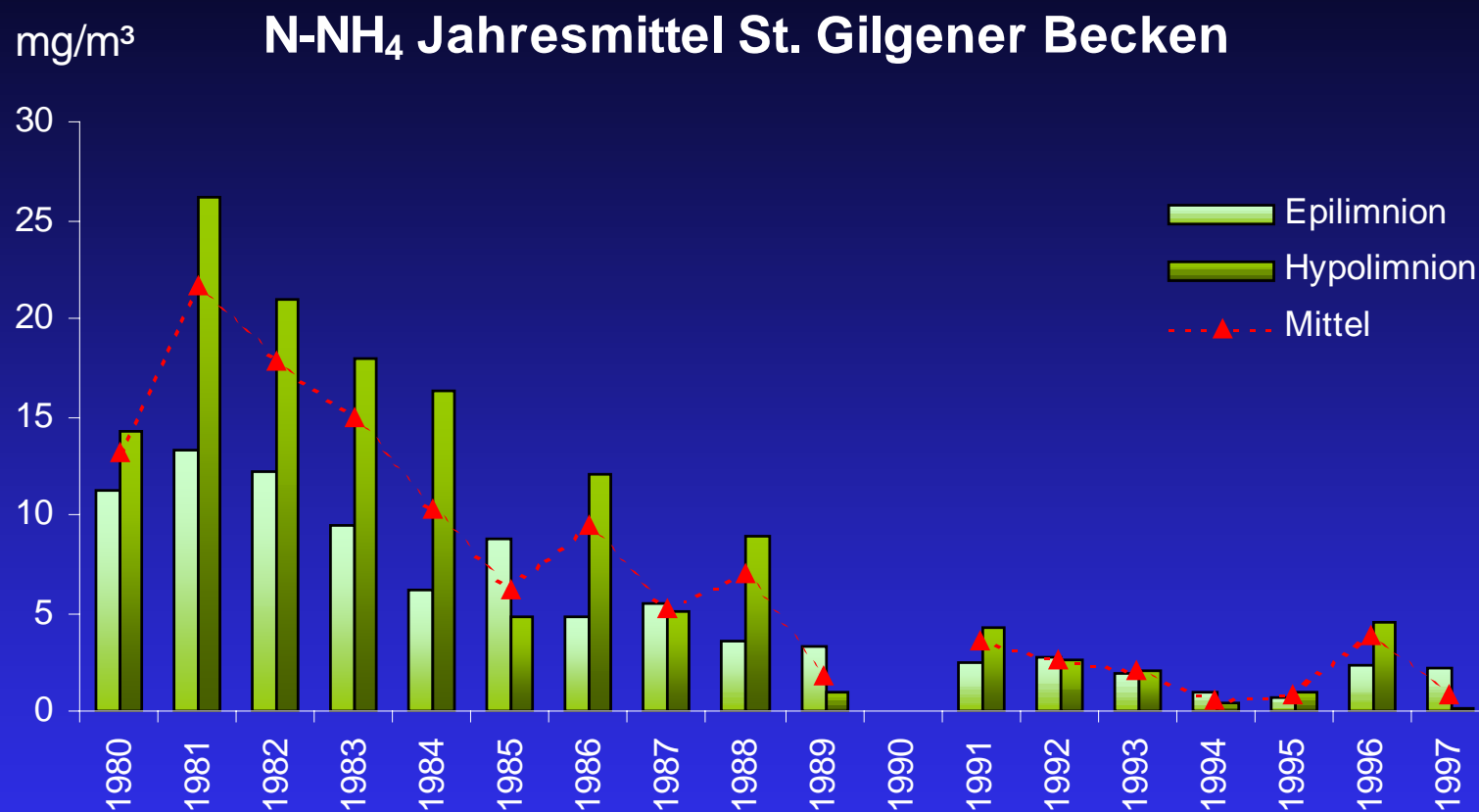


Abb. 15: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs im Epi- und Hypolimnion des St. Gilgener Beckens von 1980 bis 1997

## N-NH<sub>4</sub> Jahresmittel St. Wolfganger Becken

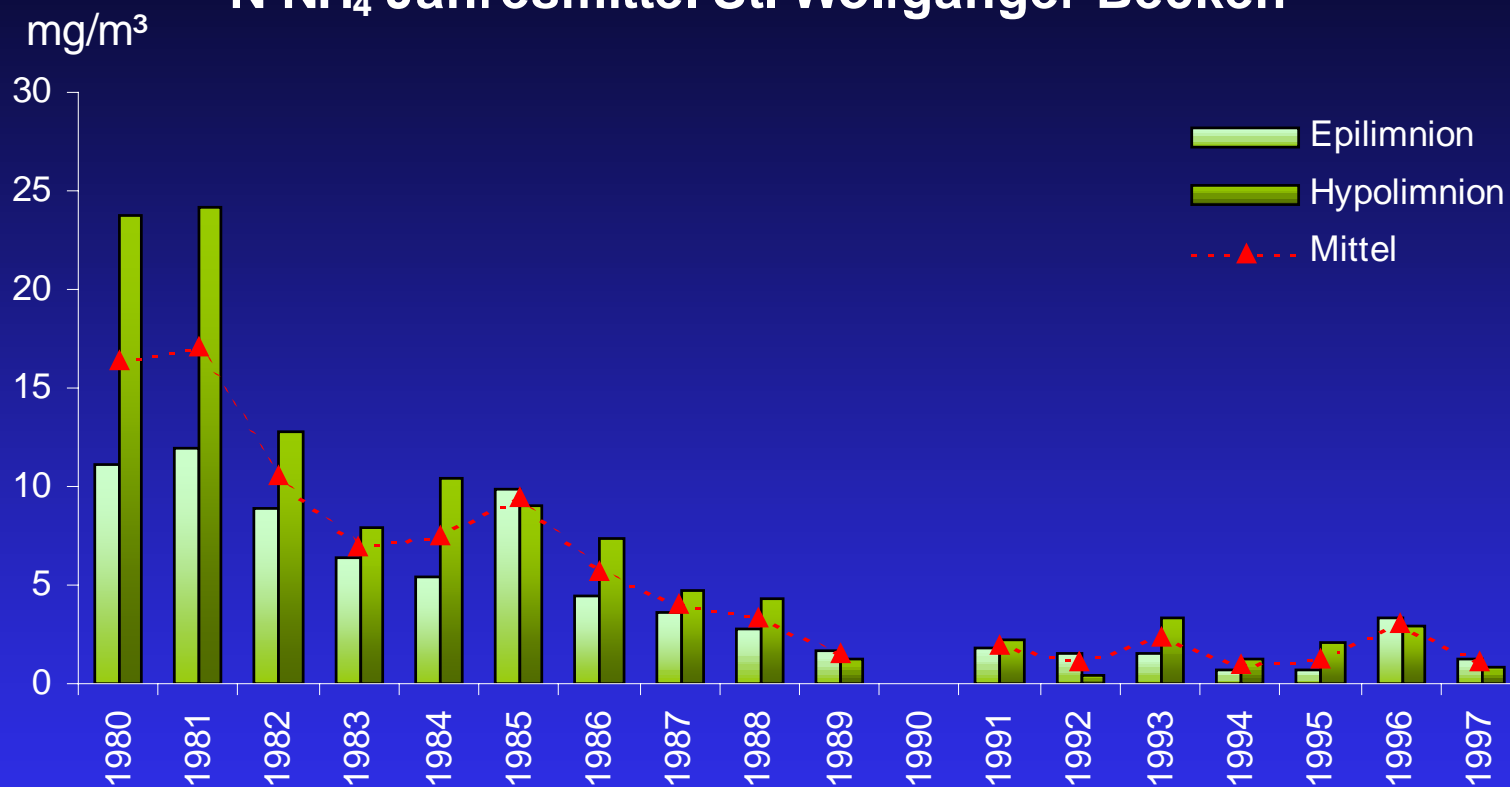


Abb. 16: Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs im Epi- und Hypolimnion des St. Wolfganger Beckens von 1980 bis 1997

Nitrat-Stickstoff: Die Entwicklung des Nitrat-Stickstoffs verlief in beiden See- teilen quasi synchron. Auch in der Höhe der Konzentrationen existierten im Jahresmittel keine gravierenden Unterschiede. Lediglich in den Zonen mit erheblichen Sauerstoffdefiziten wie im St. Gilgener Becken in Grundnähe wurden

