

Universität für Bodenkultur
Institut für Wasserwirtschaft
Abt. Hydrobiologie, Fischerei-
wirtschaft und Aquakultur

Feistmantelstr. 4
A - 1 1 8 0 W i e n

ÖEP - Labor Weyregg
A - 4852 Weyregg 3

Ö S T E R R E I C H I S C H E S
E U T R O P H I E P R O G R A M M

II

(1983 - 1986)

Gewässerbelastung durch diffusen Nährstoffeintrag
unter besonderer Berücksichtigung des atmosphärischen
Eintrags und der Niederschlagsversauerung

Teilendbericht:

P R O J E K T
S A L Z K A M M E R G U T S E E N

Verfasser: Otto MOOG

W i e n, 1 9 8 7

Finanziert aus Mitteln des

BUNDESMINISTERIUMS FÜR GESUNDHEIT UND UMWELTSCHUTZ

sowie des

LANDES OBERÖSTERREICH

Verwaltung:

ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Universität für Bodenkultur
Institut für Wasserwirtschaft
Abt. Hydrobiologie, Fischerei-
wirtschaft und Aquakultur

ÖEP - Labor Weyregg
A - 4852 Weyregg 3

Feistmantelstr. 4
A - 1180 Wien

Ö S T E R E I C H I S C H E S
E U T R O P H I E P R O G R A M M

II

(1983 - 1986)

Gewässerbelastung durch diffusen Nährstoffeintrag
unter besonderer Berücksichtigung des atmosphärischen
Eintrags und der Niederschlagsversauerung

Teilendbericht:

P R O J E K T
S A L Z K A M M E R G U T S E E N

Verfasser: Otto MOOG

W i e n, 1987

ÖSTERREICHISCHES EUTROPHIEPROGRAMM
PROJEKT SALZKAMMERGUTSEEN
ÖEP - II (1983 - 1986)

Z u s a m m e n f a s s u n g

Veränderungen im Bereich der Landwirtschaft führten zu einer Abnahme des diffusen Nährstoffeintrages innerhalb der letzten Jahre. Dieser Umstand ist auf die Stagnation der Großvieheinheiten und auf den weiter anhaltenden, jedoch verlangsamten Prozeß der Umwandlung von Ackerflächen in Grünlandflächen zurückzuführen.

Die versiegelten Flächen haben in Folge der Verbauung von Grünland weiter zugenommen, der kommunale Sektor wird von drei Entwicklungen beherrscht:

- Zunahme der Bevölkerung im Zeitraum zwischen 1981 und 1985 um 2,3 %,
- Abnahme der Übernachtungen zwischen 1981 und 1985 um 12 %,
- Zunahme der Kanalanschlußquote zwischen 1981 und 1985 sowohl bei der ständigen Wohnbevölkerung (von 48 auf 59 %) als auch bei den Übernachtungen (von 55 auf 64 %).

Auf Grund dieser Tatsachen ergibt sich für den kommunalen Bereich bezüglich des Gesamt-Nährstoff-Anfalles eine Stagnation, beziehungsweise ein starker Rückgang jenes Anteiles, der in die Vorfluter gelangt.

Auf Grund seines Chlorophyll-a Gehalts von durchschnittlich $0,5 \text{ mg/m}^3$ ist der Attersee als ultra-oligotrophes Gewässer einzustufen, während die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration 1978-1982 von 1,22 noch knapp in den oligotrophen Bereich von $0,8-3,4 \text{ mg/m}^3$ nach VOLLENWEIDER (1979) und VOLLENWEIDER & KEREKES (1980) fällt.

Im Vergleich zur ersten Projektphase 1978-1982 hat die Phosphorkonzentration von durchschnittlich $6,2 \text{ mg/m}^3$ auf $5,7 \text{ mg/m}^3$ in der Zeit von 1983-1986 abgenommen. Damit weist der ohnehin in den unteren Bereichen der Oligotrophie einzustufende Attersee eine weitere Reoligotrophierung auf. Im Jahr 1986 wird mit einer gewichteten mittleren Jahresphosphorkonzentration von $4,9 \text{ mg/m}^3$ die Grenze zur Ultra-Oligotrophie unterschritten.

Damit parallel nimmt auch die Transparenz des Atterseewassers zu. Im Vergleich zu $10,1$ Meter mittlerer Sichttiefe im Beobachtungszeitraum 1978-1982 werden 1983-1986 $11,8$ Meter gemessen, wobei besonders die hohen Wintersichttiefen zwischen 17 und 18 Meter Beachtung finden.

Die limnologische Entwicklung des Attersees steht in eindeutigen Zusammenhang mit dem Fortschritt der Reinhaltungsmaßnahmen sowie den Veränderungen im landwirtschaftlichen Gefüge.

Die Abnahme der Nährstoffbelastung kommt besonders deutlich beim Vergleich der "kritischen" Phosphorfrachten nach VOLLENWEIDER zum Ausdruck. Während 1978-1981 der Bereich der kritischen Phosphorfracht um durchschnittlich 10% unterschritten wird, liegt die Phosphorfracht 1982-1985 um 52% unter dem "critical loading" - Wert (s. Tab. 6.5.)

Der mittlere Totalphosphor-Gehalt des Mondsees, 1978-1982 mit $28,7 \text{ mg/m}^3$ noch im mesotrophen Bereich (auf das Einzeljahr bezogen sogar vom eutrophen in den mesotrophen Zustand übergehend), kennzeichnet in der zweiten Projektphase mit durchschnittlich $10,6 \text{ mg/m}^3$ nach LEE et al. oligo-mesotrophen Übergangsbereich, nach VOLLENWEIDER 1979 sogar oligotrophe Situation.

Analog zur Phosphor-Abnahme weist auch der Chlorophyll-a-Gehalt des Mondsees eine Verringerung von durchschnittlich $2,35 \text{ mg/m}^3$ in der Zeit von 1978 bis 1982 auf $1,25 \text{ mg/m}^3$ in der Zeit von 1983 bis 1986 auf. Damit ist auch der Mondsee gemäß seines Chlorophyll-a Gehaltes als oligotrophes Gewässer einzustufen.

Auch die Sichttiefen des Mondsees, im Mittel der Projektzeiten von 5,9 auf 6,5 Meter ansteigend, berechtigen zur Einstufung in den oligotrophen Bereich.

Die Nährstoffeinträge in den Mondsee verringern sich ebenfalls. Im Vergleich zu einer Phosphor-Überbelastung von durchschnittlich 89% für 1978-1982, kann 1983-1985 eine Abnahme auf +39% des kritischen Frachteintrages festgestellt werden.

Die Phosphor-Rückhaltekapazität der Mondsees erreicht in der zweiten Projektphase 67%, jene des Attersee hält bei 68%.

Der Anteil des diffusen atmosphärischen Nährstoff-Eintrages an der Brutto-Phosphorfracht beträgt im Durchschnitt am Mondsee 4,4% (2,8% - 6%), am Attersee 16,8% (13% - 21%)

Mit Ausnahme eines sommerlichen Ansteigens der Gesamt-Stickstoff-Werte zeigt der Konzentrationsverlauf der Niederschlags-Inhaltsstoffe keine Saisonalität.-

Auf Grund der Jahresmittel der pH-Werte von 4,2 (Station Weyregg) sind die Niederschläge nach SMIDT (1984) als deutlich abgesenkt zu bezeichnen.

Sowohl Konzentrationen als auch Depositionen weisen Weyregg als am meisten belastete ÖEP-Station aus. Bei Betrachtung der Korrelation der Großwetterlage mit Schad-Inhaltsstoffen der Niederschläge erweisen sich die Einträge aus nördlicher Richtung als am höchsten belastet. Einen gewichtigen Beitrag dazu dürften zwei Groß-Emittenten in Timelkam und Lenzing bilden. Ebenso sind Niederschläge aus nordwestlicher Richtung deutlich belastet. Die geringste Säure- und Schmutz-Fracht weisen Niederschläge aus dem Südwesten auf.

ÖSTERREICHISCHES EUTROPHIEPROGRAMM

PROJEKT SALZKAMMERGUTSEEN

ÖEP – II
(1983 – 1986)

Gewässerbelastung durch diffusen Nährstoffeintrag
unter besonderer Berücksichtigung des atmosphärischen
Eintrags und der Niederschlagsversauerung

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S – Ergebnisteil

	Seite
1. Einleitung und Problemstellung	1
2. Das Untersuchungsgebiet	2
2.1. Morphometrische Grundlagendaten	3
2.2. Geographische Untersuchungen im Ager - Einzugsgebiet (SCHINDLBAUER)	4
2.2.1. Landwirtschaft	5
2.2.1.1. Viehbestand	5
2.2.1.2. Bodennutzung	6
2.2.2. Wohnbevölkerung	7
2.2.3. Fremdenverkehr	8
2.2.4. Zusammenfassung der geographischen Untersuchung	9
3. Wasserbilanz	18
3.1. Niederschlagstätigkeit	18

3.2.	Wasserbilanz	29
3.2.1.	Wasserbilanz Mondsee	29
3.2.2.	Wasserbilanz Attersee	29
4.	Methodik	30
4.1.	Limnologische Untersuchungen	30
4.2.	Niederschlags-Depositionsmessungen	30
4.2.1.	Definition der im Zusammenhang mit Depositionsmessungen gebräuchlichen Begriffe	30
4.2.2.	Ort, Zeitpunkt und Methode der Niederschlagsmessungen	35
4.2.2.1.	Methodik der Schneeprobennahme	35
4.2.2.2.	Methodik der Gesamtdepositionsmessung (bulk deposition)	35
4.2.2.3.	Methodik der aktuellen Niederschlags- messung (wet only)	36
4.2.2.4.	Ort und Zeitpunkt der Niederschlagsmessungen	37
4.2.3.	Die Analyse der Niederschlagsproben	38
5.	Zuflüsse	40
5.1.	Einleitung und Methodik	40
5.2.	Phosphorfracht	41
6.	Seen	42
6.1.	Sichttiefen	42
6.2.	Nährstoffgehalte und Chemismus	43
6.2.1.	Attersee	43
6.2.2.	Mondsee	44
6.3.	Phytoplankton und Chlorophyll	55
6.3.1.	Attersee	55
6.3.1.1.	Einleitung	55

6.3.1.2.	Methodik	55
6.3.1.3.	Ergebnisse	57
6.3.1.3.1.	Vertikalverteilung des Phytoplanktons im Attersee im Jahr 1985 und 1986 (WIRKNER)	57
6.3.1.3.2.	Chlorophyll-a-Gehalt	66
6.3.1.3.3.	Zusammensetzung der Großalgen-Gruppen im Zeitraum 1974 bis 1986 (WIRKNER)	73
6.4.	Phosphorbilanz der Ager-Seenkette	77
6.5.	Trophische Entwicklung	81
7	Atmosphärischer Nährstoff-Eintrag und Versauerung der Niederschläge (NICKUS)	85
7 1.	Einleitung	85
7 1.1.	Niederschlagsverhältnisse im Probengebiet	85
7.2.	Chemismus von Einzelereignissen (wet only)	86
7.2.1.	Konzentration	87
7.2.2.	Depositionen	91
7.3.	Chemismus feuchter und trockener Niederschläge	93
7 4.	Vergleich der beiden Meßmethoden	95
7.5.	Korrelation zwischen verschiedenen chemischen Parametern des Niederschlages	99
8.	Niederschlagsbelastung und Großwetterlagen	116
9.	Ergebnis der praktischen Anwendung von Exportkoeffizienten - Die Auswirkungen der Ringkanalisation auf die Wasserqualität des Fuschlsees	118
9.1.	Einleitung	118
9.2.	Ergebnisse	119
10.	Literaturverzeichnis	124
	Anhang	

ÖSTERREICHISCHES EUTROPHIEPROGRAMM

PROJEKT SALZKAMMERGUTSEEN

ÖEP – II
(1983 – 1986)

Gewässerbelastung durch diffusen Nährstoffeintrag
unter besonderer Berücksichtigung des atmosphärischen
Eintrags und der Niederschlagsversauerung

1. Einleitung und Problemstellung:

Im ersten Abschnitt des Österreichischen Eutrophieprogrammes stellte sich im Rahmen der Untersuchungen über "Selbstreinigende und Rückhaltevorgänge in der Seenkette Fuschlsee - Mondsee - Attersee" der diffuse Nährstoffeintrag als bedeutende Eutrophierungsquelle heraus. Besonders die Nährstoffzufuhr über die Atmosphäre sowie die Auswirkungen der Gewässerversauerung auf das Ökosystem See warfen eine Vielzahl ungeklärter Fragen auf. Aus diesem Grunde war der Problembereich der "Gewässerbelastung durch diffusen Nährstoffeintrag unter besonderer Berücksichtigung des atmosphärischen Eintrages und der Gewässerversauerung" Schwerpunkt der zweiten Projektphase.

Neben der Vertiefung unserer Kenntnisse über die Quellen und das Ausmaß der diffusen Nährstoffeinträge, deren Vorhersagbarkeit und damit auch deren teilweisen Verhinderung, erbringt die vorliegende Studie auch eine Charakteristik der Niederschläge in den Nordstaulagen der Flysch- und Kalkzonen des Salzkammergutes und stellt einen Beitrag zum Themenkreis "Niederschlagsversauerung, Luftverschmutzung und Waldsterben" dar

2. Das Untersuchungsgebiet:

Fuschlsee, Irrsee, Mondsee und Attersee sind die bedeutendsten Stillgewässer des in die Traun mündenden Ager-Seeneinzugsgebietes. Die Seen liegen im westlichen Salzkammergut in den Bundesländern Salzburg und Oberösterreich.

Der höchstgelegene See der Ager-Seenkette, der Fuschlsee (663 m Seehöhe), ist in die Mittelgebirgslandschaft der Kalkvoralpen eingebettet. Das zu 80% mit Wald bestandene Einzugsgebiet umfaßt 29,5 km² die größte Tiefe beträgt 67,3 m, das Wasservolumen 100 Millionen m³. Der im Westen gelegene Ausrinn des Fuschlsees, die Fuschler Ache, biegt nach 2,5 km nach Norden ab, durchschneidet mächtige Möranlagen und strebt entgegen seinem Oberlauf dem Mondsee zu.

Insgesamt überwindet die Fuschler Ache, der größte Zubringer des Mondsees, 182 m Höhenunterschied, wobei ein Gebiet von 117,6 km² entwässert wird (47,6% des gesamten Mondsee-Einzugsgebietes)

Der in 553 m Seehöhe gelegene Zeller- oder Irrsee ist bei einem Volumen von 53 Millionen m³ maximal 32 m tief. Er nimmt die Wasser eines 27,5 km² großen, zu 75% landwirtschaftlich und 22,5% forstwirtschaftlich genutzten Einzugsgebietes auf. Der Irrsee liegt in einer Quertalsenke der Flyschzone und entwässert Richtung Süden über die Zeller Ache, den zweitgrößten Zubringer des Mondsees.

Am Mondsee, der in 481 m Seehöhe in einer Randsenke der Kalkalpen-Flyschzone liegt, tritt der landschaftliche Gegensatz dieser beiden Zonen besonders in Erscheinung. Der maximal 68 m tiefe See beinhaltet 510 Millionen m³. Als dritten bedeutenden Zufluß nimmt er die aus dem nördlichen Flyschgebiet kommende Wangauer Ache auf. Der Mondsee wird entwässert über die 2,6 km lange Mondseeache, welche jährlich etwa 53% der gesamten oberirdisch in den Attersee eingebrachten Wassermasse liefert. Schon daraus ergibt sich die Bedeutung dieser Fließstrecke für die limnologischen Verhältnisse im Attersee. Die Verweildauer des Wassers in der Mondseeache beträgt zwei bis vier Stunden, das gesamte Flußstück kann als Seeausfluß-Biotop angesprochen werden.

Der am Ende der Seenkette befindliche Attersee ist die größte zur Gänze auf österreichischem Bundesgebiet gelegene Wassermasse mit einem Inhalt von 3.942 Millionen m³ und einer Tiefe bis zu 171 m. Der See liegt fast zur Gänze in der Flysch- und Molassezone, an seinem Südteil treten die Ausläufer der Kalkalpen bis an das Ufer heran. Während das enge Einzugsgebiet nur etwa dreimal so groß wie die Seenfläche von 45,9 km² ist, erstreckt sich das gesamte Einzugsgebiet über 463,5 km².

Neben der Mondseeache sind der Weissenbach, der Weyreggerbach und Kienbach die bedeutendsten Zubringer. Die Bäche des Westufers sind kürzer und wasserärmer. Das Längenprofil der Seewanne zeigt drei Teilbecken. Die Ufer der Ost- und Südseite fallen zumeist steil ab, entlang der Westseite ist der Ufergürtel mit einer Krusten- und Furchensteinbiozönose ausgebildet.

Das Umland des Mondsees ist zu etwa 52%, das Atterseegebiet zu etwa 70% mit Wald bestanden.

Pro km² des engen Einzugsgebietes zählte man 1981 43 ständige Einwohner im Fuschlseeggebiet, 44 im Irrseegebiet, 91 im Mondseegebiet und 56 im Atterseegebiet.

Die Fremdenübernachtungen 1981 betragen 283.000 in Fuschl, 54000 im Irrseegebiet, 707 000 im Mondsee- und 781.000 im Atterseegebiet.

Erste Maßnahmen zur Besserung der Abwassersituation durch Zusammenschlüsse zu Reinhaltungsverbänden fanden bereits 1963 am Mondsee, 1965 im Atterseegebiet und 1973 in der Region Fuschl-Thalgau statt. 1980 traten die Irrsee-Gemeinden Zell/Moos und Oberhofen dem Reinhaltungsverband Mondsee bei.

2.1. Morphometrische Grundlagendaten

Die wichtigsten morphometrischen Grundlagendaten gibt die folgende Tabelle:

	Morphometrische Parameter der Seen der Ager-Einzugsgebietes			
	Fuschlsee	Irrsee	Mondsee	Attersee
Geographische Lage - n.B.	47°48'10"	47°54'40"	47°49'30"	47°52'30"
- s.B.	13°16'30"	13°18'30"	13°23'20"	13°33'00"
Seehöhe (m)	663	553	481	467
Seefläche (km ²)	2,66	3,50	14,20	45,90
Volumen (10 ⁹ m ³)	100	53	510	3934
Länge (km)	4,3	4,7	10,5	20,0
mittlere Breite (km)	0,62	0,74	1,30	2,30
maximale Tiefe (m)	67,3	32,0	68,0	171,0
mittlere Tiefe (m)	37,4	15,3	53,0	84,0
Uferlinie (km)	10,25	11,10	26,30	53,00
Uferentwicklung	1,77	1,68	1,99	2,06
Einzugsgebiet (km ²)	29,5	27,5	247,2	463,5
Umgebungsfaktor	11	8	17	10
theoretische Wasser-erneuerung (Jahre)	2,6	-	1,8	7,2

2.2. Geographische Untersuchungen im Ager-Einzugsgebiet:

Vorliegende Untersuchung schließt an Arbeiten aus den Jahren 1979 - 1981 an, die im Rahmen von Werkverträgen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften von Dr. Gottfried SCHINDLBAUER, Weyregg durchgeführt wurden. Die ermittelten Daten dienen als Basis für die Erstellung von Phosphor- und Stickstoffbudgets, wobei durch den erfaßten Untersuchungszeitraum (1979 - 1985) die Veränderungen bezüglich des Nährstoffeintrages sowohl aus dem kommunalen Bereich als auch aus der Landwirtschaft ersichtlich werden.

Die in Tabellenform zusammengefaßten Ergebnisse geben Aufschluß über die folgenden Sachbereiche:

- 1) Bodennutzungsverhältnisse im Vergleich 1979 und 1983 nach Gemeinden, wobei dem Verhältnis Ackerland Dauergrünland besonderes Augenmerk geschenkt wird. Diese Erhebung erfolgt ohne Berücksichtigung der hydrographischen Einzugsgebiete.
- 2) Detaillierte Erhebung der Viehbestände 1981 und 1983 nach Gemeinden, ebenfalls ohne Berücksichtigung der hydrographischen Einzugsgebiete.
- 3) Entwicklung der ständigen Wohnbevölkerung im hydrographischen Einzugsgebiet der Ager, gegliedert nach Gemeinden zwischen 1981 und 1985 unter Berücksichtigung der Kanalanschlüsse.
- 4) Entwicklung des Fremdenverkehrs im hydrographischen Einzugsgebiet der Ager, gegliedert nach Gemeinden zwischen 1981 und 1985 unter Berücksichtigung der Kanalanschlüsse.

Im Gegensatz zum landwirtschaftlichen Bereich (aus den vorliegenden Ergebnissen können relativ genaue Berechnungen über jene Anteile des Nährstoffeintrages angestellt werden, die über die land- und forstwirtschaftliche Nutzfläche in die Seen gelangen) ermöglichen die Untersuchungsergebnisse des kommunalen Sektors exakte Berechnungen bezüglich des Phosphor- und Stickstoffeintrages bzw. dessen Veränderung im Zeitraum zwischen 1981 und 1985.

Die Rohdaten zu diesen Untersuchungen stammen einerseits von amtlichen Statistiken (Bodennutzungserhebung, Viehzählung, Volkszählung), andererseits aus Erhebungen, die insbesondere auf den insgesamt 24 Gemeindeämtern durchgeführt wurden. Ohne die maßgebliche Unterstützung der jeweiligen Gemeindebediensteten wäre eine Erhebung, speziell den kommunalen Bereich anbelangend, nicht möglich gewesen, da eine Umlegung der auf Gemeindebasis vorliegenden Statistik auf das hydrographische Einzugsgebiet nur bei sehr guten Ortskenntnissen möglich ist.

2.2.1. Landwirtschaft:

2.2.1.1. Viehbestand:

Auf Grund der physisch-geographischen Gegebenheiten tritt die Viehwirtschaft als dominierender Zweig der Landwirtschaft in Erscheinung. Tabelle 2.1. und 2.2. zeigen die Entwicklung der Viehwirtschaft im Zeitraum zwischen 1981 und 1983 sowie die Bedeutung der einzelnen Vieharten innerhalb des gesamten Spektrums der Viehhaltung. Die Zahlen berücksichtigen also land- und forstwirtschaftliche Betriebe in jenen Gemeinden, die in das Einzugsgebiet der Ager reichen, wobei die hydrographischen Grenzen keine Berücksichtigung finden.

Die mit Abstand bedeutendste Rolle spielt im Ager-Einzugsgebiet die Rinderhaltung. Von wenigen Ausnahmen abgesehen stellt sie die Haupteinnahmequelle dar.

Von den insgesamt 32 737 Rindern in den 24 Gemeinden des Ager-Einzugsgebietes im Jahre 1983 entfallen rund 51 % (etwa 16.760) auf das hydrographische Einzugsgebiet. Dies bedeutet gegenüber 1981 eine Zunahme von rund 5 %.

Der innere Aufbau der Rinderhaltung zeigt, daß sich das Milchkuh-Jungrinder-Verhältnis nach wie vor zugunsten der Jungrinder verschiebt. Gegenwärtig entfallen auf 2 Kühe rund 3 Jungrinder. Dieses, für die Errechnung der Großvieheinheiten maßgebliche, Verhältnis unterlag in den letzten Jahren und Jahrzehnten einer steten Veränderung, die, in Folge der Marktpreissituation, noch nicht abgeschlossen sein

dürfte Für den Nährstoffanfall bedeutet dies, daß trotz der Zunahme bei der absoluten Rinderzahl keine Zunahme bei den Rinder-Großvieheinheiten zu verzeichnen ist und somit keine Erhöhung des Nährstoffanfalles aus der Rinderhaltung entsteht.

Die ohnehin fast bedeutungslose Schweinehaltung weist zwischen 1981 und 1983 eine rücklaufende Tendenz auf, wobei innerhalb des Untersuchungszeitraumes die Anzahl um rund 4,5 % abgenommen hat. Von den insgesamt 7 337 Schweinen entfallen rund 3.700 auf das hydrographische Einzugsgebiet der Ager. Diese Zahlen bedeuten, daß die Schweinehaltung, sieht man von wenigen Ausnahmen ab, lediglich zur Deckung des eigenen Bedarfes dient.

Auch die Geflügelhaltung kommt im großen und ganzen über den Status einer Selbstversorgung nicht hinaus und zeigt in den letzten Jahren wenig Veränderung. Wie auch die Schweinehaltung hat dieser Zweig der Viehhaltung bei der Berechnung der Gesamtgroßvieheinheiten und somit auch für den Nährstoffanfall nur geringe Bedeutung.

Obwohl, insgesamt betrachtet, noch ohne wesentliche Bedeutung, nimmt das Gewicht der Schafhaltung kontinuierlich zu. Zwischen 1981 und 1983 verzeichnet, die Anzahl betreffend, die Schafzucht eine Zunahme um 19 %.

2.2.1.2. Bodennutzung:

Die Bodennutzung gilt als Indikator für die Wirtschaftsweise eines Kulturräumens und bringt den Einfluß der physisch-geographischen Gegebenheiten zum Ausdruck. Vor allem die klimatischen Verhältnisse zeichnen dafür verantwortlich, daß im hydrographischen Einzugsgebiet der Ager die Grünlandwirtschaft dominiert. Die Ackerflächen, in der Zeit der Selbstversorgungswirtschaft mit rund 30 % an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzungsfläche noch ein bedeutender Faktor, verliert ständig an Stellenwert. Während 1979 das Acker-Grünland-Verhältnis noch 20 : 80 beträgt, liegt das Verhältnis 1983 bereits bei 18 : 82. Der Vergrünlandungsprozeß scheint auch in den kommenden Jahren anzuhalten.

Größere Bedeutung kommt der Ackerwirtschaft lediglich im Nordwesten des Einzugsgebietes, vor allem in der Gemeinde Seewalchen a. A., zu.

Betrachtet man die absoluten Zahlen, so sind nicht nur die Ackerflächen (1979 - 1983 - 8 %) sondern auch die Grünlandflächen zurückgegangen (1979 - 1983 - 3 %). Die Ursache für diese Entwicklung liegt in der Attraktivität des Untersuchungsgebietes und der damit einhergehenden Verbauung von bislang landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Für den Nährstoffanfall aus dem landwirtschaftlichen Sektor bedeutet diese Entwicklung, daß die Bedeutung des Faktors Landwirtschaft bezüglich des Nährstoffeintrages kontinuierlich abnimmt.

Durch die prozentuelle Erhöhung der versiegelten Flächen wird jedoch der Nährstoffanfall aus dem Titel "Boden" weiter zunehmen. Was beispielsweise den Phosphoranfall anbelangt, werden die versiegelten Flächen in absehbarer Zeit etwa die Bedeutung der Ackerflächen erlangen.

2.2.2. Wohnbevölkerung:

Im Gegensatz zu den vorstehenden Kapiteln über den landwirtschaftlichen Bereich, beziehen sich die Daten über die Wohnbevölkerung sowie jene über den Fremdenverkehr nicht nur auf die im Einzugsgebiet liegenden Gemeinden, sondern auch auf das hydrographische Einzugsgebiet. Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse des kommunalen Bereiches (Tabelle 2.5 - 2.8) lassen sich einerseits exakte Berechnungen bezüglich des Nährstoffexportes anstellen, andererseits können Aussagen über die Effizienz der Kläranlagen gemacht werden.

Tabelle 5 zeigt einen Vergleich der ständigen Wohnbevölkerung zwischen 1981 und 1985 sowie deren kanalisations-technische Erfassung. Demnach hatten 1985 27 485 Menschen ihren Hauptwohnsitz im Ager-Einzugsgebiet. 13.253 oder 48 % waren bis zu diesem Zeitpunkt von der Kanalisation erfaßt. Die höchsten Kanalanschlußquoten verzeichneten Schörfling mit 93 %, gefolgt von Fuschl (89 %), Mondsee (82%), Hof (77 %), Seewalchen (75 %) und Unterach (72 %).

Ein Vergleich mit 1985 (Stand: Ende Dezember) zeigt, daß die im hydrographischen Einzugsgebiet der Ager wohnende Bevölkerung seit 1981 um 2,3 % oder 1.073 Personen zugenommen hat. Die Kanalanschlüsse hingegen verzeichneten im Untersuchungsgebiet eine überproportionale Zunahme. Im Dezember 1985 waren 59 oder 16 365 Personen erfaßt, wobei die höchsten Werte in den Gemeinden Schörfling (99 %), Fuschl (86 %), Unterach (85 %), Mondsee (85 %), Seewalchen (79 %), Hof (79 %) und Zell am Moos (79 %) zu verzeichnen sind.

Schwachpunkte in der kanalisationstechnischen Erfassung, die absoluten Zahlen der nicht angeschlossenen Einwohner anbelangend, stellen die Gemeinden Thalgau, Innerschwand, St. Lorenz, Tiefgraben und Oberhofen (zusammen rund 5.600 Personen nicht angeschossen) sowie die Atterseegemeinden Seewalchen, Weyregg, Steinbach und Attersee (zusammen ca. 2.000 Personen) dar

2.2.3. Fremdenverkehr:

Das hydrographische Einzugsgebiet der Ager, welches sich aus den Einzugsgebieten des Attersees, des Mondsees, des Fuschlsees und des Irrsees zusammensetzt, zählt zu den bedeutendsten Sommerfremdenverkehrsregionen Österreichs.

Dieser Bereich des äußeren Salzkammergutes weist diesbezüglich eine lange Tradition auf. Von wenigen Ausnahmen abgesehen erlebten die Gemeinden des Untersuchungsgebietes in den 60er und 70er Jahren eine enorme Expansion, was die Übernachtungszahlen und die Bettenkapazität anbelangt. Durch verschiedene Faktoren, die hier nicht näher erläutert werden sollen, setzte in den darauffolgenden Jahren eine zum Teil rücklaufende Tendenz ein, deren Ende nicht absehbar ist.