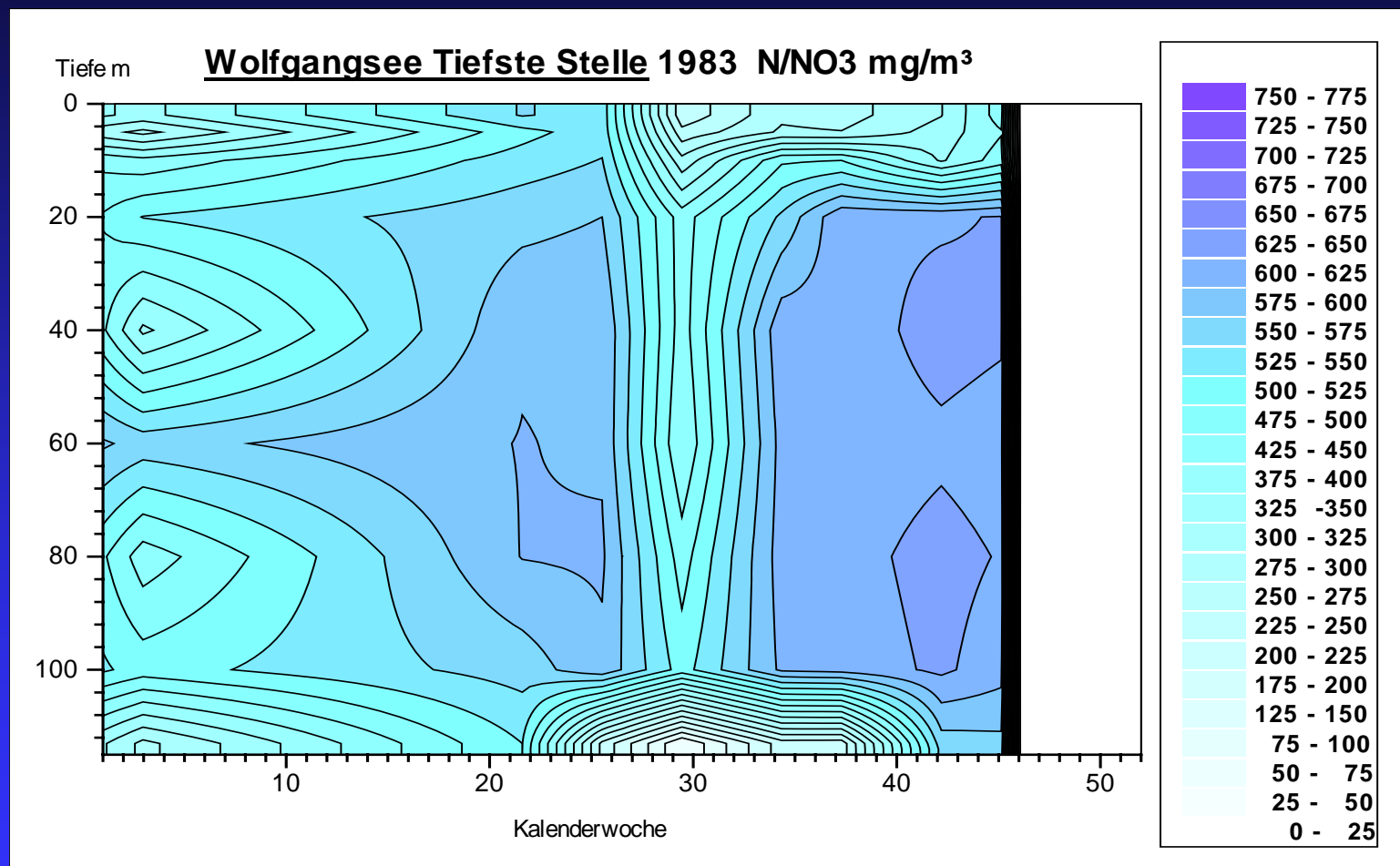


Abb. 17: Isoplethendarstellung des Nitrat-Stickstoffs des Jahres 1983

vor allem in den Sommermonaten größere Mengen Nitrat reduziert, so daß oft nur 50 mg/m<sup>3</sup> Nitrat-Stickstoff übrig blieben. Im St. Wolfganger Becken waren die Nitratreduktionen nicht so stark ausgeprägt, die niedrigste Konzentration betrug noch 138 mg/m<sup>3</sup>. Wie aus der Isoplethendarstellung von 1983 ersichtlich

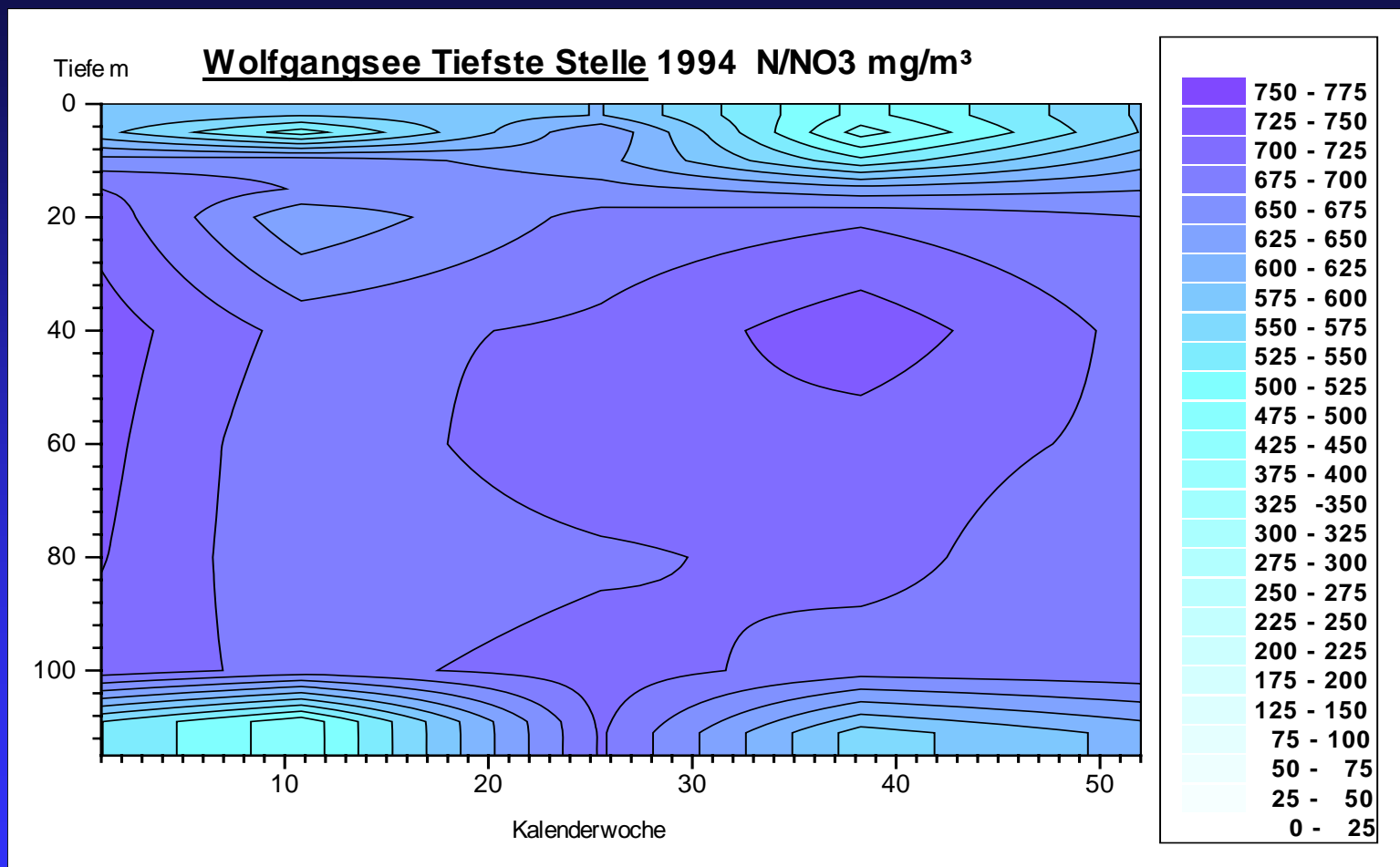


Abb. 18: Isoplethendarstellung des Nitrat-Stickstoffs des Jahres 1994

ist, gab es in beiden Seeteilen größere Aufzehrungen des Nitrats als Folge von produktionsbiologischen Prozessen in der trophogenen Zone des Epilimnions.

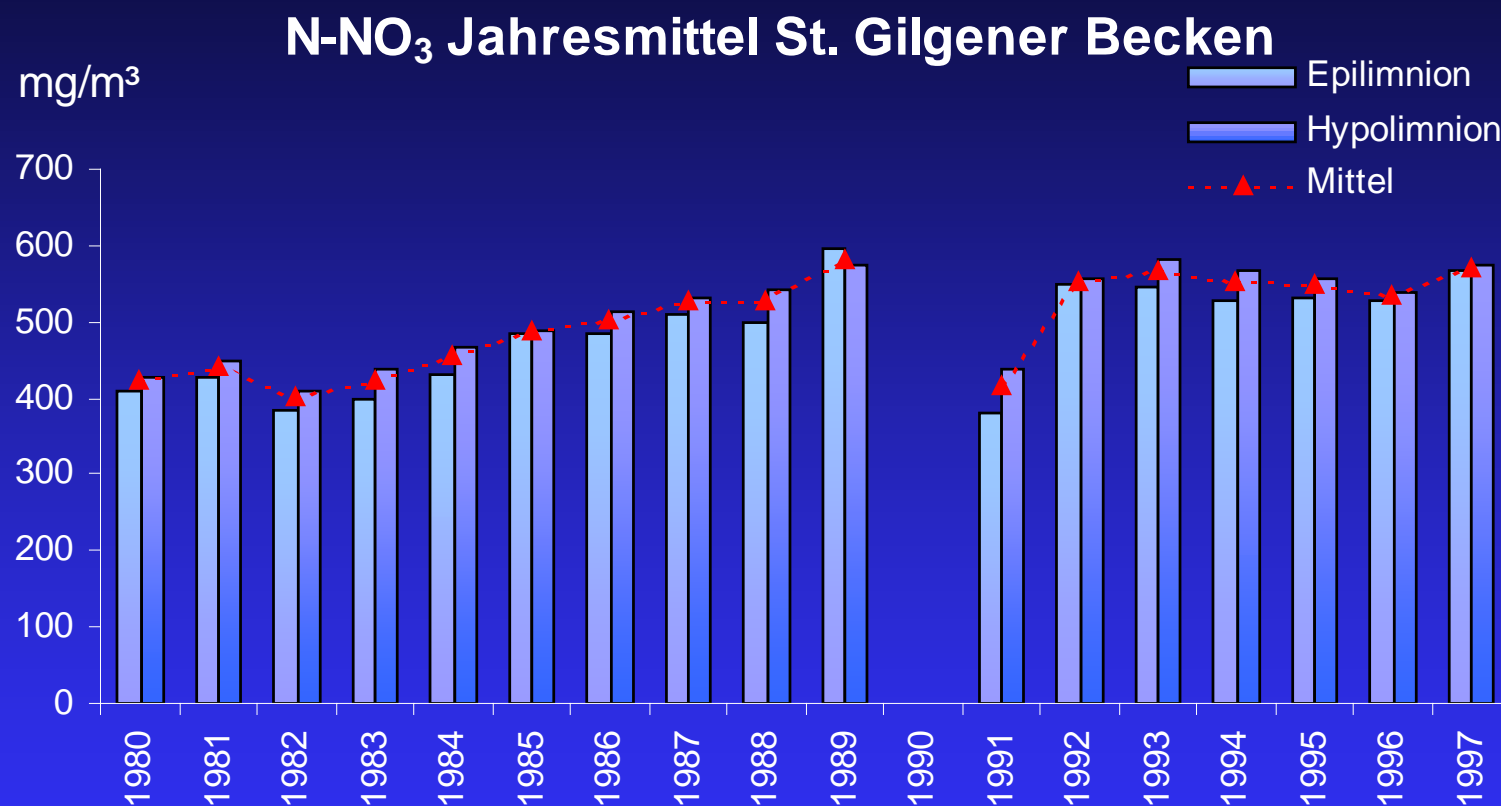


Abb. 19: Jahresmittelwerte der N-NO<sub>3</sub>-Konzentrationen des St. Gilgener Beckens von 1980 bis 1997

## N-NO<sub>3</sub> Jahresmittel St. Wolfganger Becken

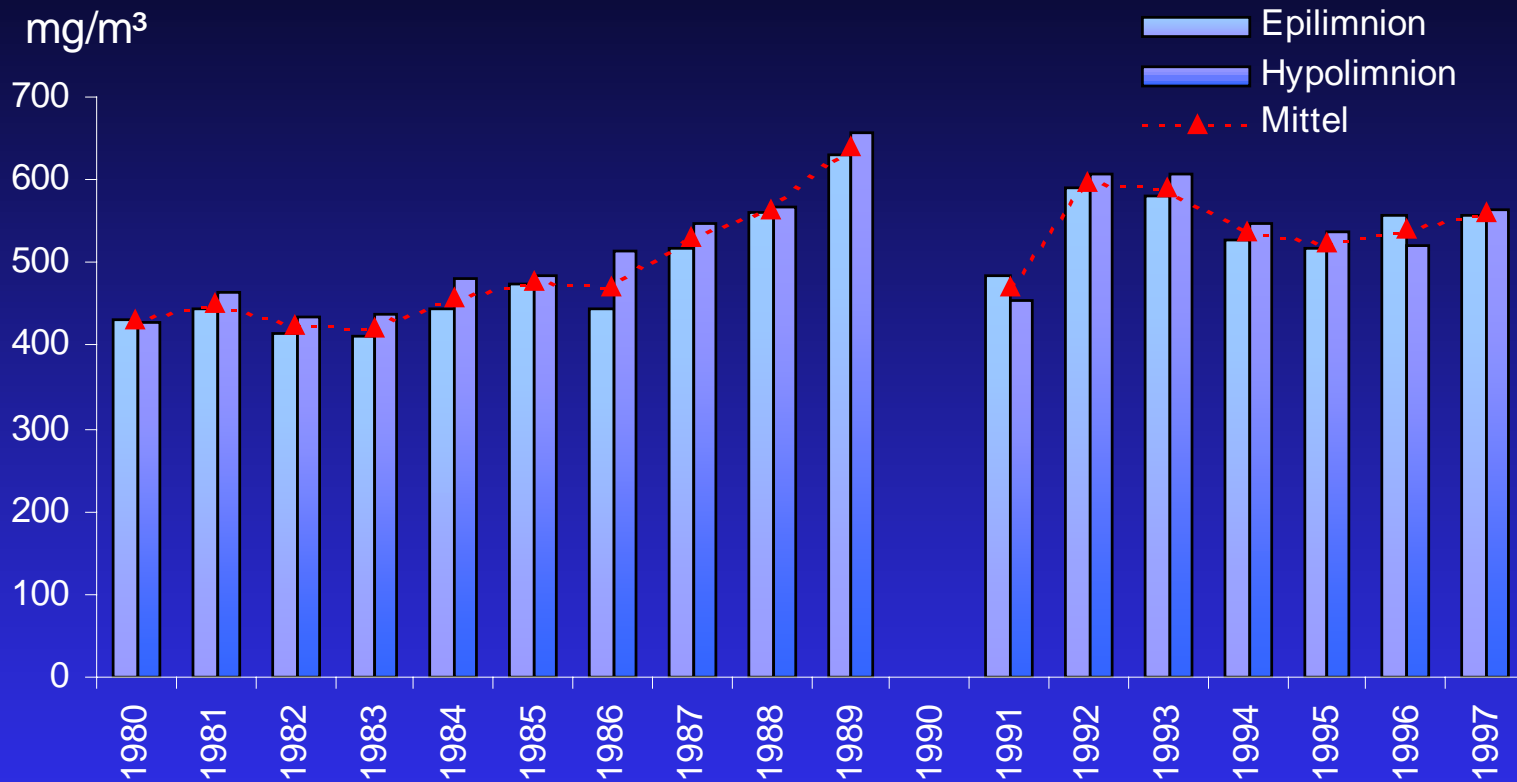


Abb. 20: Jahresmittelwerte der N-NO<sub>3</sub>-Konzentrationen des St. Wolfganger Beckens von 1980 bis 1997



Chlorid: Trotz der schon in den 70er Jahren beginnenden Eutrophierung spielte das Chlorid nie eine große Rolle. Die Konzentrationen erreichten im Hypolimnion zu dieser Zeit gerade 3,2 mg/l als Maximum.

Im St. Gilgener Seeteil konnten zwischen 1981 und 1986 im Bereich unter 100 m Tiefe noch Konzentrationen bis 3,9 mg/l beobachtet werden, es herrschten aber durchwegs Konzentrationen zwischen 1,0 und 2,6 mg/l vor.

Im St. Wolfgang Seeteil waren die Konzentrationen geringfügig niedriger. Der Schwankungsbereich reichte von "nicht nachweisbar" bis 2,8 mg/l, wobei die höchsten Werte wieder in Grundnähe auftraten.

Silikat: Die Konzentrationen des Silikats schwankten seit 1980 zwischen 0,1 und 7,0 mg/l. In den 70er Jahren konnten aber während des Sommers im Hypolimnion auch Werte zwischen 13 und 15 mg/l beobachtet werden (Juni 1976: 15,8 mg/l). Die häufigsten epilimnischen Konzentrationen im St. Gilgener Becken pendelten zwischen 0,3 und 1,5 mg/l. Im Hypolimnion erreichte das Silikat gegen Ende des Sommers oft Werte von über 6,0 mg/l (Maximum: September 1994 in 100 m Tiefe 7,0 mg/l).

Im St. Wolfgang Seeteil bewegten sich die epilimnischen Werte in der gleichen Größenordnung wie im St. Gilgener Becken. Nur im Hypolimnion blieben die Konzentrationen etwas unter jenen des St. Gilgener Beckens.

Chlorophyll: Messungen des Chlorophylls liegen erst seit 1981 vor, und auch diese sind noch etwas lückenhaft. Die Werte zwischen 1981 und 1982 wurden



aus einzelnen Messungen von Tiefenserien ermittelt, ab 1983 wurden von 0 bis 20 m integrierte Proben untersucht. Allerdings standen für die Jahre 1987 und 1989 nur zwei, und ab 1992 je vier Proben zur Verfügung.