Die Gesamtübernachtungen im Ager-Einzugsgebiet machten 1981 1.791 461 aus. Bis 1984 fiel die Zahl um 7 % auf 1.671.884 und betrug 1985 nur noch 1 575.885. Zwischen 1981 und 1985 sank die Zahl der Übernachtungen also um 12 %. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß in Gemeinden wie Unterach, Steinbach, Seewalchen oder Nußdorf die Abnahmen erst 1985 einsetzten.

Die kanalisationstechnische Erfassung weist von Beginn an höhere Anschlußquoten auf als bei der ständigen Wohnbevölkerung. Dies ist damit zu erklären, daß die Fremdenverkehrsbetriebe zum überwiegenden Teil in und um die Zentren des jeweiligen Gemeindehauptortes liegen und diese Bereiche als erste und praktisch zur Gänze von der Kanalisation erfaßt werden.

Waren 1981 55 % oder 987 298 Übernachtungen kanalisationstechnisch erfaßt, sind es zum gegenwärtigen Zeitpunkt bereits 64 % der 1.067 590 Übernachtungen.

Wie bei der Wohnbevölkerung weisen auch hier die Gemeinden Schörfling (100 %), Seewalchen (95 %), St. Gilgen (93 %) und Fuschl (92 %) die höchsten Anschlußquoten auf.

2.2.4. Zusammenfassung der geographischen Untersuchungen

Abschließend sollen die für eine Nährstoffbilanzierung wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung zusammengefaßt werden:

Die Zahlen aus dem Bereich der Landwirtschaft machen deutlich, daß der diffuse Nährstoffeintrag in den letzten Jahren abgenommen hat. Zurückzuführen ist dieser Umstand

- auf die Stagnation, was die Großvieheinheiten anbelangt und
- auf den weiter anhaltenden, jedoch verlangsamten Vergrünlandungsprozeß (Umwandlung von Ackerflächen in Grünlandflächen)

Beachtenswert in diesem Zusammenhang ist jedoch der Umstand, daß die versiegelten Flächen in Folge Verbauung von Grünflächen zugenommen haben.

Der kommunale Sektor wird von 3 Faktoren beherrscht:

- Zunahme der Bevölkerung im Zeitraum zwischen 1981 und 1985 um 2,3 %
- Abnahme der Übernachtungen zwischen 1981 und 1985 um 12 %
- Zunahme der Kanalanschlußquote zwischen 1981 und 1985 sowohl bei der ständigen Wohnbevölkerung (von 48 % auf 59 %) als auch bei den Übernachtungen (von 55 % auf 64 %)

Auf Grund dieser Tatsachen ergibt sich für den kommunalen Bereich bezüglich des Gesamtnährstoffanfalles eine Stagnation bzw. ein starker Rückgang jenes Anteiles, der in die Vorfluter gelangt.

TABELLE 1: VIEHBESTAND 1981

	Pferde	Rinder	Schweine	Ziegen	Hühner	Gänse	Enten	Truthühner	Schafe	GVE
Attersee	13	747	436		404		2		114	
Berg	8	2270	977	2	2008				6	
Nußdorf	2	659	268		466	2	6		38	
St. Georgen	14	1601	610		2191		6	70	45	
Schörföling	33	1250	973	2	980		17	8	42	
Seewalchen	60	1716	1775	10	9472		15	40	112	
Steinbach	2	414	27		-				1	
Straß	10	1660	465	3	1953		23		30	
Unterach	7	380	21		275		4		45	
Weyregg	19	751	68	5	713		10	6	37	
Eugendorf	18	2868	330		2944		18	40	22	
Fuschl	4	335	7	1	160				41	
Hof	4	725	43	2	3576		10		33	
Innerschwand	4	1059	143		1028		3		20	
Koppl	15	1314	47	4	3714			6	29	
Mondsee	3	14	4	3	39					
Oberhofen	32	1627	286	5	1496	9	27		53	
Oberwang	14	1794	217		1651		12		81	
Plainfeld		492	46		450					
St. Gilgen	7	887	40	5	2262				44	
St. Lorenz	49	1931	134	6	1347		7		17	
Thalgau	97	3012	209	2	9333		20	4	25	
Tiefgraben	30	2212	357	1	2284		8		23	
Zell am Moos	25	1365	176	2	1287		3		12	
	470	31083	7659	53	50003	11	191	174	870	
GVE	705	21758	766	5	200		1	2	87	23524

TABELLE 2: VIEHBESTAND 1983

	Pferde	Rinder	Schweine	Schafe	Ziegen	Hühner	Gänse	Enten	Truthühner	GVE
Attersee	11	749	488	109		580		6		
Berg	10	2372	832	29	1	1787		17		
Nußdorf	2	651	386	29	4	489	2	4	6	
St. Georgen	15	1671	538	42	3	1939		4	70	
Schörfling	36	1378	909	85	3	954		10		
Seewalchen	60	1804	1691	136	18	10573		4	25	
Steinbach	6	406	27	8		78		6	6	
Straß	9	1754	358	48	5	1746		20	18	
Unterach	8	387	19	42		264	2	18		
Weyregg	18	788	58	78		674	3	38	22	
Eugendorf	12	2942	311	22	2	2457		25	60	
Fuschl	6	355	7	42	2	190				
Hof	7	781	45	3	9	3513	1		1	
Innerschwand	4	1075	196	43		1000	1	3	8	
Koppl	11	1396	61	72	2	3614		5	7	
Mondsee	3	15	6		1	15				
Oberhofen	37	1756	350	64	6	1518		5	7	
Öberwang	8	1870	185	80		1453		7		
Plainfeld		501	59			358				
St. Gilgen	11	921	20	42		2161				
St. Lorenz	51	2138	138	24	7	1196	8	15		
Thalgau	64	3206	171	5	7	10345				
Tiefgraben	37	2370	351	25	22	3076	19	18	8	
Zell am Moos	17	1451	131	8		1264		5		
GVE	443	32737	7337	1036	92	51244	36	210	238	24634
	664	22916	734	103	9	205		1	2	

TABELLE 3: BODENNUTZUNG 1979

	Gesamtfläche in ha	Ackerland ges. in ha	Dauerwiesen	
			einmähdig	mehrmähdig
Attersee	1260	220	6	305
Berg	1541	567	11	644
Nußdorf	1264	124	3	483
Straß	1573	294	20	748
Schörfling	2628	297	13	442
Seewalchen	2388	636	10	727
Weyregg	3109	31	38	604
Unterach	913		15	377
St. Georgen	4151	427	13	665
Steinbach	10022	2	17	290
Fuschl	2233	1	61	278
St. Gilgen	3675	1	55	612
Koppl	1740	2	276	712
Hof	1572	3	172	568
Thalgau	4549	31	183	1945
Plainfeld	444	1	5	294
Eugendorf	2543	211	8	1779
Innerschwand	1463	18	54	687
Mondsee	5817		3	16
Oberwang	2427	179	123	1086
St. Lorenz	3636	115	37	1058
Tiefgraben	2595	132	102	1377
Zell am Moos	1873	165	60	822
Oberhofen	1670	202	49	947
	65086	3659	1334	17466

TABELLE 4: BODENNUTZUNG 1983

	Gesamtfläche 1979	in ha 1983	Ackerland gesamt	Dauerwiesen	
				einmähdig	mehrmähdig
Attersee	1260	685	206	5	284
Berg	1541	1482	546	9	636
Nußdorf	1264	1128	100	15	440
Straß	1573	1456	317	14	727
Schörfiling	2628	2174	326	9	396
Seewalchen	2388	1476	608		575
Weyregg	3109	3049	23	42	553
Untersach	913	830	1	23	306
St. Georgen	4151	3847	372	1	631
Steinbach	10022	9829	3	27	251
Fuschl	2233	2215	1	52	280
St. Gilgen	3675	3921		65	559
Koppl	1740	1621	2	169	831
Hof	1572	1405		115	643
Thalgau	4549	3866	36	176	1901
Plainfeld	444	446		21	284
Eugendorf	2543	2514	189	5	1814
Innerschwand	1463	1306	9	50	657
Mondsee	5817	4464	1	10	41
Oberwang	2427	2399	142	88	1123
St. Lorenz	3636	3388	96		1082
Tiefgraben	2595	2299	82	87	1347
Zell am Moos	1873	1430	147	50	801
Oberhofen	1670	1663	152	34	1026
	65086	58893	3359	1067	17188

Tabelle 5:
ENTWICKLUNG DER STÄNDIGEN WOHNBEVÖLKERUNG: Ager-Einzugsgebiet 1981 1985

Gemeinde	1981			1985		
	EW ges.	davon im EZG	davon angeschlossen	EW ges.	davon im EZG	davon angeschlossen
Attersee	1351	1351	770	1370	1370	904
Berg	1058	35		1000	35	
Nußdorf	1217	1217	365	942	942	585
Straß	1374	388		1280	290	
Schörfling	2929	786	730	3000	860	850
Seewalchen	3952	1910	1432	4040	1940	1530
Weyregg	1396	1396	649	1410	1410	842
Unterach	1082	1367	980	1272	1272	1080
St. Georgen	3404	20		3355	20	
Steinbach	982	982	359	948	948	480
Fuschl	955	955	850	1040	1040	895
St. Gilgen	3070	178		3088	168	40
Koppl	1956	1100	449	2217	1286	910
Hof	2170	2000	1544	2328	2150	1700
Thalgau	4065	4009	2500	4253	4170	2900
Plainfeld	660	660	220	760	760	500
Eugendorf	3861	20		4125	20	
Innerschwand	811	811	140	809	809	140
Mondsee	2140	2140	1750	2150	2150	1819
Oberwang	1368	1227		1380	1237	
St. Lorenz	1588	1588	230	1588	1588	240
Tiefgraben	2292	2292	290	2284	2284	400
Zell am Moos	1084	613		1200	700	550
Oberhöfen	1103	440	-	1093	435	
	45859	27485	13258	46932	27884	16365

Tabelle 6:
ENTWICKLUNG DES FREMDENVERKEHRS IM AGER-EINZUGSGEBIET 1981 1985:

Gemeinde	1981			1984		
	Übern.ges.	davon im EZG	davon an Kanal angeschlossen	Übern.ges.	davon im EZG	davon an Kanal angeschlossen
Attersee	138.000	138.000	96.000	128.199	128.199	96.200
Berg	57.037			93.492		
Nußdorf	143.000	143.000	100.000	156.322	156.322	132.800
Straß	61.529	27.000		58.153	25.500	
Schörfling	36.378	13.000	10.275	34.449	12.000	12.000
Seewalchen	66.000	65.000	50.000	72.000	70.000	65.000
Weyregg	168.000	168.000	62.000	152.205	152.205	85.000
Unterach	85.000	120.661	50.000	113.201	113.201	55.000
St. Georgen	125.213			108.917		
Steinbach	128.000	128.000	70.000	130.263	130.263	84.000
Fuschl	249.564	249.564	229.540	246.442	246.442	226.700
St. Gilgen	482.768	14.547	-	440.978	8.939	8.190
Koppl	35.681	23.000	11.000	30.453	20.000	15.000
Hof	86.615	84.795	76.183	75.489	74.000	70.000
Thalgau	50.187	49.350	39.500	43.636	42.600	38.000
Plainfeld	1.542	1.542	800	3.000	3.000	2.500
Eugendorf	50.323			56.666		
Innerschwand	59.922	59.922	12.000	54.096	54.096	10.800
Mondsee	147.507	147.507	132.000	111.937	111.937	95.100
Oberwang	34.308	30.000		30.003	26.100	
St. Lorenz	142.009	142.009	28.000	122.206	122.206	24.400
Tiefgraben	132.564	132.564	20.000	124.874	124.874	24.900
Zell am Moos	40.306	32.000		33.607	26.000	22.000
Oberhofen	29.205	22.000		32.981	24.000	-
	2.550.658	1.791.461	987.298	2.453.569	1.671.884	1.067.590

Tabelle 7:

FREMDENVERKEHR 1985
=====

Gemeinde	Übern.ges.	davon in EZG	davon angeschlossen
Attersee	128.491	128.491	96.400
Berg	82.947		
Nußdorf	148.226	148.226	126.000
Straß	52.500	23.100	
Schörfling	30.445	10.000	10.000
Seewalchen	68.000	67.000	63.000
Weyregg	135.793	135.793	80.000
Unterach	110.209	110.209	55.000
St. Georgen	118.123		
Steinbach	122.958	122.958	79.900
Fuschl	230.552	230.552	212.000
St. Gilgen	418.821	8.100	7.500
Koppl	30.013	20.000	15.000
Hof	79.247	78.000	70.000
Thalgau	40.039	39.100	35.000
Plainfeld	3.000	3.000	2.500
Eugendorf	58.967	-	
Innerschwand	47.573	47.573	9.500
Mondsee	103.000	103.000	87.500
Oberwang	26.200	22.790	
St. Lorenz	113.114	113.114	22.600
Tiefgraben	114.879	114.879	23.000
Zell am Moos	33.480	26.000	22.000
Oberhofen	32.691	24.000	
	2.329.268	1.575.885	1.016.900

Tabelle 8:

1)

KANALANSCHLUßQUOTEN IN % 1981 1985:
=====

Gemeinde	Ständige Wohnbev.		Übernachtungen	
	1981	1985	1981	1985
Attersee	57	66	70	76
Berg		-	-	
Nußdorf	30	62	70	85
Straß			-	-
Schörfling	93	99	79	100
Seewalchen	75	79	77	95
Weyregg	46	60	37	59
Unterach	72	85	41	50
St. Georgen		-	-	-
Steinbach	37	51	55	65
Fuschl	89	86	92	92
St. Gilgen		24		93
Koppl	41	71	48	75
Hof	77	79	90	90
Thalgau	62	70	80	90
Plainfeld	33	66	52	83
Eugendorf	-			-
Innerschwand	17	17	20	20
Mondsee	82	85	49	85
Oberwang			-	
St. Lorenz	15	15	20	20
Tiefgraben	13	18	15	20
Zell am Moos		79		85
Oberhofen				-
	48	59	55	64

1) Bezogen auf das hydrographische Einzugsgebiet

3. Wasserbilanz:

Vom Einzugsgebiet des Attersees wurden etwa 82% der Zuflüsse durch Pegelablesungen kontrolliert. Am Mondsee konnten 63,1% der Zuflüsse mittels Pegelablesungen quantifiziert werden. Daneben wurde das Regen-Abflußmodell von Dr Fedra zur Erstellung der Wasserbilanzen angewendet. Für Detailinformationen zur Wasserbilanz sei auf den Teil-Endbericht "Selbstreinigende und Phosphorrückhaltevorgänge in der Seenkette Fuschlsee-Mondsee-Attersee", MOOG (1982) hingewiesen.

3.1. Niederschlagstätigkeit

Da in den folgenden Aufsätzen sehr intensiv auf den Niederschlag eingegangen wird, erfolgt in vorliegendem Kapitel eine Auflistung der Niederschlagsmengen.

Für die Beobachtungszeit 1982 bis 1985 werden die Tages-Niederschlagsmengen im Millimeter der Stationen

- Weyregg
- Attersee
- Weißenbach
- Scharfling
- Mondsee

angeführt. Die Werte wurden direkt aus den Beobachtungsreporten entnommen, sodaß geringfügige Korrekturen durch die Meteorologische Zentralanstalt möglich sind.

NIEDERSCHLAG (mm)
 Leyregg 1982

	1		4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	30,3		-									
2	4,1		-	4,7			4,1		5,8			
3	-		3,5	-			-		0,2			
4	3,8		0,4				4,5		9,4			
5	6,5		-				13,7		0,1			
6	4,8	1,6	1,4	9,9			-		-			
7	0,3	0,6	1,0	0,2			6,6	2,3	6,5	0,5		
8	8,8	3,5	-	0,8	0,2		1,4	1,8	3,3	-	1,8	
9	39,2	-	-	5,9			-	1,0	1,1	-	-	
10	5,3		-	0,2	0,3		5,8	-	-	-	1,0	
11	-		2,6	8,5	7,5		10,5	-	-	7,5	5,2	
12	3,7		6,1	6,9	-	11,7	-	1,0	0,1	0,3	6,7	
13	0,2		0,3	1,0	-	14,0	-	-	6,6	-	0,4	
14	-		2,5	-	-	7,4	10,3	-	0,3	-	0,5	
15	-		-	-	-	7,0	0,2	0,6	15,5	17,7	0,1	
16	-		-	-	-	0,6	-	-	15,6	2,2	-	
17	-		-	-	-	22,2	15,4	-	3,8	-	0,5	
18	-		6,4	-	6,0	0,2	4,7	-	-	2,3	4,4	
19	-	1,5	21,7	-	0,3	0,4	4,2	-	-	2,9	7,6	
20	-		12,6	1,4	-	9,2	1,7	-	-	1,9	9,6	
21	-		0,7	-	1,6	-	-	-	4,0	0,5	1,9	
22	0,4		1,0	3,2	2,6	-	15,3	-	-	-	7,2	
23	0,6		0,9	1,2	0,3	1,8	-	0,1	-	-	-	
24	2,1	3,7	1,1	0,2	17,3	13,0	4,4	16,7	-	-	5,5	
25	0,6	4,0	-	5,6	16,4	7,6	1,3	6,8	-	-	3,8	
26	0,9	1,3	-	0,4	6,2	-	23,0	-	2,8	0,3	2,4	
27	1,0		-	5,5	-	-	17,2	-	0,2	-	2,0	
28	7,9	1,3	-	-	32,6	39,3	-	3,1	-	-	-	
29	23,1		1,0	1,4	15,9	1,6	8,0	0,9	-	-	7,6	
30	15,8		1,3	6,0	58,5	7,7	0,4	19,6	-	-	6,6	
31	14,9		6,3	0,9	8,0	7,6	-	-	-	1,7	1,4	
Monats- summe	174,7	17,7	66,6	63,1	129,6	164,2	156,4	116,1	56,5	58,2	36,1	78,4

 NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
 Weyregg 1983

	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	-	0,1	-	-	5,1	-	5,0	-	-	0,2	0,6	
2	2,4	1,6	0,3	17,4	0,2	3,9	-	17,7	1,0	0,4	1,2	
3	17,5	4,1	-	-	1,4	-	-	6,4	5,7	-	-	
4	11,4	0,2	-	-	10,1	-	-	4,1	0,3	-	-	
5	15,2	1,4	-	-	0,4	-	-	17,8	0,9	-	-	
6	-	0,5	-	1,7	-	4,5	-	14,5	4,1	3,0	6,3	
7	2,2	-	0,4	3,5	9,2	-	2,6	0,5	0,2	-	1,5	
8	1,1	0,6	-	-	20,5	-	2,4	-	-	-	-	
9	1,4	-	-	3,9	-	-	-	-	-	-	-	
10	1,6	2,6	-	13,2	19,9	-	-	-	16,0	-	-	
11	-	5,3	0,9	3,0	2,7	-	-	8,0	2,9	-	5,1	
12	-	-	-	6,8	3,8	-	2,0	0,5	11,0	-	1,6	
13	1,2	-	-	1,3	-	-	-	-	0,3	-	-	
14	5,3	-	-	5,1	-	22,2	3,7	1,7	-	-	-	
15	12,6	-	-	7,2	-	26,1	0,2	-	-	-	-	
16	11,9	-	-	10,9	-	10,3	-	-	2,7	-	-	
17	7,6	0,2	-	-	4,0	-	-	6,6	6,3	-	-	
18	1,7	-	-	-	1,5	-	-	1,3	1,9	-	-	
19	1,7	-	6,4	-	0,2	-	-	-	-	-	-	
20	0,6	0,1	7,5	-	10,9	-	-	-	-	-	7,3	
21	0,3	1,5	-	8,2	5,0	6,9	-	0,4	0,6	-	2,7	
22	-	-	5,2	3,6	-	-	-	-	-	0,1	2,4	
23	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	2,0	
24	-	-	0,4	0,2	6,8	-	-	-	-	-	16,1	
25	7,6	-	7,1	-	-	3,3	-	12,8	-	-	-	
26	14,7	11,4	-	-	0,9	-	-	7,4	-	4,0	6,5	
27	1,8	7,6	0,7	-	8,4	-	-	-	-	4,3	-	
28	6,5	2,6	-	-	32,6	-	-	-	-	14,0	-	
29	2,1	-	0,4	-	4,0	9,0	-	-	-	7,7	-	
30	9,6	-	2,6	1,3	2,4	5,8	-	-	-	7,5	0,2	
31	8,1	-	-	-	-	18,0	-	6,8	-	4,2	0,6	
Monats- summe	146,7	39,6	33,1	74,1	67,7	174,2	40,9	66,2	59,5	47,0	41,6	55,5

NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
Weyregg 1964

	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	1,5	-	0,2									
2	3,2	1,1	2,5			6,5	4,2	0,1				
3	2,1	3,4	5,5			14,6	-	17,3				
4	2,5	3,6	2,5			16,5	-	2,3	12,8			
5	6,4	3,6	0,3			10,6	-	-	-			
6	-	6,8	0,5	0,4	0,1	1,0	7,9	14,5	-			
7	-	11,0	-	13,6	7,2	-	19,1	3,9	0,2			
8	1,2	9,4	2,5	5,3	9,2		9,6	0,8	-			
9	5,6	0,9	2,3	9,9	4,6	12,8	-	1,0	-			
10	0,2	4,1	-	0,2	-	5,1	0,6	0,2	-	5,6		
11	-	4,9	-	15,4	-	-	0,2	12,0	-	1,6		
12	1,2	0,2	0,2	1,3	4,5	-	16,6	0,7	5,9	-		
13	1,4	0,1	2,0	1,0	-	-	21,0	2,3	0,2	-		
14	9,4	1,0	-	12,9	-	20,3	-	-	-	-		
15	7,6	0,3	-	1,4	14,6	0,9	0,3	7,4	-	8,6		
16	1,6	-	5,2	-	0,2	18,1	0,3	16,1	-	-		
17	7,1	-	6,8	5,0	-	1,4	13,5	34,9	1,6	8,6		
18	2,0	-	0,2	-	-	2,0	-	6,0	-	4,0		
19	0,8	-	-	-	-	0,2	-	-	-	1,0		
20	1,3	-	-	-	-	2,6	-	-	-	-		
21	-	-	-	1,8	0,2	-	-	-	0,6	-		
22	2,1	-	-	11,6	0,2	-	-	12,0	3,5	2,8		
23	1,6	6,3	-	-	2,6	-	-	1,4	9,4	0,4		
24	1,9	0,8	-	6,3	5,6	-	-	17,6	1,4	-		
25	5,0	-	2,1	0,4	6,8	-	8,3	4,6	0,7	-		
26	-	-	-	0,1	8,3	27,8	14,0	3,7	-	0,2		
27	-	2,2	0,3	-	0,2	14,7	26,8	3,0	7,2	16,0		
28	9,0	-	-	6,9	0,9	6,7	-	-	-	-		
29	-	7,9	2,4	14,9	7,3	9,6	-	-	-	-		
30	-	21,3	-	0,3	4,5	12,0	-	-	-	2,2		
31	-	0,3	-	0,4	5,8	-	-	-	-	4,6		
Monats- summe	70,2	63,5	57,0	43,7	107,9	90,9	259,0	142,5	144,4	43,7	33,4	41,7

NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
Weyregg 1965

	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1,0	6,6	-	16,3	-	34,1	8,5	4,7	-	2,1	0,3	
2	4,1	13,0	4,7	7,6	2,8	-	0,7	-	-	5,0	-	
3	4,7	0,5	2,4	0,8	-	-	31,6	14,6	-	-	-	
4	1,5	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	
5	0,5	-	-	-	3,7	-	35,7	16,8	-	5,9	-	
6	0,4	7,6	-	1,3	9,0	2,7	74,9	3,4	-	3,0	-	
7	0,2	9,0	-	0,4	7,7	8,2	13,0	-	-	-	-	
8	1,7	8,5	-	3,0	-	11,0	2,5	0,3	10,1	4,8	5,4	
9	-	22,0	3,3	1,7	5,5	5,2	2,3	-	14,2	8,4	0,4	
10	1,0	1,0	1,7	7,2	-	4,3	0,5	6,1	-	0,2	16,5	
11	-	0,5	1,5	1,1	-	1,0	-	-	-	0,3	6,7	
12	3,4	-	-	0,3	11,5	-	-	-	18,4	9,0	4,2	
13	1,0	-	-	3,1	3,5	-	-	-	-	9,0	0,2	
14	-	9,9	0,6	0,1	12,2	-	-	-	4,6	6,9	6,6	
15	-	0,2	0,8	3,7	3,5	0,1	-	11,5	3,5	-	6,4	
16	-	-	2,2	1,6	-	1,2	16,0	11,8	0,2	-	2,4	
17	-	-	7,4	-	1,5	2,3	0,1	38,5	0,6	-	-	
18	-	-	5,6	7,5	-	-	-	0,7	-	-	-	
19	2,0	0,2	0,2	-	-	11,4	-	7,8	-	0,1	16,6	
20	0,3	-	-	9,8	9,9	43,0	0,2	-	2,4	-	12,3	
21	0,2	1,7	-	3,5	1,4	2,8	-	-	-	4,0	17,1	
22	0,2	-	-	2,9	29,5	-	-	-	-	1,9	-	
23	12,9	3,2	4,0	4,4	9,5	-	22,0	-	-	-	-	
24	5,4	6,5	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	
25	-	0,6	-	-	10,4	-	-	7,7	-	4,3	-	
26	0,3	-	-	-	3,6	-	28,2	9,2	-	3,6	1,0	
27	1,0	-	7,0	2,1	5,8	2,5	51,6	-	-	0,4	1,2	
28	-	-	3,1	-	2,5	-	1,8	-	-	-	-	
29	1,5	-	3,6	-	1,5	-	-	-	-	4,1	2,6	
30	4,5	-	6,5	0,3	-	6,7	-	-	-	6,2	11,7	
31	19,0	-	7,9	6,9	2,6	15,9	3,2	-	-	13,1	1,0	
Monats- summe	66,6	90,8	45,5	49,8	75,3	156,7	140,6	335,0	93,2	42,3	102,6	96,5

NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
Weissenbach am Attersee 1962

	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	41,8	-	-	8,2	-	-	1,5	-	6,4	-	-	
2	3,4	4,2	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	0,1	-	0,5	-	1,1	4,0	-	-	-	-	-	
4	5,4	2,4	-	-	-	16,6	0,3	-	-	-	-	
5	4,7	-	1,0	0,1	-	-	-	-	-	0,2	-	
6	9,6	1,6	0,3	4,0	0,2	3,6	6,7	-	4,4	-	-	
7	-	-	-	1,2	0,1	-	10,5	2,6	-	-	0,4	
8	14,4	7,0	-	7,9	-	-	4,4	1,6	-	-	-	
9	43,1	-	-	0,3	-	15,3	14,7	-	-	9,6	7,0	
10	8,9	-	0,5	11,5	5,2	-	4,2	-	-	0,3	8,0	
11	5,0	-	4,8	10,3	-	14,1	-	-	9,1	-	3,0	
12	4,1	-	0,7	1,9	-	28,8	24,6	-	-	-	-	
13	-	-	3,3	-	-	19,4	-	1,7	17,7	19,2	-	
14	-	-	1,2	-	-	7,4	-	-	19,7	4,4	2,9	
15	-	-	-	-	-	-	-	16,7	3,0	-	0,9	
16	-	-	-	-	26,5	-	1,7	-	0,4	0,9	4,2	
17	-	6,3	-	5,8	-	0,5	7,5	-	-	6,5	8,6	
18	6,4	20,6	-	-	11,7	14,3	-	-	-	3,8	10,1	
19	-	5,0	0,4	-	1,6	-	0,3	-	4,5	-	1,0	
20	-	2,1	-	2,7	-	0,5	12,1	-	-	-	7,7	
21	-	1,8	4,3	0,6	3,9	-	-	0,3	-	-	0,4	
22	-	2,0	1,5	12,6	11,6	0,3	-	21,5	-	-	3,7	
23	1,8	-	0,5	-	35,7	6,5	0,7	13,4	-	-	5,6	
24	1,3	3,7	-	5,7	11,3	-	22,5	0,6	9,9	0,1	1,1	
25	0,3	2,5	-	-	-	-	20,3	-	-	5,3	5,7	
26	-	0,6	-	8,3	-	31,1	62,3	4,3	-	-	-	
27	3,6	-	-	0,6	-	26,8	11,0	0,3	-	-	24,7	
28	6,0	2,5	1,1	1,0	34,3	8,9	1,1	26,6	-	-	5,7	
29	40,5	-	2,2	6,1	7,2	6,1	-	0,2	-	2,0	0,7	
30	39,6	-	2,6	0,9	-	0,5	-	16,9	-	-	-	
31	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Monats- summe	245,5	24,3	62,6	67,4	124,0	221,7	209,8	127,7	60,9	80,4	47,2	101,6

NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
Weissenbach am Attersee 1963