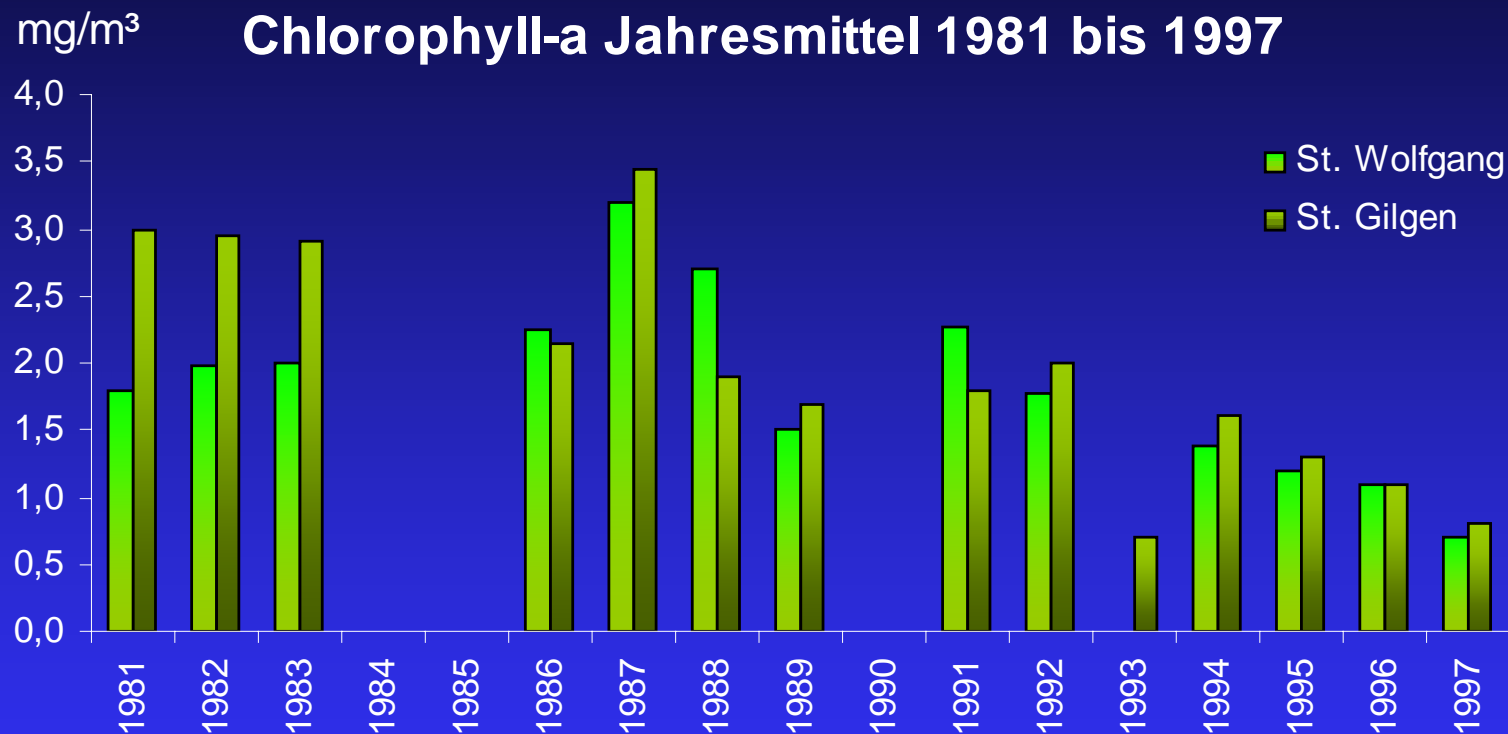


Abb. 21: Jahresmittel der Chlorophyllkonzentrationen beider Seeteile (St. Gilgener Becken und St. Wolfgangener Becken von 1981 bis 1994

Aus den Jahresmittelwerten (siehe Abbildung 21) geht hervor, daß die Algenproduktion im Wolfgangsee keine spektakulären Höhen erreichte. Trotzdem gab es in den Jahren 1981 und 1982 vor allem im Spätsommer und Herbst Konzentrationen, die auf eutrophe Verhältnisse hinweisen. So wurden im Oktober 1981 zwischen Oberfläche und 5 m Tiefe Konzentrationen zwischen 5,0 und 6,7 mg/m<sup>3</sup> festgestellt. Im August und September 1982 stiegen die Konzentrationen zwischen Oberfläche und 10 m Tiefe auf 6,4 mg/m<sup>3</sup> an, und ein Monat später bildete sich in 10 m eine Schicht mit einer Konzentration von 10,3 mg/m<sup>3</sup>.

Die Konzentrationen in der St. Wolfgangser Bucht erhöhten sich synchron mit jenen der St. Gilgener Bucht, erreichten aber nicht solche Spitzenwerte. Dafür hielten Konzentrationen zwischen 4,0 und 6,0 mg/m<sup>3</sup> in einzelnen Tiefenstufen für mehrere Monate an.

Die derzeitigen Chlorophyllkonzentrationen von 0,7 bzw. 0,8 mg/m<sup>3</sup> im Jahresdurchschnitt liegen in einem Bereich, der den Wolfgangsee als ausgesprochen oligotrophes Gewässer ausweist.



Phytoplankton: Die von FINDENEGG in den Jahren von 1958 bis 1970 durchgeführten Phytoplanktonuntersuchungen (FINDENEGG 1958, 1972) weisen auf eine Eutrophierungsphase hin, die sich in den 70er Jahren in Form von Algenblüten äußerte. Die vorherrschenden Algen zu dieser Zeit waren Dinophyceen, Chrysophyceen und Diatomeen.

Inzwischen erlebte der Wolfgangsee eine Massenentwicklung von *Uroglena*, die den See rotbraun färbte (JAGSCH 1982).

Die heutigen Planktonpopulationen sind zwar auch artenarm, lassen sich aber mit jenen aus den 60iger Jahren gut vergleichen, allerdings mit dem wesentlichen Unterschied, daß die Algendichte von 220 mg/m<sup>3</sup> im Jahre 1959 auf 50 bis 80 mg/m<sup>3</sup> gefallen ist.

Wie schon in den 60er Jahren beherrschten die Dinophyceen mit *Ceratium hirundinella* und *Gymnodinium helveticum* bzw. *Gymnodinium* sp. auch 1994 das Phytoplankton beider Seeteile im Frühsommer. Im St. Gilgener Becken waren die Cryptomonaden mit *Cryptomonas* sp. und *Rhodomonas minuta* zu 30 % vertreten. Die übrigen Algen könnten fast als vereinzelte Funde bezeichnet werden.

Im St. Wolfgang Becken wurde die Biomasse der Cryptomonaden von *Dinobryon divergens* leicht übertroffen. Diatomeen waren im Juni noch bedeutungslos.

Bis September entwickelten sich jedoch vor allem *Cyclotella* sp. und *Achnanthes minutissima*. Blaualgen waren nur mit *Chroococcus* sp. vertreten, die jedoch einen Anteil von 30 % der Gesamtbiomasse ausmachten.

Im St. Gilgener Becken sank die Biomasse von 47 mg/m<sup>3</sup> im Juni auf nur mehr 31 mg/m<sup>3</sup> im September ab. Der Hauptanteil wurde wie im St. Wolfgang Becken von *Chroococcus* sp. gebildet, der aber hier mehr als die Hälfte der Gesamtbiomasse ausmachte.

*Oscillatoria rubescens* wurde nur in geringsten Mengen (0,4 mg/m<sup>3</sup>) im St. Wolfgang Seeteil gefunden. Im Hinblick auf die sehr niedrigen Nährstoffkonzentrationen des Wolfgangsees kann man aber davon ausgehen, daß bei gleichbleibenden Nährstoffverhältnissen in der nächsten Zeit keine Massentwicklung dieser Alge zu erwarten ist.