	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	1,1	-	13,0	-	7,3	5,7	-	0,5	-	0,7
2	4,1	0,4	22,2	-	8,6	-	29,7	1,4	-	-	1,0
3	22,6	4,7	1,9	4,0	-	-	17,8	10,0	-	-	-
4	11,1	0,6	0,5	14,8	-	-	16,3	0,3	-	-	-
5	29,0	0,5	-	4,4	2,4	-	30,6	5,4	-	-	-
6	-	-	3,6	-	7,4	12,0	11,8	4,7	7,4	-	6,5
7	1,1	0,3	0,9	2,8	4,9	-	0,4	1,0	-	-	2,0
8	1,9	0,7	-	-	-	7,4	-	-	-	-	-
9	2,0	-	-	28,7	-	7,3	-	-	0,9	-	-
10	1,1	3,3	-	7,2	7,9	17,8	-	-	39,9	-	-
11	-	3,3	-	1,9	3,6	2,1	-	2,4	5,6	5,5	3,0
12	-	5,9	6,2	9,0	8,0	-	-	0,6	5,9	24,8	0,2
13	3,1	-	-	1,3	-	-	0,8	-	0,6	-	-
14	5,2	-	5,1	-	44,4	9,8	3,9	-	-	-	-
15	21,1	-	16,0	-	23,2	0,7	-	-	-	-	-
16	16,3	-	11,6	-	21,1	-	-	-	3,4	-	-
17	4,6	-	0,5	-	7,6	-	-	17,0	7,6	-	-
18	1,6	-	-	-	0,5	-	-	5,4	4,9	-	-
19	1,9	17,0	-	-	-	-	-	0,4	0,4	-	-
20	-	14,7	-	-	8,9	1,6	-	-	3,2	-	9,4
21	0,9	-	3,5	9,1	-	-	-	0,8	-	-	2,3
22	-	2,2	2,5	-	-	-	-	-	-	1,0	3,6
23	-	-	5,9	6,0	-	7,6	-	-	-	-	-
24	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	36,2
25	-	-	3,9	9,7	-	9,3	-	10,5	-	-	7,4
26	7,1	0,3	-	-	2,4	-	-	21,9	-	8,6	-
27	40,8	10,2	3,8	7,1	15,2	-	-	-	-	6,4	10,4
28	1,6	12,3	-	-	39,7	-	-	-	-	23,0	-
29	4,5	4,1	1,0	-	7,0	9,2	10,2	-	0,5	22,4	-
30	0,7	-	3,0	0,8	1,6	-	23,1	-	0,4	12,8	-
31	5,8	-	-	-	-	22,5	-	1,4	-	9,1	6,3
Monats- summe	198,7	46,6	103,6	115,6	242,2	114,5	119,4	91,9	105,1	63,5	92,9

IEDEFSCHLAG (mm) Tagessummen
Issentbach am Attersee 1964

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		2,1		-			6,7	4,3		-		
2	-	3,6		7,0			21,5	-		18,1		
3	2,4	5,3		5,5			25,1		3,9	11,1		
4	4,0	5,5		-			3,6		-	-		
5	1,2	7,0		-			1,5	10,7	18,1	-		
6	-	10,3		-	18,2	7,6	0,4	29,3	3,5	1,0		
7	7,6	15,3	7,5	3,8	8,8	2,4	-	20,7	1,0	5,4		
8	1,2	10,3	2,9	11,3	3,0	13,0	-	-	1,3	-		
9	5,5	6,7	0,5	0,4	0,2	3,7	-	0,4	-	-		9,1
10	0,5	2,9	-	-	10,0	-	-	35,4	19,0	-		4,6
11	-	4,1	-	0,3	2,5	1,0	-	22,0	3,0	1,0		0,2
12	4,5	-	-	0,6	0,5	-	-	0,5	8,2	0,2		-
13	4,6	0,3	-	1,3	10,6	-	13,4	-	-	-		-
14	12,8	1,3	-	-	0,1	13,5	-	3,0	19,5	-		14,7
15	6,1	0,6	-	-	-	1,4	19,5	8,2	9,1	-		-
16	2,0	-	-	5,8	-	-	5,7	-	33,2	-	2,7	10,1
17	7,9	-	-	15,0	8,7	-	8,0	-	6,8	-	0,7	7,4
18	4,1	-	-	0,1	-	-	0,5	-	-	-	-	2,2
19	-	-	-	-	-	-	3,1	-	-	-	-	0,5
20	-	-	-	-	3,0	0,9	-	-	-	-	1,0	-
21	-	-	-	-	19,0	0,7	-	-	12,7	-	2,2	9,7
22	1,8	-	-	-	-	14,1	-	-	1,8	-	8,6	-
23	1,3	5,1	-	-	7,9	6,3	-	-	20,7	-	-	-
24	2,6	-	-	-	2,7	4,8	-	15,7	6,3	-	1,2	-
25	1,5	-	4,7	-	4,7	19,9	1,0	26,4	14,6	9,2	-	0,5
26	-	-	2,9	1,0	-	2,1	19,6	59,5	4,8	-	5,6	15,1
27	-	-	-	-	7,1	-	12,7	-	-	0,3	-	-
28	8,5	-	-	3,2	11,1	5,5	22,1	-	-	-	-	-
29	-	-	15,0	-	0,3	3,1	10,9	-	-	-	-	4,0
30	-	-	11,5	-	-	0,5	-	-	-	-	-	4,4
31	-	-	2,9	-	2,9	-	-	-	-	-	-	0,4
Monats- summe	80,1	80,4	59,4	55,3	121,3	120,5	201,7	224,3	182,1	42,7	31,7	67,8

NIEDEFSCHLAG (mm) Tagessummen
Weissenbach am Attersee 1965

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2,1	20,1	-	-	16,7	3,4	42,4	19,2	6,8	-	8,2	
2	4,0	22,2	3,0	0,4	9,8	1,9	2,5	9,9	0,4	-	-	
3	6,3	4,6	0,2	-	10,5	-	-	24,5	88,0	-	0,2	
4	2,2	-	-	-	-	-	-	6,3	3,2	-	-	
5	1,6	-	-	-	-	4,6	-	34,6	13,5	-	8,7	
6	-	22,9	-	6,4	-	10,9	6,8	77,1	2,6	-	2,9	
7	-	12,8	0,2	-	-	14,1	23,9	23,2	-	-	-	
8	1,6	13,0	1,0	6,8	-	19,5	4,9	0,5	16,7	5,6	2,3	
9	-	20,6	4,7	5,4	1,7	0,4	2,7	-	22,0	12,0	-	
10	0,6	1,6	6,3	8,9	-	12,6	2,3	8,5	-	1,0	22,2	9,5
11	-	-	-	1,2	-	0,3	-	-	-	-	0,5	5,6
12	4,6	0,4	-	2,0	-	12,8	-	-	-	21,4	12,1	3,5
13	1,0	0,2	-	5,6	-	3,7	-	-	-	-	5,2	2,1
14	-	9,9	1,1	0,4	-	16,3	-	-	-	10,9	-	9,0
15	-	2,5	-	4,3	-	7,8	3,5	-	23,7	6,0	-	11,3
16	-	-	5,9	6,3	-	4,4	39,3	6,6	-	-	-	3,5
17	-	-	13,6	0,6	-	1,3	0,3	31,7	2,9	-	-	-
18	-	-	7,5	-	7,8	-	-	1,3	-	-	-	30,8
19	1,6	-	0,7	-	-	10,7	-	8,9	-	3,1	-	6,6
20	-	-	-	-	5,4	22,1	56,6	1,1	-	-	-	22,8
21	-	3,5	-	-	1,7	1,4	4,4	-	-	-	3,6	-
22	0,5	1,0	-	-	5,7	28,1	-	45,1	-	-	1,6	-
23	9,5	2,9	5,2	9,4	8,7	3,8	-	-	-	-	-	-
24	5,5	12,6	-	0,6	-	14,1	-	-	6,3	-	3,2	-
25	-	-	-	-	-	4,5	-	34,9	2,7	-	4,3	1,9
26	-	-	-	-	-	9,5	1,5	57,8	-	-	0,4	-
27	3,7	-	13,1	2,4	-	2,8	-	1,3	-	-	0,3	0,5
28	-	-	1,4	4,3	0,5	1,0	-	-	-	-	5,0	-
29	-	-	-	13,7	0,5	-	-	-	-	-	4,0	19,5
30	10,5	-	-	29,9	5,4	-	17,0	-	-	-	26,6	0,5
31	35,1	-	1,1	-	15,8	-	3,1	-	-	0,3	-	-
Monats- summe	90,4	151,2	65,6	106,6	90,2	212,0	212,9	392,5	126,6	62,3	113,9	129,1

NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
Attersee 1984

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		0,3	-	-			1,2	3,9				
2	-	4,2	2,2	5,3			21,6	-		16,4		
3	2,2	-	5,7	4,5			20,6		3,0	9,1		
4	3,1	3,6	0,9	-			7,1					
5	-	4,6	-	-	1,2		1,2	10,9	9,9			
6	2,1	9,3	-	-	8,5	5,0	-	0,9	4,9			
7	4,9	9,1	9,6	7,4	7,1	4,9		16,9	0,9			
8	-	7,9	0,9	9,1	2,7	14,3		-	2,7			
9	5,9	6,9	4,9	-	-	3,7			-			
10	0,8	4,3	-		16,1	-			9,2			4,5
11		2,1	-		1,4	1,2		19,1	6,9	6,4		2,7
12	0,9	-	-	-	1,7	-	0,9	14,1	0,9			
13	4,9	-	-	0,9	12,3	-	15,6	0,6	-			
14	12,6	0,3	-	-	0,6	14,9		-	7,9			9,2
15	6,2	-	-	-	-	-	29,6	-	5,6			
16	6,3	-	-	4,9	-	-	1,2	12,6	43,1		2,1	10,7
17	6,9	-	-	9,5	4,3	-	2,4	-	3,4		-	2,3
18	2,4	-	-	-	-	-	1,4	-	-		-	2,9
19	-	-	-	-	-	-	3,1	-	-		-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0,6	-
21	2,0	-	-	-	11,7	-	-	-	10,0		2,5	5,4
22	2,1	-	-	-	-	0,9	-	-	2,1		9,4	-
23	-	5,2	-	-	5,3	5,3	-	-	15,4		1,2	-
24	3,4	1,1	-	-	0,4	4,2	-	7,4	5,9		-	-
25	4,1	-	2,4	-	-	7,8	18,6	6,1	4,9		-	-
26	-	-	4,3	-	-	-	1,4	19,1	2,5	5,9	16,4	-
27	-	-	-	-	6,4	0,9	19,1	-	-	-	-	-
28	7,2	-	-	4,1	13,3	5,9	9,6	-	-	-	-	-
29	-	-	7,9	-	0,9	3,9	9,6	-	-	-	-	2,3
30	-	-	6,3	-	-	1,4	-	-	-	-	-	2,4
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monats- summe	60,0	58,9	45,3	45,7	93,9	74,3	165,0	113,6	135,3	37,6	32,4	42,4

NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
Attersee 1985

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2,4	7,4	-		16,4	-	26,9	7,6			4,6	3,2
2	4,7	10,9	5,7		6,9	2,5	2,8	1,6			1,1	-
3	3,8	-	-		8,7	-	-	26,9	15,4		-	-
4	1,2	-	-		-	-	-	2,6	3,6		-	-
5	1,0	-	-		-	5,4	-	36,6	16,6		6,2	-
6	-	12,7	-	3,4	-	11,3	4,1	75,1	1,9		3,2	-
7	-	4,2	-	-	1,3	8,7	9,1	17,4	-		-	-
8	1,2	8,3	-	3,2	-	9,6	2,7	-	11,9	2,1	5,6	-
9	-	23,6	3,7	3,4	1,9	0,9	3,2	-	14,1	10,6	-	0,9
10	1,2	-	4,0	8,7	-	1,4	-	-	-	-	-	6,9
11	-	-	0,4	3,2	-	6,9	-	-	-	-	12,9	6,5
12	3,9	-	-	1,5	-	10,6	-	-	-	16,6	13,1	2,3
13	-	-	-	5,4	-	4,3	-	-	-	-	6,2	-
14	-	10,1	1,1	-	-	9,6	-	-	-	7,2	0,4	5,9
15	-	0,9	-	5,4	-	4,1	-	-	-	3,7	-	7,1
16	-	-	4,9	1,7	-	0,9	12,7	10,3	-	-	-	2,3
17	-	-	10,4	-	-	2,1	-	31,1	-	-	-	-
18	-	-	4,1	-	12,2	-	-	0,4	-	-	-	16,6
19	-	-	0,3	-	-	7,1	-	9,7	-	0,9	-	11,9
20	2,0	-	-	-	-	11,9	43,2	-	-	-	3,7	15,7
21	-	1,9	-	-	10,2	3,9	2,5	-	-	-	2,2	-
22	0,9	-	-	-	1,6	26,4	-	21,4	-	-	-	-
23	16,1	6,2	2,9	9,1	5,5	1,9	-	-	-	-	-	-
24	2,1	6,9	-	1,7	-	10,9	-	-	-	-	3,7	-
25	-	-	-	-	-	3,9	-	20,2	6,7	-	3,8	2,6
26	-	-	-	-	-	6,6	3,5	53,1	-	-	-	-
27	1,7	-	2,0	1,9	-	2,1	-	0,7	-	-	-	-
28	-	-	7,6	3,1	-	0,9	-	-	-	-	3,2	-
29	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-	5,1	5,9
30	-	-	-	6,4	4,2	-	16,1	-	-	-	11,9	2,3
31	7,5	-	-	-	15,2	-	4,6	-	-	1,2	-	-
Monats- summe	76,4	93,1	47,6	65,3	64,1	153,9	137,5	321,6		42,3	91,1	92,3

NIEDERSCHLAG (mm) - Tagessummen
 Mondsee 1962

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	35,3		-		12,2			1,2		10,1		
2	12,7		2,2									
3	0,8		-	0,6			7,0	16,2				
4	5,1		2,6				16,3					
5	2,9		1,6									
6	6,2	4,4	0,3	5,5			2,6	37,0	2,5	1,5		2,0
7	0,2			2,0	0,2	0,2		5,7	0,8			0,6
8	8,8	7,5		3,7	0,2			6,0	0,3			0,4
9	29,2					10,2		33,5		0,3	7,8	7,4
10	9,8		1,6	18,2	3,6							9,6
11	1,3		5,6	10,8		10,2				12,4		2,5
12	4,8		2,7	1,6		16,3	9,7					1,6
13			4,5			20,2		1,0		13,0	16,0	
14			4,4			9,2				19,6	3,6	1,6
15								11,0		3,2		2,9
16						24,5		1,5			3,3	4,0
17			3,6		19,1		1,4	2,8			13,7	9,5
18		2,6	27,6			9,3	3,4				13,0	23,0
19		0,2	13,6	0,4		2,9						3,7
20			0,6		7,5			13,7		5,7		6,4
21				1,7	2,7	3,8			0,8			6,2
22			1,7	1,4	15,0	12,8			14,1			2,3
23	0,2		1,5		20,4	5,1			11,0			4,2
24	0,9	4,0		4,5	11,4		20,6	1,4		4,3	1,0	1,5
25	0,3	2,0					15,8			6,0		5,2
26	4,2	0,3		6,9		28,7	35,9		4,0			
27	1,7			0,5		20,6	7,7	3,3	1,2			19,8
28	6,5	8,5	2,1	2,0	26,8	11,8		20,8				3,8
29	40,9		3,4	8,2	4,4	9,7		0,2			6,8	2,2
30	53,8		2,6	2,2		0,7			24,5			
31	17,8						22,0	13,4				
Monats- summe	243,4	29,6	63,0	70,2	123,5	196,4	146,9	168,7	59,2	76,1	65,2	123,0

 NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
 Mondsee 1963

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		1,4			19,0		2,0	4,4		0,3		1,4
2	8,8	1,6		22,6		5,8		26,9	1,0			0,5
3	33,5	6,2		3,2	4,8			15,2	11,2			
4	9,3	1,5			12,5			17,5	0,8			
5	35,6	2,4			2,4			32,0	3,6			
6		2,2		2,9		11,8		13,7	2,6	5,6		10,6
7	1,0	1,2	3,2	3,6	5,2		50,7	1,4	0,8			3,0
8	3,3				28,2							0,3
9	2,2			10,8	4,8	14,2				1,0		
10	1,6	2,7		1,8	3,7	2,8		0,4	4,7	4,7		3,6
11		6,4	3,0	9,8	5,2			2,2	3,6	20,6		2,4
12				1,6						1,0		
13	2,2			9,8		24,6	6,0	3,3				
14	6,4			20,6		33,8						
15	28,0			17,6		19,3						
16	17,4					9,4			10,0	7,0		
17	10,2					0,5		3,0	3,0	2,9		
18	1,2		14,1					7,2				
19	7,8		16,0		1,2	11,2				1,6		9,2
20	0,7		2,8			2,0						3,1
21	3,0	2,8	2,0	8,8					1,2		1,2	2,0
22	0,2		5,6	10,6		2,6						4,2
23			0,4									34,8
24			0,2		7,5		3,0		10,7			16,8
25	8,0	0,6	12,2			11,2		2,2	17,2		14,3	
26	36,2	9,8	6,7		5,0	11,4					10,6	8,8
27	4,0	12,8	3,3			26,2					20,8	
28	4,2	6,0	0,2		12,2	4,0	4,3				24,4	
29	0,5		1,6	1,8			28,8				17,0	
30	7,8					28,6					12,0	5,0
31	15,1								0,5			1,8
Monats- summe	248,2	57,6	73,5	125,5	111,7	219,4	94,8	129,4	70,9	84,4	106,3	107,7

NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
 Mondsee 1984

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		3,6	-	-			7,0	2,1		-		
2	-	4,0	2,8	8,4			16,7	-		9,2		
3	4,3	7,0	4,4	3,4			22,1		4,2	6,6		
4	7,6	9,2	2,9	0,6			2,8		-	-		
5	2,2	-	-	-	5,0		-		9,6	15,3		
6	0,7	14,1	-	0,2	26,2	5,9	0,7	13,4	3,2	-		
7	4,2	10,4	7,0	4,3	4,3	2,6	-	16,4	-	0,5		
8	1,6	16,2	6,6	4,3	2,6	2,1		-	1,0	-		
9	8,6	5,6	1,4	0,4		21,6		-	-	-		7,2
10	2,0	3,4	-	-	11,8	-		-	20,4	-		5,4
11	-	0,7	-	-	3,0	-		47,7	5,7	4,4		-
12	7,1	-	-	0,3	1,6	1,6		40,6	4,2	1,0		-
13	3,5	-	-	-	10,0	-	22,0	-	-	-		-
14	13,7	0,6	-	-	1,0	-	0,2	-	11,0	-		16,4
15	6,2	0,6	-	-	-	21,2	21,0	8,7	3,3	-		-
16	4,8	-	-	12,5	-	-	9,1	0,5	40,6	-	0,8	11,2
17	9,3	-	-	6,9	5,8	-	9,0	-	6,8	-	0,2	6,7
18	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0
19	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	1,2
20	1,2	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	2,0	-
21	-	-	-	-	19,7	1,6	-	-	13,0	-	2,4	6,2
22	1,4	-	-	-	0,3	11,8	-	-	2,9	15,0	-	-
23	2,2	4,3	-	-	16,3	4,3	-	-	21,2	-	-	-
24	5,8	0,6	-	-	2,7	4,7	-	10,6	9,6	-	-	-
25	4,0	-	6,2	-	0,4	6,3	31,8	9,2	9,2	-	-	1,3
26	-	-	4,2	-	-	19,6	15,6	22,0	2,0	-	15,5	-
27	-	-	-	-	14,8	-	12,1	-	-	6,0	-	-
28	10,6	-	-	3,3	12,6	1,1	25,0	-	-	-	-	-
29	-	-	11,8	-	-	6,2	16,5	-	-	-	-	2,6
30	-	-	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4
31	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Monats- summe	105,8	80,5	59,9	46,6	144,9	112,8	215,6	180,8	175,6	29,7	35,9	67,8

 NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
 Mondsee 1985

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5,6	20,5	-	-	18,2	0,3	31,0	14,3	6,0	-	6,0	3,0
2	7,9	19,1	4,2	-	11,1	2,6	4,8	7,0	-	-	0,2	-
3	5,4	8,6	2,4	-	9,0	-	-	24,0	22,8	-	-	-
4	1,2	-	-	-	-	-	-	0,3	6,2	-	-	-
5	7,2	-	-	-	-	6,8	-	49,8	14,4	-	6,4	-
6	-	16,6	-	5,2	-	12,4	7,0	89,4	2,4	-	3,2	-
7	-	7,6	-	-	-	7,7	13,0	10,1	-	-	-	-
8	0,6	13,8	-	4,8	-	18,2	3,4	0,2	17,2	5,3	5,3	-
9	-	7,0	1,4	6,2	0,9	0,8	0,7	-	21,0	11,7	0,3	-
10	1,2	2,6	3,8	9,7	-	7,6	0,8	8,6	-	1,2	21,3	9,5
11	-	0,2	0,4	3,3	-	0,2	-	-	-	-	-	1,9
12	4,2	-	-	3,6	-	14,0	-	-	-	24,6	9,2	2,5
13	0,4	-	-	8,0	-	8,4	-	-	-	-	10,4	-
14	-	11,8	1,4	0,4	-	12,6	-	-	-	5,6	2,6	17,1
15	-	2,2	1,2	4,6	-	10,4	1,3	-	10,6	10,0	-	14,3
16	-	-	7,2	6,3	1,0	2,6	30,2	5,2	-	-	-	4,8
17	-	-	11,0	-	0,6	2,0	-	37,6	4,4	-	-	3,2
18	-	-	5,4	-	12,6	-	-	1,2	-	-	-	33,2
19	1,4	-	0,3	-	-	8,2	-	12,1	-	-	-	4,0
20	-	-	-	-	7,0	26,2	58,7	-	-	1,5	-	25,4
21	-	2,1	-	-	-	3,8	-	-	-	-	5,0	-
22	-	0,9	-	-	6,0	29,6	5,6	-	-	-	3,4	-
23	5,0	2,2	4,7	12,4	7,0	4,4	-	27,0	-	-	-	-
24	5,4	18,4	-	1,0	-	8,7	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	6,8	-	-	0,3	-	3,1	-
26	-	-	-	-	-	12,1	0,4	25,1	4,2	-	2,2	1,4
27	10,4	-	9,0	1,6	-	0,8	-	58,9	-	-	0,3	0,7
28	-	-	4,2	6,6	17,2	5,2	-	1,8	-	-	0,2	-
29	-	-	-	13,0	1,1	-	-	-	-	-	5,6	1,6
30	12,9	-	-	20,3	2,5	-	8,2	-	-	-	7,6	15,6
31	-	-	-	4,4	-	-	17,4	-	-	-	24,4	0,6
Monats- summe	69,0	135,8	56,8	107,2	98,6	212,4	185,9	372,6	109,5	60,1	116,9	136,0

NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
Scharfpling 1982

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	42,1		-	-	13,9			0,7		4,3		
2	3,7		3,3	0,4								
3	-		-	1,1		0,5	11,1	0,3				
4	6,6		3,7	-			9,4					
5	2,5		1,4	-								
6	16,8	4,0		6,7	0,5		4,3	9,2	2,2	2,4		1,7
7	-	0,2		2,3			0,9	23,0	1,3			0,1
8	11,9	10,4		10,8				5,0				0,1
9	28,3			0,1		7,5		30,7			6,8	6,9
10	5,3		6,4	17,0	7,0			0,9				13,2
11	5,6		2,0	4,9			7,5			8,7		4,2
12	1,7		1,1	2,0			21,6			0,3		1,0
13	-		4,8				16,8			15,8	19,6	
14			0,5				6,4			17,1		1,1
15									16,7	5,7	1,6	1,2
16						22,0			5,2	0,1	3,3	3,0
17			7,1		12,6		0,7	6,3			9,3	10,4
18		5,8	22,1			11,1	0,9				9,7	12,2
19		0,3	3,2	0,6		1,2				2,3	0,2	0,7
20					0,7			12,6		0,1		10,3
21			1,3	1,1	2,5	4,9			0,2			0,6
22	0,3		1,3	2,0	22,0	17,4	1,1		24,2			4,0
23	1,8				21,2	5,3			8,0			4,6
24	1,2	2,4		4,5	14,7			22,2	1,3		7,3	0,2
25	0,9	1,8						12,3			3,6	6,0
26	1,2	1,3		6,9		25,5		32,3		3,0		
27	2,9					18,6	11,0	2,1	0,1		0,1	26,6
28	10,0	3,6	2,3	2,0	31,2	9,0	0,1	21,6			0,1	4,7
29	35,5		5,0	0,3	2,6	7,4					2,5	0,2
30	55,3		2,5	2,2		0,1				22,1		
31	14,6						23,6					
Monats- summe	247,6	29,8	68,0	72,9	129,3	177,8	150,0	146,7	61,2	68,1	53,4	144,4

NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
Scharfpling 1983

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	-	1,4			21,7		2,0	5,4		0,6		0,6
2	3,7	1,4		23,4		7,8		29,3	2,6	0,2		
3	30,8	4,6		1,1	7,6			15,2	12,4			
4	16,7	0,6		0,2	14,8			21,5	0,3			
5	30,0	2,6			3,6	0,2		30,2	5,0			
6				3,3		13,0		11,5	7,5	7,0		9,5
7	1,6	0,6	1,4	2,8	3,0		17,9	1,3	0,4			3,6
8	2,6	0,2			29,0						7,5	
9	2,5			8,5	15,4	20,8				33,0		
10		2,1		1,3	4,6	3,4		1,6	4,2	5,7		4,7
11		5,8	5,7	10,0	5,1		0,1	2,7	5,4	28,4		0,3
12				2,4					0,3	1,2		
13	2,3			8,4		31,6	2,5	1,2				
14	5,2			17,1		35,6	0,6					
15	19,5	0,2		17,0		17,6					3,5	
16	26,4			0,9		13,6			10,5	4,5		
17	4,6					11,2			5,6	3,1		
18	3,9		16,8			0,2						
19	3,9		21,5		0,1	10,4					2,2	7,6
20	0,1	0,1	2,2			0,9			0,3	0,1		1,3
21	0,6	1,5	4,3	11,7							1,4	2,7
22			5,2	7,8	0,1	6,1						2,2
23												3,9
24			1,7	0,6	7,6		7,6		25,5			5,4
25	12,0	0,3	9,2			5,8		0,1			10,0	
26	34,5	9,1	3,6		6,1	17,5					11,7	12,6
27	2,4	9,3				21,3					22,5	
28	4,6	6,1			7,5	7,8	8,2				34,1	
29	1,5		1,3	2,9	1,4		25,7				10,3	
30	7,0					25,3					5,6	7,6
31	14,1									7,9		0,5
Monats- summe	232,9	45,9	72,9	119,4	127,6	250,1	64,7	124,4	63,4	104,9	95,6	63,5

NIEDERSCHLAG (mm) Tagessummen
Scharfpling 1984

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		1,4	-	-			6,5	3,4		2,1		
2	-	4,8	1,6	10,5			16,3	-		22,9		
3	5,1	11,9	4,7	4,1			29,7		4,2	6,5		
4	4,6	8,0	0,2	-			2,0		-	-		
5	1,8	6,5	0,2		0,3		2,0		12,5	14,2		
6	0,2	18,7	7,2	-	19,1	10,8	0,4		18,2	4,9	0,2	
7	10,6	19,2	1,5	5,2	9,5	5,6	-	20,3	0,2	2,7		
8	0,9	14,4	0,5	8,7	2,7	20,3		-	1,6	-		
9	4,5	5,9	0,5	0,3	1,5	4,3			-	-		11,9
10	0,3	3,6	-	-	7,0	-			-	21,2		7,4
11	-	-	-	0,1	3,3	1,1		46,4	6,1	2,3		
12	3,6	-	-	0,4	0,3	-		26,7	6,3	0,6		
13	6,0	-	-	1,0	10,3	-	14,5	0,4	-	-		
14	17,6	1,1	-	-	10,2	23,2	-	-	23,0	0,1		
15	9,6	0,7	-	-	-	1,2	22,9	1,2	6,7	-		19,6
16	3,1	-	-	8,8	-	-	9,2	2,0	34,0	-	2,7	23,0
17	7,7	-	-	7,0	21,1	-	9,4	-	5,6	-	0,3	15,3
18	4,7	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	2,9
19	-	-	-	-	-	-	2,2	-	-	-	-	-
20	0,7	-	-	-	2,6	1,2	-	-	-	-	1,7	0,1
21	0,6	-	-	-	20,8	0,2	-	-	13,6	-	2,0	10,9
22	1,0	-	-	-	0,1	11,3	-	-	2,6	-	13,1	-
23	1,7	5,8	-	-	10,0	7,0	-	-	25,5	-	-	-
24	2,9	-	-	-	2,8	3,0	8,4	20,6	1,7	-	0,7	-
25	1,6	-	7,8	-	0,4	19,5	26,6	13,2	1,2	-	-	-
26	-	-	5,3	-	0,2	1,1	14,0	32,9	2,3	5,5	15,9	1,1
27	-	-	-	-	14,8	-	16,0	-	-	-	-	-
28	10,0	-	-	2,6	19,4	2,6	25,0	-	-	-	-	-
29	-	-	9,2	-	0,7	2,8	5,3	-	-	-	-	-
30	-	-	10,7	-	0,1	0,3	-	-	-	-	-	1,9
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,7
Monats- summe	99,2	100,9	49,4	48,7	147,2	115,5	216,6	197,8	156,1	44,9	36,4	105,1