### Wolfgangsee, St. Gilgener Bucht, 1994, 0-20 m

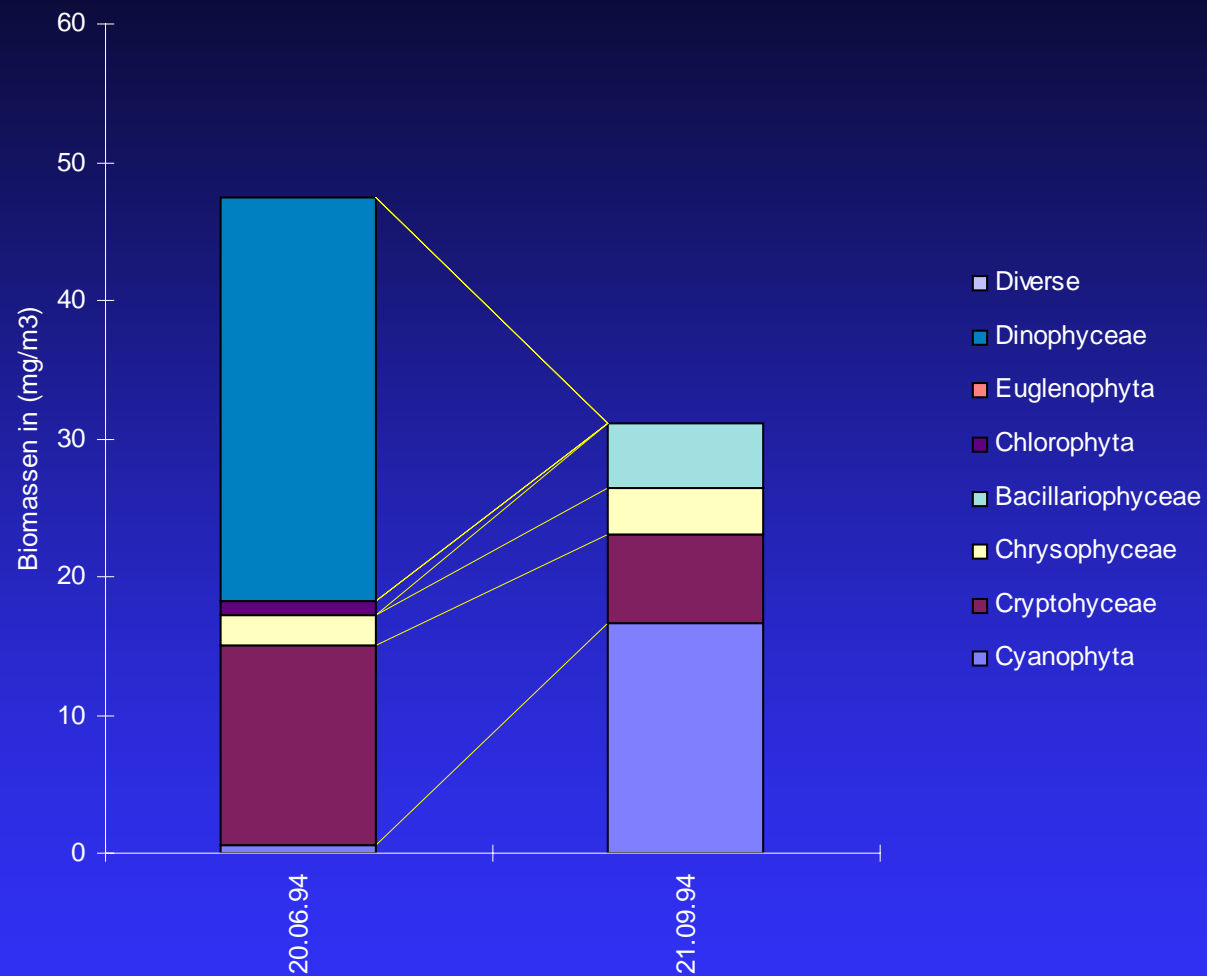


Abb. 22: Phytoplankton des Wolfgangsee, St. Gilgener Becken 1994

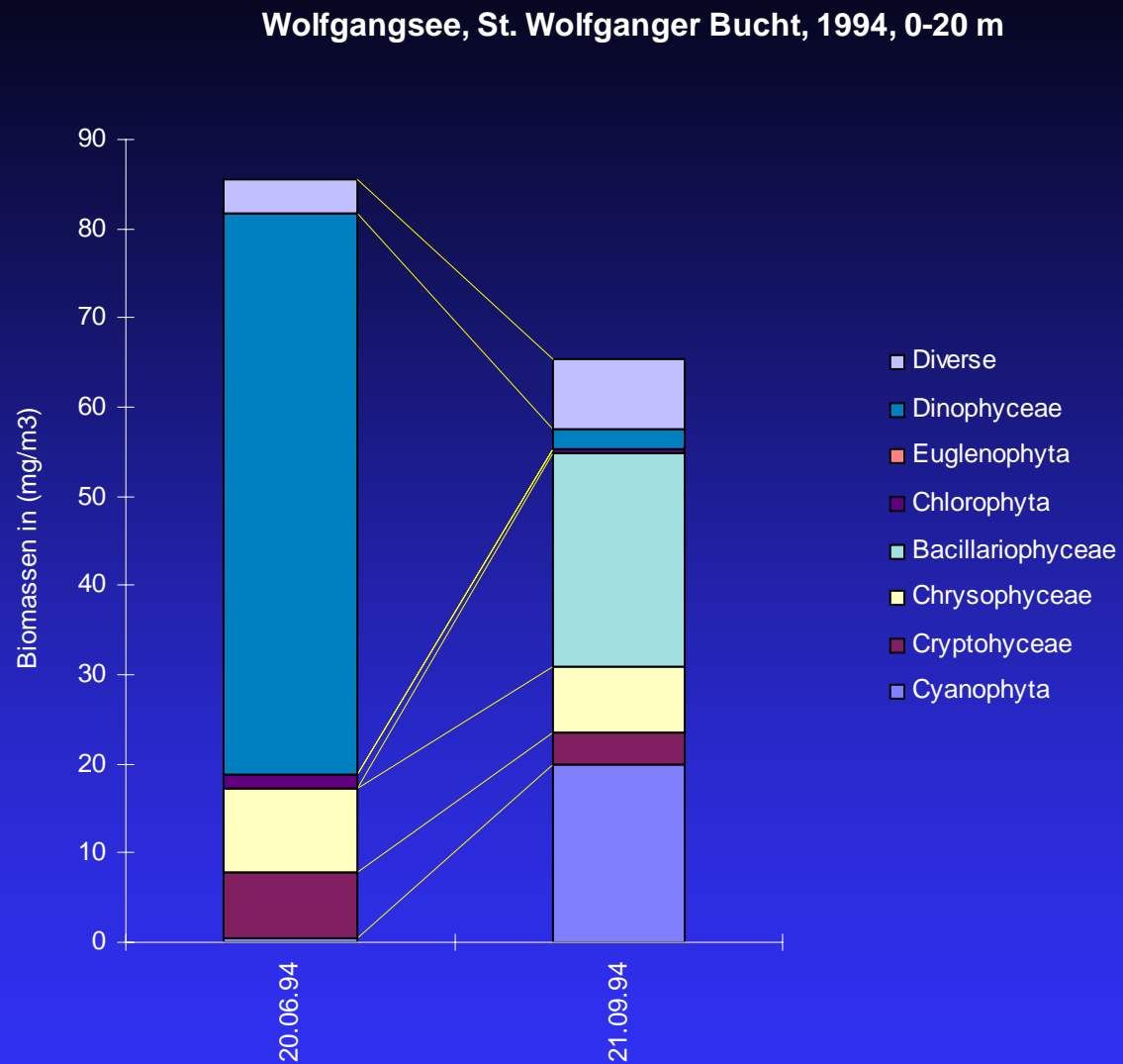


Abb. 23: Phytoplankton des Wolfgangsee, St.Wolganger Becken 1994

# Phytoplanktonzählprotokolle:

Auswertung Dr. W. Wirkner, Innsbruck

Wolfgangsee, St. Gilgener Bucht 94-06-20 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	342	18,8	39,6
<i>Gymnodinium helveticum</i>	8380	1026	8,6	18,1
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	78936	7,9	16,7
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	2736	6,6	13,9
<i>Dinobryon divergens</i>	367	5586	2,1	4,3
<i>Peridinium sp.</i>	3200	570	1,8	3,8
<i>Cosmarium sp.</i>	2400	456	1,1	2,3
<i>Anabaena spiroides</i>	30	18924	0,6	1,2
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	342	0,0	0,1
Cyanophyta			0,6	1,2
Cryptophyceae			14,5	30,5
Chrysophyceae			2,1	4,3
Bacillariophyceae			0,0	0,1
Chlorophyta			1,1	2,3
Euglenophyta				
Dinophyceae			29,2	61,6
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			47,4	



Wolfgangsee, St. Gilgener Bucht 94-09-21 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Chroococcus</i> sp.	140	119106	16,7	53,6
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	54972	5,5	17,7
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	36648	3,7	11,8
<i>Dinobryon divergens</i>	367	9162	3,4	10,8
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	342	0,9	2,7
<i>Cryptomonas</i> sp.	2400	342	0,8	2,6
<i>Cyclotella</i> sp.	390	570	0,2	0,7
<i>Anabaena spiroides</i>	30	456	0,0	0,0
Cyanophyta			16,7	53,6
Cryptophyceae			6,3	20,3
Chrysophyceae			3,4	10,8
Bacillariophyceae			4,7	15,2
Chlorophyta				
Euglenophyta				
Dinophyceae				
Diverse				
GESAMTBIOMASSE			31,1	





Wolfgangsee, St. Wolfgang Bucht 94-06-20 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Ceratium hirundinella</i>	54872	798	43,8	51,1
<i>Gymnodinium sp.</i>	8900	1482	13,2	15,4
<i>Cryptomonas sp.</i>	2400	3078	7,4	8,6
<i>Dinobryon divergens</i>	367	19950	7,3	8,6
<i>Peridinium sp.</i>	5650	1026	5,8	6,8
Coccale Formen	65	59202	3,8	4,5
<i>Dinobryon sociale</i>	400	5472	2,2	2,6
<i>Cosmarium sp.</i>	2400	684	1,6	1,9
<i>Oscillatoria rubescens</i>	196	2280	0,4	0,5
Cyanophyta			0,4	0,5
Cryptophyceae			7,4	8,6
Chrysophyceae			9,5	11,1
Bacillariophyceae				
Chlorophyta			1,6	1,9
Euglenophyta				
Dinophyceae			62,8	73,3
Diverse			3,8	4,5
GESAMTBIOMASSE			85,6	