NIEDERSCHLAG (mm) - Tagessummen
Scharfpling 1985

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2,3	23,2	-	-	20,3	-	32,2	16,0	7,6			
2	5,0	24,8	4,2	0,2	11,3	1,4	4,5	2,4	-		7,1	0,2
3	5,6	3,1	-	-	11,0	-	-	17,0	27,4		0,3	-
4	2,5	-	-	-	-	-	-	3,9	4,0		0,6	-
5	2,1	-	-	-	-	4,7	-	35,8	16,0		9,7	-
6	-	29,7	-	1,6	-	10,2	16,0	78,7	2,6		2,4	-
7	0,1	9,6	0,1	-	-	13,1	10,2	13,6	1,0		-	-
8	1,4	13,1	0,6	5,8	-	18,6	3,4	0,6	21,7	3,3	3,5	-
9	-	20,0	3,3	8,8	1,2	-	5,7	-	20,6	14,2	1,1	-
10	1,7	0,9	1,5	10,2	-	10,3	-	5,8	-	0,7	25,6	1,4
11	0,4	0,1	0,7	4,2	-	0,8	-	-	-	25,8	0,4	3,0
12	4,9	-	-	3,9	-	9,2	-	-	-	-	11,0	2,6
13	0,1	-	-	9,0	-	4,8	-	-	-	-	5,1	0,3
14	-	8,4	1,4	0,9	-	15,9	-	-	-	6,8	0,3	14,5
15	-	-	-	6,5	-	7,7	1,7	-	7,4	6,5	-	12,0
16	-	-	5,9	6,7	2,9	3,8	34,0	4,9	-	-	-	3,3
17	-	-	14,0	0,1	-	1,6	0,2	37,4	-	-	-	40,6
18	-	-	5,7	-	12,2	-	0,2	0,7	-	-	-	6,1
19	1,7	-	-	-	-	7,6	-	9,6	-	2,4	-	29,4
20	-	-	-	-	6,8	22,0	70,7	-	-	-	4,7	-
21	-	1,9	-	-	0,4	10,0	4,7	0,2	-	-	1,7	-
22	1,1	1,4	-	-	4,7	21,0	-	33,2	-	-	-	-
23	9,7	4,7	4,1	17,4	8,4	2,2	-	-	-	-	0,7	-
24	5,7	8,2	-	0,2	-	13,2	-	-	-	-	1,4	-
25	-	-	-	-	-	2,4	-	28,6	6,5	-	1,6	3,9
26	2,1	-	-	-	-	9,9	0,6	50,6	-	-	-	1,2
27	3,2	-	16,2	4,0	-	3,5	-	1,5	-	-	-	-
28	-	-	0,4	3,9	1,3	5,7	-	-	-	-	7,0	6,9
29	-	-	-	13,6	6,6	-	2,2	-	-	-	4,6	17,3
30	13,2	-	-	40,0	5,0	-	17,5	-	-	38,2	-	0,6
31	42,8	-	0,8	-	5,4	-	2,5	-	-	-	-	-
Monats- summe	105,8	149,1	58,9	137,0	97,5	199,8	208,5	341,1	121,6	59,7	127,2	158,3

3.2. Wasserbilanz:

3.2.1. Wasserbilanz Mondsee:

WASSERBILANZ MONDSEE (m³.a⁻¹)

	1982	1983	1984	1985
Fuschler Ache	119.289.020	101.646.490	93.341.376	144.901.008
Zeller Ache	39.760.416	30.361.565	31.674.758	44.873.568
Wangauer Ache	28.400.297	23.010.134	19.166.285	31.349.462
Regen (-1/3)	12.934.307	13.312.973	12.371.987	16.222.080
Resteinzugsgebiet	79.286.710	70.937.218	71.066.394	88.092.960
MONDSEEACHE	279.670.750	239.268.380	227.620.800	325.439.078

3.2.2. Wasserbilanz Attersee:

WASSERBILANZ ATTERSEE (m³.a⁻¹)

	1982	1983	1984	1985
Weyreggerbach	22.373.660	19.458.920	17.467.920	25.861.940
Alexensauerbach	4.118.310	3.300.745	4.262.550	4.187.840
Kienbach	14.025.400	8.675.680	9.901.095	15.386.110
Steinbach	4.565.950	3.659.520	4.725.870	4.643.040
Weißbach	74.442.070	65.598.595	66.115.270	79.309.325
Loidlbach	7.699.445	6.170.960	7.969.120	7.829.440
Burggrabenbach	11.817.750	9.471.700	12.231.670	12.017.280
Urfangbach	2.327.740	1.865.640	2.409.270	2.367.040
Perachellenbach	2.685.850	2.152.660	2.779.925	2.731.200
Daxelbach	4.655.480	3.731.280	4.818.535	4.734.080
Nöstelbach	2.506.795	2.009.150	2.779.925	2.549.120
Ackerlingbach	4.118.310	3.300.745	4.262.550	4.187.840
Mühlbach	5.640.290	4.520.585	5.837.840	5.735.520
Heiningerbach	1.611.510	1.291.595	1.667.955	1.638.720
Restgebiet	37.780.995	30.280.740	39.104.270	38.416.870
Mondseesche	279.670.750	239.268.380	227.620.800	325.439.080
Regen (-1/3)	37.928.700	35.388.900	34.893.180	46.683.360
AGER	517.968.000	440.145.790	448.662.413	583.719.782

4. Methodik:

4.1. Limnologische Untersuchungen:

Da die im ÖEP-Programm verwendete Methodik bereits öfters vorgestellt wurde, wird hier nur kurz darauf eingegangen:

Die chemischen Proben wurden in monatlichem Abstand aus 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 80, 100 und 120 m Tiefe mit Hilfe eines Ruttner-Schöpfers entnommen. Direkt am Boot erfolgte die Messung von pH-Wert, Sauerstoff, Sauerstoffsättigung, Leitfähigkeit und Wassertemperatur sowie die Sichttiefenbestimmung. Für die Bestimmung der restlichen Parameter wurden die Proben in Glasflaschen tiefgefroren und teils im Chemischen Labor der Limnologischen Abteilung des Zoologischen Institutes der Universität Wien (Vorstand: Univ. Prof. Dr. H. Löffler), teils im Paracelsus Forschungsinstitut Salzburg (Vorstand: Univ. Prof. Dr. J. Haslauer) analysiert. Die Angabe der Analysemethoden erfolgt in Kapitel 4.2.3. Die Darstellung der phytoplanktischen Methoden in Kapitel 6.3.

4.2. Niederschlags-Depositionsmessungen

4.2.1. Definition der im Zusammenhang mit Depositionsmessungen gebräuchlichen Begriffe

Die genannten Definitionen stammen vom Österr. Forstverein und Forschungsinitiative gegen das Waldsterben an der Universität für Bodenkultur (SMIDT und SONDEREGGER, 1984) sowie den VDI-Richtlinien Nr. 2104, 2450 und GRUBER (1985)

Gesamtdeposition (bulk deposition).

Summe aus nasser und trockener Deposition. Überwiegen die sauren Komponenten, liegt saure Deposition (saurer Niederschlag) vor

Nasse Deposition (wet deposition):

Indirekter Transport von Luftverunreinigungen in und an der Oberfläche von Wassertropfen, Schnee, Hagel, Nebel, Wolken etc. Weist Regen einen pH-Wert unterhalb von $\text{pH} = 5,6$ auf (bei diesem steht reines Wasser im Gleichgewicht mit dem CO_2 -Gehalt der Luft), spricht man von "saurem Regen" (acid rain). Durch natürliche Luftverunreinigungen kann der pH-Wert jedoch auch unter diesen Wert absinken ("natürlicher pH-Wert").

Fallender Niederschlag:

Niederschlag, der in der Atmosphäre gebildet, vorwiegend der Schwerkraft folgend, zur Erdoberfläche gelangt. (z.B. Regen, Schnee, Hagel)

Abgefangener Niederschlag:

Niederschlag, der in der Atmosphäre gebildet, vorwiegend der horizontalen Luftströmung folgend, an Gegenstände gelangt. (z.B. Nebel, Raufrost, Rauheis)

Abgesetzter Niederschlag:

Niederschlag, der durch unmittelbare Kondensation bzw. Sublimation des Wasserdampfes an festen Gegenständen auftritt. (z.B. Tau, Reif, Raureif)

Reine Luft

Luft, wie sie an Orten vorkommt, die genügend weit von Stellen menschlicher Tätigkeit oder sonstiger abnormaler Vorkommnisse entfernt sind, hat gemäß VDI-Richtlinien Nr 2104 eine definierte Zusammensetzung.

Natürliche Luft:

kann im Gegensatz zu reiner Luft mit natürlich entstandenen Luftschadstoffen (z.B. SO_2 , NO_x) verunreinigt sein.

Luftverunreinigende Stoffe:

Stoffe bzw Stoffgemische in bestimmten Zuständen, die infolge menschlicher Tätigkeit oder natürlicher Vorgänge in die Atmosphäre gelangen bzw dort entstehen und nachteilige Wirkungen auf den Menschen und seine Umwelt haben können. Vielfach wird der Ausdruck "luftfremde Stoffe" im gleichen Sinne gebracht.

Emissionen:

Übertritt luftverunreinigender Stoffe in die offene Atmosphäre.

Transmission:

Alle Vorgänge, in deren Verlauf sich räumliche Lage und Verteilung der luftverunreinigenden Stoffe in der offenen Atmosphäre unter dem Einfluß von Bewegungsphänomenen oder infolge weiterer physikalischer sowie chemischer Effekte ändern.

Immission:

Übertritt luftverunreinigender Stoffe von der offenen Atmosphäre in einen Akzeptor

Immissionskonzentration:

Konzentration einer Luftverunreinigung, angegeben in mg m^{-3} Mikrogramm/Liter oder ppb.

Niederschlag luftverunreinigender Stoffe:

Die aus der Atmosphäre ausfallenden luftverunreinigenden Stoffe.

Staub als Luftverunreinigung:

In der Luft verteilte, disperse Feststoffe beliebiger Form, Struktur und Dichte. Je nach den Erfordernissen einzelner Sachgebiete kann nach Feinheit unterteilt werden (z.B. Grobstaub, Feinstaub und Feinststaub), die Grenzen der Feinheitsbereiche sind dabei anzugeben.

Aerosol:

Disperse (kolloiddisperses) System, bei dem in einem gasförmigen Dispersionsmittel in feinsten Verteilung feste oder flüssige Stoffe im Schwebzustand vorhanden sind.

Ausregnung (rainout):

Aufnahme von Luftverunreinigungen in Wolken und Nebeltröpfchen.

Auswaschung (washout):

Aufnahme von Luftverunreinigungen durch fallende Niederschläge (unterhalb der Wolkendecke)

Niederschlagsereignisse:

Ereignisse, die im Winterhalbjahr nicht mehr als 6 Stunden, im Sommerhalbjahr nicht mehr als 3 Stunden durch eine Trockenperiode unterbrochen sind.

Trockene Deposition (dry deposition):

Direkter Transport von Luftverunreinigungen (Gasen, Aerosolen, Staub, Ablagerungen) an oder durch natürliche Oberflächen sowie die Aufnahme in das Innere derselben. Trockene Deposition kann akzeptorabhängig (als Gas oder Aerosol) oder -unabhängig (als Sediment) sein.

Filterung:

Sammelbegriff für Abscheidemechanismen von Luftverunreinigungen Impaktion und Interception

Impaktion:

Filterung durch Auftreten von Stoffen an Oberflächen mit Hilfe der Luftströmung

Interception:

Filterung von Niederschlägen und Auskämmen des Nebels durch Pflanzen, Streu- und Bodenoberflächen.

Adsorption:

Änderung der Konzentration eines Stoffes an der Phasengrenze zu einem anderen Stoff, in dem er weitgehend unlöslich ist, gegenüber derjenigen, die im Inneren seiner Phase vorherrscht.

Absorption:

Gleichmäßige Verteilung eines Stoffes in einem oder mehreren anderen.

Sedimentation:

Bewegung fester Teilchen unter dem Einfluß der Schwerkraft (Durchmesser über 20 µm)

Grundbelastung:

Deposition von Luftverunreinigungen auf chemisch neutrale, waagerechte Oberflächen (die Filterwirkung von Vegetationsdecken bzw. die spezifische Absorption des Bodens oder eines Gewässers bleibt dabei unberücksichtigt).

4.2.2. Ort, Zeitpunkt und Methode der Niederschlagsmessungen:

4.2.2 1 Methodik der Schneeprobennahme:

Die Schneeproben wurden durchwegs als Mischproben genommen, da meistens eine eindeutige Zuordnung der Schneeprobe zu einem bestimmten Niederschlagsereignis schwer möglich war (Verwehung). Die Entnahme erfolgte durch Ausstechen eines Schneekerns, wobei jeweils 10 Cores zu einer Gesamtprobe zusammengesetzt wurden.

Die Mischprobe wurde in ein Glasgefäß gefüllt, verschlossen transportiert und nach dem Auftauen im Labor analysiert.

4.2 2 2. Methodik der Gesamtdepositionsmessung (bulk deposition)

Das Grundprinzip der Gesamtdepositionsmessung besteht im Auffangen der Niederschläge in Bechern, nach der sogenannten Bergerhoff-Methode (VDI-Richtlinie, 1972). Ein Sammelgefäß wird in einer Höhe von etwa 1,5 m exponiert und nach einer Expositionszeit von 30 / 2 Tagen eingesammelt. Diese Probennahmeverrichtung war vorerst nur für die Bestimmung partikulärer Bestandteile der Niederschläge (Staubmessung) vorgesehen.

Im Zuge der Vorversuche zur Gesamtdepositionsmessung im Rahmen des ÖEP traten jedoch einige Schwierigkeiten auf, die eine Modifizierung dieser Methode zur Folge hatten.

Als Hauptproblem stellte sich die Verschmutzung der Sammelgefäße durch Insekten, Vogelextreme, Blätter, Algen und Bakterien dar.

Der Grund für die häufige Verunreinigung der Proben ist wohl darin zu suchen, daß sich die Sammelgefäße nicht in der Nähe von hoch aufragenden Gegenständen und Objekten befinden sollen und sich bei der Exposition der Probengefäße auf

Freiland ein eigenes Biotop ausbildet, bei dem sich Kleintiere, vor allem durch das Vorhandensein von Wasser, bevorzugt aufhalten.

Um eine Kontamination durch Tiere zu verhindern, wurden die Becher mit einem Fliegengitter überzogen, nachdem Versuche, bei denen Becher mit Zwirn, bzw Streifen aus Alufolie, umspannt wurden, wenig Erfolg zeigten. Da zwischen einer Überspannung mit Netz-Maschenweiten von 320 und 2000 Mikrometer kein qualitativer Unterschied in den Konzentrationen, wohl aber in der Menge des Regenwassers auftrat, wurde letztendlich eine Überspannung mit 2000 Mikrometer Maschenweite gewählt.

Die Kunststoffbecher wurden auf einer Unterlage aus Paneelholz montiert. Zur Abschreckung der Vögel bewährte sich ein schwarzer Plastik-Rabe (Firmenbezeichnung: Möwenschreck), der in gleicher Entfernung auf einer separaten Stange aufgestellt wurde.

Weitere methodische Details zur Probennahme von sauren Depositionen wurden von PUXBAUM (1983) übernommen.

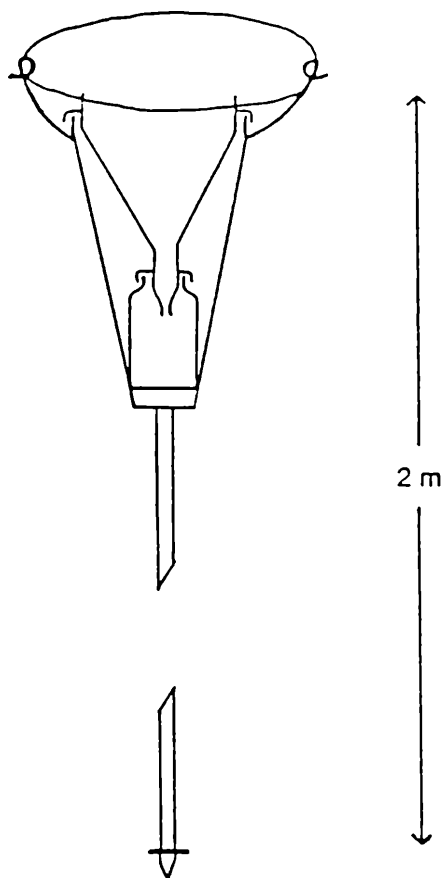
Unter besonderer Berücksichtigung der Problematik des Nähr- und Schadstoffeintrages in Seen, wurde eine zusätzliche Variante erprobt. Um die Möglichkeit der Impaktion von Nähr- und Schadstoffen als Grenzflächenerscheinung zwischen Luft und Wasser (Löslichkeit von Gasen) zu testen, wurden von 5 exponierten Bechern 2 mit je 200 ml aqua dest. beschickt. Da diese Auffangweise jedoch keinen meßbaren Unterschied erbrachte, wurden in Hinkunft die Probengefäße ohne Wasservorgabe exponiert.