Wolfgangsee, St. Wolfgang Bucht 94-09-21 0-20 m				
Arten	Volumen	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%
<i>Chroococcus</i> sp.	140	142011	19,9	30,4
<i>Cyclotella</i> sp.	390	50391	19,7	30,1
Coccale Formen	65	118404	7,7	11,8
<i>Dinobryon divergens</i>	367	19734	7,2	11,1
<i>Achnanthes minutissima</i>	100	36648	3,7	5,6
<i>Rhodomonas minuta</i>	100	36648	3,7	5,6
<i>Peridinium</i> sp.	5650	228	1,3	2,0
<i>Gymnodinium</i> sp.	8900	114	1,0	1,6
<i>Cyclotella</i> sp.	2500	228	0,6	0,9
<i>Cosmarium</i> sp.	2400	228	0,5	0,8
<i>Cyclotella</i> sp.	390	228	0,1	0,1
Cyanophyta			19,9	30,4
Cryptophyceae			3,7	5,6
Chrysophyceae			7,2	11,1
Bacillariophyceae			24,0	36,7
Chlorophyta			0,5	0,8
Euglenophyta				
Dinophyceae			2,3	3,5
Diverse			7,7	11,8
GESAMTBIOMASSE			65,3	



# WOLFGANGSEE St.Gilgener Becken

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. ° C
-------------------	-------	---------------------------	------------------	-------------------	----------------	-------------------

125	26.03.97	Tiefste Stelle	-12,0	7	-111,6	4,1
126	10.07.97	Tiefste Stelle	-2,6	grünlich weiß	-111,8	16,2
127	20.10.97	Tiefste Stelle	-10,0	8	-113,0	7,2

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
-------------------	-------	-----------	-------------	----------	--------------------	--------------------------	---------------------------

125	26.03.97	stk.bewölkt, Regen	0-	08,10			
126	10.07.97	heiter	2-	08,50			
127	20.10.97	heiter, Nebel	1-	08,15			



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
125	26.03.97	-0,0	4,6	11,8	98							
		-1,0	4,5									
		-2,0	4,4	11,6	96	8,05	244	2,45	0	3	1	2
		-3,0	4,3									
		-4,0	4,3									
		-5,0	4,3	11,7	97	8,05	246	2,50	0	3	1	2
		-8,0	4,3	11,5	94							
		-10,0	4,3	11,7	96	8,05	247	2,50	0	3	1	2
		-12,0	4,3	11,7	96							
		-15,0	4,3	12,3	102	8,05	247	2,50	0	3	1	2
		-20,0	4,3	11,5	95	8,05	245	2,55	0	2	1	1
		-40,0	4,3	11,4	93	8,05	245	2,55	0	3	1	2
		-60,0	4,2	11,3	93	8,00	246	2,50	0	2	1	1
		-80,0	4,2	11,2	92	8,00	246	2,50	0	2	1	1
		-100,0	4,2	11,1	92	8,00	247	2,50	0	3	1	2
		-105,0	4,2	11,0	91							
		-111,1	4,1	10,5	86	8,00	248	2,50	0	3	1	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

125	26.03.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	572	1,0		2,2		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	563	1,0		2,2		
		-8,0							
		-10,0	0	570	1,0		2,2		
		-12,0							
		-15,0	0	578	1,0		2,2		
		-20,0	0	568	1,0		2,2		
		-40,0	0	582	1,0		2,2		
		-60,0	0	572	1,1		2,3		
		-80,0	0	585	1,1		2,3		
		-100,0	0	586	1,2		2,3		
		-105,0							
		-111,1	0	576	1,2		2,4		

B e m e r k u n g e n :



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
126	10.07.97	-0,0	17,2	9,6	107							
		-1,0	17,1									
		-2,0	17,0	9,6	107	8,40	230	2,40	0	5	2	3
		-3,0	16,4									
		-4,0	16,0									
		-5,0	15,8	9,8	106	8,40	235	2,45	0	5	1	4
		-6,0	15,7									
		-7,0	15,5									
		-8,0	15,2	9,8	105							
		-9,0	14,8									
		-10,0	14,0	10,3	107	8,35	240	2,45	0	5	1	4
		-12,0	10,4	10,7	103							
		-15,0	8,3	11,2	102	8,20	247	2,55	0	5	1	4
		-20,0	6,9	11,4	100	8,15	249	2,50				
		-40,0	5,6	11,0	93	8,10	251	2,50	0	2	1	1
		-60,0	5,0	11,0	92	8,10	251	2,55	0	2	1	1
		-80,0	4,7	11,0	91	8,05	252	2,55	0	2	1	1
		-100,0	4,7	11,0	92	8,05	252	2,55	0	2	1	1
		-105,0	4,8	10,3	86							
		-111,3	4,8	9,5	79	7,95	256	2,60	0	4	2	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

126	10.07.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	4	499	1,5		1,5		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	1	501	1,6		1,5		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	6	553	1,6		1,7		
		-12,0							
		-15,0	5	581	1,5		2,0		
		-20,0							
		-40,0	1	594	1,4		2,3		
		-60,0	0	562	1,3		2,3		
		-80,0	0	585	1,3		2,4		
		-100,0	0	596	1,5		2,5		
		-105,0							
		-111,3	5	380	1,3		4,2		

B e m e r k u n g e n :



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
127	20.10.97	-0,0	12,2	9,7	97							
		-2,0	12,2	9,7	97	8,25	231	2,45	0	6	1	5
		-3,0	12,2									
		-4,0	12,1									
		-5,0	12,1	9,7	97	8,25	232	2,40	0	3	1	2
		-6,0	12,1									
		-7,0	12,1									
		-8,0	12,1	9,7	97							
		-9,0	12,1									
		-10,0	12,1	9,6	96	8,20	233	2,40	0	4	1	3
		-12,0	12,1	9,6	96							
		-15,0	10,5	9,4	90	8,00	244	2,50	0	5	1	4
		-20,0	8,2	9,4	85	7,95	249	2,55	0	4	1	3
		-40,0	6,1	9,9	86	7,95	251	2,55	0	4	1	3
		-60,0	5,7	10,3	88	7,95	252	2,55	0	2	1	1
		-80,0	5,2	10,4	88	7,95	252	2,55	0	2	1	1
		-100,0	5,0	9,7	81	7,95	254	2,60	0	2	1	1
		-105,0	4,8	8,8	74							
		-112,5	4,8	5,3	44	7,75	262	2,65	3	8	4	4





Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

127	20.10.97	-0,0							
		-2,0	6	475	0,9		1,0		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	6	450	0,9		1,1		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	8	493	0,9		1,1		
		-12,0							
		-15,0	5	562	0,9		1,7		
		-20,0	1	595	1,1		2,1		
		-40,0	0	619	1,1		2,4		
		-60,0	0	604	1,2		2,5		
		-80,0	0	595	1,2		2,5		
		-100,0	0	566	1,5		3,3		
		-105,0							
		-112,5	0	386	1,5		7,9		

B e m e r k u n g e n :



# WOLFGANGSEE Wolfganger Becken

Aus-fahrts-nummer	Datum	Stelle Ortsbezeichnung	Sicht-tiefe m	Seefarbe n. FU	See-grund m	Luft-temp. ° C
-------------------	-------	---------------------------	------------------	-------------------	----------------	-------------------

125	26.03.97	Tiefste Stelle	-3,5	milchig grün	-67,0	4,6
126	10.07.97	Tiefste Stelle	-2,0	milchig weiß	-67,6	19,1
127	20.10.97	Tiefste Stelle	-7,7	10	-67,4	7,4

Aus-fahrts-nummer	Datum	Witterung	Wind-stärke	Uhr-zeit	Winter-decke cm	Extink-tionsko-effizient	1 % Lichttiefe in m
-------------------	-------	-----------	-------------	----------	--------------------	--------------------------	---------------------------

125	26.03.97	stk.bewölkt, Regen	0-	09,15			
126	10.07.97	heiter	1-2	10,05			
127	20.10.97	Bodennebel	0-1	09,30			



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
110	26.03.97	-0,0	4,9	11,5	97							
		-1,0	4,9									
		-2,0	4,9	11,4	95	8,05	243	2,50	0	4	1	3
		-3,0	4,9									
		-4,0	4,9									
		-5,0	4,8	11,4	95	8,05	243	2,50	0	6	1	5
		-8,0	4,7	11,2	93							
		-10,0	4,7	11,1	93	8,05	243	2,50	0	4	1	3
		-12,0	4,7	11,2	93							
		-15,0	4,7	11,4	95	8,05	243	2,50	0	4	1	3
		-20,0	4,7	11,2	93	8,05	243	2,50	0	7	1	6
		-40,0	4,6	11,4	94	8,05	244	2,50	0	3	1	2
		-60,0	4,6	11,0	91	8,05	244	2,50	0	5	1	4
		-66,5	4,5	10,9	90	8,05	246	2,50	0	4	1	3



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

110	26.03.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	0	583	1,0		2,0		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	0	576	1,0		2,0		
		-8,0							
		-10,0	0	592	1,0		2,0		
		-12,0							
		-15,0	0	558	1,0		2,1		
		-20,0	0	583	1,0		2,1		
		-40,0	0	546	1,0		2,1		
		-60,0	0	566	1,0		2,1		
		-66,5	2	547	1,0		2,2		

B e m e r k u n g e n :



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
111	10.07.97	-0,0	18,2	9,4	107							
		-1,0	18,0									
		-2,0	17,8	9,7	109	8,40	235	2,40	0	6	1	5
		-3,0	17,3									
		-4,0	17,0									
		-5,0	16,9	9,5	105	8,40	234	2,40	0	7	1	6
		-6,0	16,6									
		-7,0	15,7									
		-8,0	15,0	9,8	104							
		-9,0	13,9									
		-10,0	13,4	10,3	106	8,30	239	2,45	0	8	1	7
		-12,0	11,3	10,8	105							
		-15,0	9,2	10,9	101	8,15	245	2,50	0	10	1	9
		-20,0	7,5	10,7	96	8,15	248	2,50	0	8	1	7
		-40,0	6,0	10,4	89	8,10	248	2,55	0	11	1	10
		-60,0	5,6	9,8	83	8,00	251	2,55	0	6	1	5
		-67,1	5,3	8,9	75	8,00	253	2,55	0	5	1	4



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>2+</sup>	SiO <sub>2</sub>	Ges. Härte	KMnO <sub>4</sub>
		m	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/l	mg/m <sup>3</sup>	mg/l	°dH	mg/l

111	10.07.97	-0,0							
		-1,0							
		-2,0	4	529	1,1		1,5		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	2	526	1,0		1,6		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	6	547	0,9		1,7		
		-12,0							
		-15,0	1	568	1,3		2,0		
		-20,0	0	582	1,1		2,1		
		-40,0	0	526	1,2		2,3		
		-60,0	0	604	1,2		2,5		
		-67,1	0	585	2,1		2,7		

B e m e r k u n g e n :



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> Sätt. %	pH	LF 25°C µS	SBV Ks(4,3) mval	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P mg/m <sup>3</sup>	Ges-P roh mg/m <sup>3</sup>	Ges-P filt mg/m <sup>3</sup>	Ges-P part mg/m <sup>3</sup>
112	20.10.97	-0,0	12,3	9,6	96							
		-2,0	12,5	9,7	97	8,20	231	2,35	0	3	1	2
		-3,0	12,5									
		-4,0	12,5									
		-5,0	12,5	9,6	97	8,20	231	2,40	0	3	1	2
		-6,0	12,5									
		-7,0	12,5									
		-8,0	12,5	9,6	97							
		-9,0	12,5									
		-10,0	12,4	9,7	97	8,15	231	2,40	0	5	1	4
		-12,0	12,0	9,6	95							
		-15,0	10,9	9,5	92	8,05	238	2,45	0	3	1	2
		-20,0	8,2	9,2	83	7,90	249	2,55	0	3	1	2
		-40,0	6,0	8,6	74	7,85	253	2,55	0	2	1	1
		-60,0	5,8	7,0	60	7,80	255	2,55	0	3	1	2
		-66,9	5,6	5,8	50	7,80	256	2,65	0	4	2	2



Aus- fahrts- Nr.	Datum	Tiefe m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/m <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> mg/l	Ges. Härte °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l
------------------------	-------	------------	--	--	-------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------

112	20.10.97	-0,0							
		-2,0	5	484	0,9		1,1		
		-3,0							
		-4,0							
		-5,0	6	481	0,9		1,1		
		-6,0							
		-7,0							
		-8,0							
		-9,0							
		-10,0	6	481	0,9		1,1		
		-12,0							
		-15,0	3	517	0,9		1,6		
		-20,0	0	582	1,1		2,2		
		-40,0	0	606	1,1		2,5		
		-60,0	0	556	1,2		3,1		
		-66,9	16	516	1,2		3,5		

B e m e r k u n g e n :





# Zusammenfassung



Inhalt

In der vorliegenden Studie wird versucht, anhand von umfangreichem Datenmaterial einen limnologischen Überblick über die 18 wichtigsten oberösterreichischen Seen in Form einer kompakten Zusammenstellung zu geben. Die Grundlagen dafür bilden einerseits die seit Ende der 60er Jahre vom Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde in Scharfling mehr oder weniger regelmäßig durchgeführten Untersuchungen, deren Ergebnisse eine Beschreibung der Entwicklung von 1980 bis 1997 ermöglichen. Andererseits wurden im Jahre 1994 Seen in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, die seit 1980 nicht mehr untersucht wurden (Almsee, Gleinkersee, Gosausee, Langbathsee, Nussensee, Offensee). Von diesen Seen gibt es jeweils nur zwei Probenserien, deren Ergebnisse mit jenen von 1979 verglichen werden, um Veränderungen aufzeigen zu können. Bei den Innviertler Seen (Heratingersee, Höllerersee, Holzöstersee, Seeleitensee und Imsee) werden die von DOKULIL & JAGSCH (1986) gewonnenen Ergebnisse in der Darstellung der Seen berücksichtigt.

Ein in der Beschreibung der einzelnen Seen wesentlicher Aspekt ist die Beurteilung des trophischen Zustandes. Als Grundlage diente das Schema von VOLLENWEIDER, das im Kapitel Methodik, Absatz Darstellung der Ergebnisse in Tabellenform dargestellt ist. Daher wird auch dem Gesamt-Phosphor als die Primärproduktion limitierendem Faktor besondere Beachtung geschenkt. Auch die Sauerstoffverhältnisse im Hypolimnion, die von der Primärproduktion im Epilimnion abhängen, geben Aufschluß über die trophischen Verhältnisse im See und werden der limnologischen Bedeutung dieses Parameters entsprechend behandelt.



Neben den Standarduntersuchungen von Ammonium-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff, Chlorid und Silikat werden auch die biologischen Parameter Chlorophyll und Phytoplankton eingehend untersucht.

Aus den daraus resultierenden Erkenntnissen können die 18 untersuchten Seen in Anlehnung an das System von VOLLENWEIDER nach fünf Kategorien klassifiziert werden:



## Versuch einer Klassifizierung in Anlehnung an Vollenweider

See	Tiefenbereich	Jahr 1980	Jahr 1994	Jahr 1997	Veränderung
Almsee	0-Grund	oligotroph	oligotroph		=
Attersee	0-Grund	oligotroph-mesotroph	oligotroph	oligotroph	+
Gleinkersee	0-20 m	mesotroph	oligotroph-mesotroph		+
Gosausersee	0-Grund	oligotroph	oligotroph		=
Hallstättersee	0-60 m	oligotroph-mesotroph	oligotroph-mesotroph	oligotroph-mesotroph	=
Heratingersee	0-Grund	mesotroph-eutroph	mesotroph-eutroph		=
Höllerersee	0-10 m	mesotroph-eutroph	mesotroph		+
Holzöstersee		mesotroph-eutroph	mesotroph	mesotroph	+
Imsee	0-Grund	mesotroph-eutroph	mesotroph-eutroph		=
Irrsee	0-Grund	mesotroph	oligotroph-mesotroph	oligotroph-mesotroph	+
Langbathsee	0-Grund	oligotroph-mesotroph	oligotroph		+
Mondsee	0-Grund	mesotroph	oligotroph-mesotroph	oligotroph-mesotroph	+
Nussensee	0-Grund	oligotroph-mesotroph	oligotroph		+
Offensee	0-Grund	oligotroph-mesotroph	oligotroph		+
Schwarzensee	0-30 m	oligotroph-mesotroph	oligotroph	oligotroph	+
Seeleitensee	0-Grund	eutroph	eutroph		=
Traunsee	0-Grund	oligotroph-mesotroph	oligotroph	oligotroph	+
Wolfgangsee	0-Grund	oligotroph-mesotroph	oligotroph	oligotroph	+

oligotroph	
oligotroph-mesotroph	
mesotroph	
mesotroph-eutroph	
eutroph	
=	gleich
+	besser
-	schlechter



# Begriffsbestimmungen



Inhalt

<b>Anaerob:</b>	sauerstofffrei
<b>Biomasse:</b>	flächen-, substratmassen- oder volumenbezogene Masse von Organismen
<b>Epilimnion:</b>	oberhalb der Sprungschicht gelegene Oberflächenschicht eines Sees
<b>Euphotische Zone:</b>	jener Bereich eines Sees, in dem das Licht für die Photosynthese ausreicht
<b>Eutroph:</b>	Gewässer mit hohem Nährstoffangebot und hoher Produktion. Gegensatz: oligotroph
<b>Eutrophierung:</b>	Zufuhr von Nährstoffen in Gewässer und die damit ausgelöste Intensitätssteigerung der Primärproduktion mit all ihren Folgeerscheinungen (Algenblüten, Sauerstoffschwund)
<b>Holomiktisch:</b>	vollständig, bis zum Grund durchmischend; Gegensatz: meromiktisch
<b>Hypolimnion:</b>	unterhalb der Sprungschicht gelegene Wasserschicht eines Sees



<b>Limnologie:</b>	Lehre von den Binnengewässern als Ökosysteme
<b>Litoral:</b>	Bodenzone eines stehenden Gewässers, die vom Ufer bis zu jener Tiefe reicht, bei der die Lichtverhältnisse für das Wachstum pflanzlicher Organismen ausreichen
<b>Meromiktisch:</b>	teildurchmischend; im Herbst bzw. Frühjahr wird nicht der ganze Wasserkörper eines Sees von der Zirkulation erfaßt. Die Tiefenschicht bleibt ungestört. Gegensatz: holomiktisch
<b>Mesotroph:</b>	Gewässer, deren Trophiegrad zwischen oligotroph und eutroph liegt
<b>Monimolimnion:</b>	die gesamte stagnierende Tiefenschicht eines Gewässers, die wegen der größeren Dichte des Wassers nicht durchmischt werden kann
<b>Morphometrie:</b>	Maßzahlen zur Beschreibung der Beckenform von Seen



<b>Oligotroph:</b>	Gewässer mit geringem Nährstoffangebot und niedriger Produktion. Gegensatz: eutroph
<b>Parameter:</b>	Meßgröße
<b>Phytoplankton:</b>	pflanzliches Plankton, Algen des Freiwassers
<b>Plankton:</b>	Organismen (pflanzliche und tierische) des Freiwassers mit mäßiger oder keiner Eigenbeweglichkeit
<b>Primärproduktion:</b>	von Organismen innerhalb eines Zeitraumes geleisteter Aufbau organischer Substanzen aus anorganischen Grundstoffen (Nährstoffen, Spurenelementen), überwiegend Pflanzenwachstum mit Hilfe von Licht
<b>Schichtung:</b>	vertikale Gliederung des Wasserkörpers nach Schichten mit verschiedenen Temperaturen bzw. unterschiedlichen chemischen Gegebenheiten





<b>Sichttiefe:</b>	Tiefe (in m), bis in die der Rand einer weißen Scheibe (Secchi Scheibe) noch gesehen werden kann; Maß für die Trübe
<b>Sprungschicht:</b>	Wasserschicht zwischen Epi- und Hypolimnion, gekennzeichnet durch starke Abnahme der Temperatur gegen die Tiefe (=Metalimnion)
<b>Stagnation:</b>	siehe Schichtung
<b>Trophiegrad:</b>	Maß für die Intensität der Produktion, d. h. indirekte Nährstoffbelastung eines Sees. Der Übergang erfolgt fließend von oligotroph → mesotroph → eutroph
<b>Vollzirkulation:</b>	Durchmischung des Wasserkörpers bis zum Grund
<b>Zirkulation:</b>	Durchmischung des Wasserkörpers eines stehenden Gewässers, verursacht hauptsächlich durch den Wind. Dabei muß die Windenergie ausreichen, die als Folge unterschiedlicher Dichte der Wasserschichten vorhandene Schichtung zu zerstören.



# Literatur



Inhalt

- BERGER, F. (1971): Zur Morphometrie der Seebecken. Carinthia II, Sonderheft **31**, 29-39.
- DANECKER, E. (1969): Bedenklicher Zustand des Mondsees im Herbst 1968. Österr. Fischerei **22**, 25-31.
- DOKULIL, M. & A. JAGSCH (1986): Limnologische Untersuchung der Innviertler Seen. Bericht für die OÖ. Landesregierung, 77 Seiten.
- DOKULIL, M. & A. JAGSCH (1992): The effects of reduced phosphorus and nitrogen loading on phytoplankton in Mondsee, Austria. Hydrobiologia **243/244**, 389-394.
- EAWAG (1974): Vorläufige Empfehlung über die regelmäßige Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer. Eidgen. Dept. d. Inneren, Bern.
- FINDENEKG, I. (1959): Das pflanzliche Plankton der Salzkammergutseen. Schriften des Österr. Fischereiverbandes Heft 2, zugleich Heft 5-6, 1959, 12. Jahrgang, von „Österreichs Fischerei“, 32-35.
- FINDENEKG, I. (1964): Produktionsbiologische Planktonuntersuchungen an Ostalpenseen. Int. Revue ges. Hydrobiol. **49**, 381-416.
- FINDENEKG, I. (1969): Die Eutrophierung des Mondsees im Salzkammergut. Wasser- und Abwasser-Forschung **2**, 139-144.
- FINDENEKG, I. (1972): Die Auswirkung der Eutrophierung einiger Ostalpenseen auf die Lichttransmission ihres Wassers. Wetter und Leben **24**, 110-118.



- GEIPEL, E. (1982): Das Phytoplankton des Traunsees. In: PECHLANER, R. & C. SOSSAU: "Die Ergebnisse der fünfjährigen Studie „Limnologische Untersuchung Traunsee - Traun“: Bericht Nr. 13, Amt der OÖ. Landesregierung, Linz, 84-107.
- HEHENWARTER, E. & H. HIMMELBAUER (1974): Limnologischer und technischer Bericht Seesanieung Holzöstersee. Projekt der Gemeinde Franking (unveröffentlicht), 54 Seiten.
- HAINZL, E. (1981): Biomassenentwicklung und Populationsdynamik des Phytoplanktons im Hallstättersee vom März 1979 bis März 1980. Salzburg, Universität, Hausarbeit, 138 Seiten.
- ILLI, RIBI, SZABO & GFEUER (1985): Bestimmung der Kieselsäure im Seewasser. Vorschriften der EAWAG, Abt. Hydrobiologie/Limnologie, Dübendorf.
- JAGSCH, A. (1980): Untersuchungen von Mondsee und Irrsee. Arb. Lab. Weyregg 4, 127-153.
- JAGSCH, A. (1982): Hallstättersee und Wolfgangsee. „Limnologische Untersuchung Traunsee - Traun“, Bericht Nr. 7, Hrsg Amt der OÖ. Landesregierung, Linz, 114 Seiten.
- JAGSCH, A. (1982 ): Irrsee, Hallstättersee, Mondsee, Wolfgangsee, Traunsee. Schriftenreihe Wasserwirtschaft 6, „Seenreinhaltung in Österreich“, Hrsg BMLF Wien, 155-163.
- KRISAI, R. & R. SCHMIDT (1983): Die Moore Oberösterreichs. Hrsg Amt der OÖ. Landesregierung, Linz, 298 Seiten.



- MOOG, O. (1980): Die Phytoplanktonentwicklung im Attersee 1979 und die Diatomeen-Kieselsäure Beziehung. Arb. Lab. Weyregg **4**, 173-193.
- MÜLLER, G. (1978): Das Phytoplankton des Attersees. Arb. Lab. Weyregg **3**, 153-164.
- NUSCH, E. A. (1980): Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. **14**, 14-36.
- PECHLANER, R. & C. SOSSAU (1982): Die Ergebnisse der fünfjährigen Studie "Limnologische Untersuchung Traunsee-Traun" Bericht Nr. **13**, Hrsg Amt der OÖ. Landesregierung, Linz, 234 Seiten.
- SCHADLER, J. (1959): Zur Geologie der Salzkammergutseen: Österr. Fischerei **12**, 36-54.
- SCHRÖDER, R. (1969): Ein summierender Wassers schöpfer. Arch. Hydrobiol. **66**, 241-243.
- SCHWARZ, K. (1979): Das Phytoplankton des Mondsees 1978. Arb. Lab. Weyregg **3**, 83-92.
- SCHWARZ, K. (1981): Das Phytoplankton im Mondsee 1980. Arb. Lab. Weyregg **5**, 110-118.
- SCHWARZ, K., A. JAGSCH & G. BRUSCHEK (1995): Longterm development of the trophic situation of Irrsee (Upper-Austria) and the effects of diverting waste waters into a ring canal system. Limnologica **25**, 211-222.



- SOSSAU, C. (1982): Schichtungs- und Strömungsverhältnisse, Chlorid und Sauerstoff im Traunsee. Limnologische Untersuchung Traunsee -Traun, Bericht Nr. **9**, Hrsg Amt der OÖ. Landesregierung, Linz, 158 Seiten.
- SZABO, E. & ILLI (1981): Bestimmung der Nitrate im Seewasser. Vorschriften der EAWAG, Abt. Hydrobiologie/Limnologie, Dübendorf.
- SZABO, E. & ILLI (1984): Photometrische Bestimmung Phosphatverbindungen im Seewasser. Vorschriften der EAWAG, Abt. Hydrobiologie/ Limnologie, Dübendorf.
- SZABO, E. & al (1984): Bestimmung des Ammonium Ions. Vorschriften der EAWAG, Abt. Hydrobiologie/Limnologie, Dübendorf.
- UTERMÖHL, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Internat. Ver. Limnol. **9**: 1-38.
- VOHRYZKA, K. (1973): Hydrogeologie von Oberösterreich. Hrsg Amt der OÖ. Landesregierung, Linz, 80 Seiten.
- VOLLENWEIDER, R. (1979): Das Nährstoffbelastungskonzept als Grundlage für den externen Eingriff in den Eutrophierungsprozeß stehender Gewässer und Talsperren. Z. Wasser- und Abwasserforschung **12**, 46-55.
- VOLLENWEIDER, R. & KERÉKES, J. (1980): The loading concept as basis for controlling eutrophication philosophy and preliminary results of the OECD programme on eutrophication. Prog. Wat. Tech. **12**: 5-18.



WERTH, W. & G. MÜLLER (1982): Die Seen Oberösterreichs, ein limnologischer Überblick. Amtlicher oberösterreichischer Wassergüteatlas Nr. 10, Hrsg Amt der OÖ. Landesregierung, Linz, 351 Seiten.