4.2.2.3. Methode der aktuellen Niederschlagsmessung (wet only)

Der aktuelle Niederschlag (wet only) wurde in Polyäthylenflaschen mit einem Fassungsvermögen von 5,3 Litern und einer

Fläche des Auffangtrichters von 780 cm² aufgefangen ("Innsbrucker Methode") Die Flaschen wurden in etwa 2 m Höhe gemäß der üblichen Aufstellungsrichtlinien exponiert.

Nebensiehende Abbildung gibt die Probenentnahmeverrichtung wieder

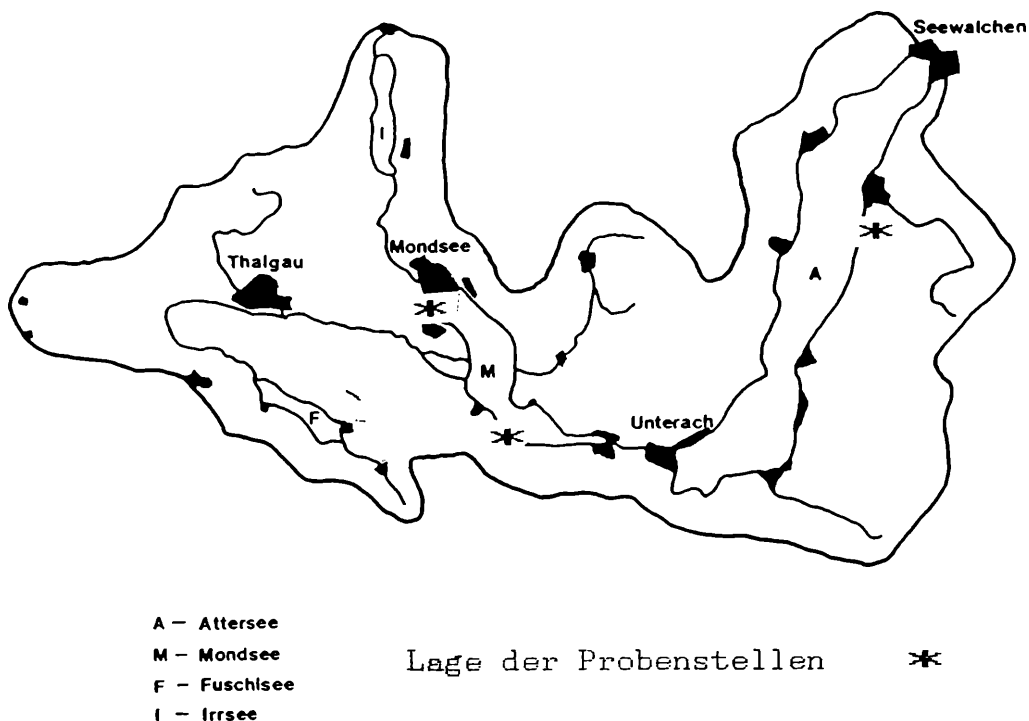


4.2.2.4. Ort und Zeitpunkt der Niederschlagsmessungen

Die Niederschlagsmessungen erfolgten in Weyregg, Mondsee und Scharfling. Die Betreuung der Meßstelle in Mondsee wurde durch Mitarbeiter des Limnologischen Institutes der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Mondsee-Gaisberg, jene der Meßstelle in Scharfling von Mitarbeitern der Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft, vorgenommen.

Die Bulk-Messungen wurden im 7-, bzw. 14-tägigen Abstand gewechselt. Schnee- und Wet-only-Messungen erfolgten zum aktuellen Anlaß.

Die Lage der Probenentnahmestellen gibt folgende Abbildung wieder



4.2.3. Die Analyse der Niederschlagsproben:

pH-Wert:

Die pH-Wert-Bestimmung erfolgt potentiometrisch mit pH-Meter unter Verwendung einer Einstab-Eektrode Ingold 3060265 für weiche Wässer im Labor und einer Einstab-Eektrode WTW Typ E 50 (Serie 191) im Freiland.

Die Eichung erfolgt bei pH 4 und pH 7. Da die Einstellung des pH-Wertes in schwach gepufferten Systemen längere Zeit erfordert, wird der pH-Wert erst nach 20 Minuten abgelesen.

Ergebnisse werden auf pH 0,01 genau angegeben.

Leitfähigkeit

Die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit erfolgt mit dem Konduktometer LF 191 der Fa. WTW, mit einer Elektrode LS 1/T 1,5, bestimmt. Das elektrische Leitvermögen wird als K20 in MikroSiemens.cm⁻¹ angegeben.

Alkalinität

Die Alkalinität wird mit 0,01 normaler HCl mittels einer Mikrobürette nach der Methode von BERGER (unveröff. bestimmt. Das entstehende CO₂ wird mit N₂ ausgeblasen. Als Indikator dient Methylrot.

Nitrat-N

Die Bestimmung des Nitrat-Ions erfolgte nach der Salicylat-Methode nach MÜLLER und WIDEMANN (SOUCI and QUENTIN, 1969) Erfassungsgrenze: 1 µg/l

Ammonium-N

Die Bestimmung des Ammonium-Ions erfolgte colorimetrisch als Indophenol (WAGNER, 1969) Erfassungsgrenze: 1 µg/l

Nitrit-N

Nitrit-Ionen wurden durch Diazotierung in saurer Lösung (pH 1,9) mit Sulfanilamid und anschließender Kupplung mit N-(1-Naphtyl)-Ethylendiamin bestimmt. Die Extinktion wurde bei 540 nm gemessen (STRICKLAND, 1968) Erfassungsgrenze: 1 µg/l

Gesamtphosphor

Der Gesamtphosphorgehalt wird mit Schwefelsäure-Perhydrol-Aufschluß nach der Methode von VOGLER (1956) bestimmt.

Sauerstoff

Der Sauerstoffgehalt sowie die Sauerstoffsättigung werden mittels Oximeter Oxi 191 der Firma WTW mit der Elektrode E 0190-1,5 bestimmt.

5. Zuflüsse:

5.1 Einleitung und Methodik

Die Nährstoff-Fracht der Zubringerbäche ist hauptverantwortlich für den Nährstoffeintrag in Seen. Die Proben wurden stets im Mündungsbereich der Bäche, jedoch außerhalb eventueller See-Rückstau entnommen. Dadurch ist es möglich, die Summe der entlang der Fließstrecke punktuell und diffus eingebrachten Nährstoffe kurz vor dem Eintritt in den See punktförmig und daher methodisch einfach zu erfassen.

Unter Berücksichtigung der OECD-Richtlinien und der Arbeiten von RECKHOW (1978, 1979) und LOFTIS & WARD (1980a & b), welche Sammelstrategien für Nährstoffbilanzen diskutieren, erfolgte im Bereich der Ager-Seenkette an den Hauptzuflüssen 14-tägige, an den restlichen Einrinnen monatliche Probenentnahmen. Nach UNGER (1970), der für eine verlässliche Frachtberechnung die Entnahme repräsentativer Proben aller Abflusssituationen über eine bloße Anzahl der Proben stellt, wurden Extremwassersituationen gesondert gesammelt.

Da besonders bei Hochwässern ein hoher Abtransport von Nährstoffen zu erwarten ist (vgl. GACHTER & FURRER 1972, RECKHOW 1978, RIGLER 1979, WENDT & COREY 1980, LEONHARD et al. 1980), erfolgten zu diesen Abflusssituationen außerplanmäßige Probenentnahmen.

Für die Fuschler Ache, Wangauer Ache, Weyreggerbach und Kienbach wurden Korrelationen der Schüttung (Q) und des Total-Phosphorgehaltes (P) zur Frachtberechnung verwendet.

Bei den restlichen Zubringern wurde aus normalen Abflußperioden der Jahresabfluß mit dem Jahresmittel der Phosphorkonzentration multipliziert. Zusätzlich wurde die Phosphor-Fracht zu Hochwasserereignissen berechnet und zur restlichen Jahresfracht addiert.

Die Jahresschüttungen von Zeller Ache, Fuschler Ache, Mondsee Ache, Weißenbach und Ager wurden vom Hydrographischen Dienst des Amtes der o.ö. Landesregierung zur Verfügung gestellt. Die Schüttungs-Messungen an Weyreggerbach, Kienbach, Steinbach, Hainingerbach und Attersee-Mühlbach wurden seitens des

Labors Weyregg vorgenommen. Für die Installation der Lattenpegel und deren regelmäßige Überprüfung ist der OKA (Oberösterreichische Kraftwerke AG) zu danken.

Die Kennwerte der Regressionsberechnungen für die Fuschler Ache, Wangauer Ache, Weyreggerbach und Kienbach lauten

	a (Schnittpunkt)	b (Steigung)	R ² (Bestimmtheitsmaß)	n Stichproben
Fuschler Ache	-0,943	6,766	0,74	50
Wangauer Ache	-2,633	38,598	0,24	49
Weyreggerbach	20,181	13,596	0,42	34
Kienbach	11,467	47,036	0,42	36

5.2. Phosphorfracht:

ATTERSEE P H O S P H O R B I L A N Z (kg P_{total}·a⁻¹)

<u>Einträge:</u>	1982	1983	1984	1985
Weyreggerbach	1020	840	655	1480
Alexenauerbach	165	215	105	150
Kienbach	740	405	530	1110
Steinbach	120	80	65	90
Weißbach	335	180	315	360
restl. Kalkeinzugsgebiet	90	70	80	80
Urfangbach	40	30	35	35
Parschallenbach	300	385	215	330
Dexelbach	90	60	80	75
Näbtalbach	40	20	35	30
Mühlbach	175	95	170	155
Hainingerbach	160	105	150	150
Rest-Einzugsgebiet	940	830	640	645
MONDSEE ACHE	5010	3300	3560	4980

M O N D S E E - P H O S P H O R B I L A N Z (kg P_{total}·a⁻¹)

<u>Einträge:</u>	1982	1983	1984	1985
Fuschler Ache	5245	3840	2890	10320
Wangauer Ache	2190	1475	990	3220
Zeller Ache	2450	1875	1950	2760
Resteinzugsgebiet	3100	2745	2790	3350

6. Seen:

6.1. Sichttiefen

Die Sichttiefen, in den Jahresmitteln 1978 - 1981 einen ansteigenden Trend aufweisend, wiesen im Beobachtungszeitraum 1982 - 1986 relativ konstante, hohe Werte zwischen 11 und 12 Meter auf.

Auf Grund der biogenen Entkalkung zur warmen Jahreszeit betrugen die geringsten Sichttiefen 5,0 Meter, die winterlichen Maximalwerte hingegen unglaubliche 18 Meter.

Im Sinne der trophischen Einstufung weisen die Sichttiefen den Ättersee eindeutig als oligotrophes Gewässer aus. Im Vergleich zur ersten Untersuchungsperiode 1978 - 1981 ist eine Stabilisierung der hervorragenden Sichttiefeverhältnisse festzustellen.

ATTERSEE - Sichttiefen 1982 - 1986

(Monatsmittel der Secchi-Scheiben-Ablesungen in Meter)

	1982	1983	1984	1985	1986
Januar	17,0	17,0	16,0	17,5	17,8
Februar	16,0	18,0	16,0	16,0	16,3
März	15,8	15,0	17,6	16,0	15,5
April	14,3	15,1	16,9	13,5	14,1
Mai	11,0	11,0	12,9	11,3	11,5
Juni	5,7	11,3	11,0	10,5	6,9
Juli	6,5	5,4	7,2	5,7	11,0
August	6,7	5,6	5,0	5,6	7,5
September	6,0	6,9	6,2	7,1	7,3
Oktober	6,5	9,2	10,5	10,5	9,8
November	11,5	10,0	11,3	12,7	11,5
Dezember	14,0	15,4	12,0	12,8	12,1
Jahresmittel	11,0	11,7	11,9	11,6	11,8

6.2. Nährstoffgehalte und Chemismus:

6.2 1. Attersee:

Von der Ionenzusammensetzung her ist der Attersee als typisches Erdalkali-Bikarbonatgewässer zu bezeichnen. Unter den Kationen dominieren die Erdalkalien mit nahezu 98% mit einem Ca Mg Verhältnis von 3,5. Unter den Anionen nimmt das Bikarbonat mit ebenfalls 98% den Hauptanteil ein (NEUHUBER 1976)

Die graphischen Darstellungen der gemessenen chemischen Inhaltsstoffe des Attersees zeigen eine hervorragende Übereinstimmung mit den erwarteten Vertikalverteilungen. Analog der ausgezeichneten Gewässergüte des Attersees (Oligotroph) weisen die dargestellten Parameter ausnahmslos eine orthograde Tiefenverteilung auf

Die Leitfähigkeiten liegen sowohl jahreszeitlich als auch gegen die Tiefe zu sehr konstant zwischen 250 und 270 MikroSiemens.

Die pH-Werte zwischen 7,5 und 8,1 zeigen ebenfalls eine orthograde Tiefenverteilung.

Der Gesamtphosphor weist zwar optisch eine relativ heterogene Tiefenverteilung auf, ist aber ebenfalls eindeutig orthograd - ohne signifikante Unterschiede in der P-Konzentration des Epi-, Meta-, oder Hypolimnions - verteilt. Der überstrichene Konzentrationsbereich liegt zwischen 3 bis 15 Mikrogramm pro Liter, die Jahresmittel der Beobachtungszeit betragen um 5 Mikrogramm. Im Jahr 1986 unterschritt der Jahresmittelwert der Phosphorkonzentration mit 4,9 mg/m³ den Grenzbereich zur Ultra-Oligotrophie. Aus der Tatsache dieser geringen Konzentrationen, die sich bereits im unteren Niveau der Bestimmungsgrenze für Totalphosphor befinden, heraus erklärt sich die optische Unruhe der Darstellungen.

Auch die Stickstoffgehalte, hier am Beispiel der Nitratkonzentrationen dargestellt, weisen in der Tiefenverteilung einen gleichartigen Verlauf aus. Die Nitritgehalte im Attersee weisen stets eine sehr geringe Konzentration auf

Die Sauerstoffkonzentrationen entsprechen ebenfalls dem Typus des oligotrophen Sees, erst in Tiefen ab 50 m sinkt der Gehalt unter die 10 mg/l-Grenze. Auch in den tieferen Seebereichen wird eine Sauerstoffsättigung von 65% kaum unterschritten.

Zusammengefaßt ergibt sich, daß im Attersee die meisten chemischen Meßgrößen orthograd tiefenverteilt sind, also von der Seeoberfläche bis über Grund gleiche Konzentrationen aufweisen.

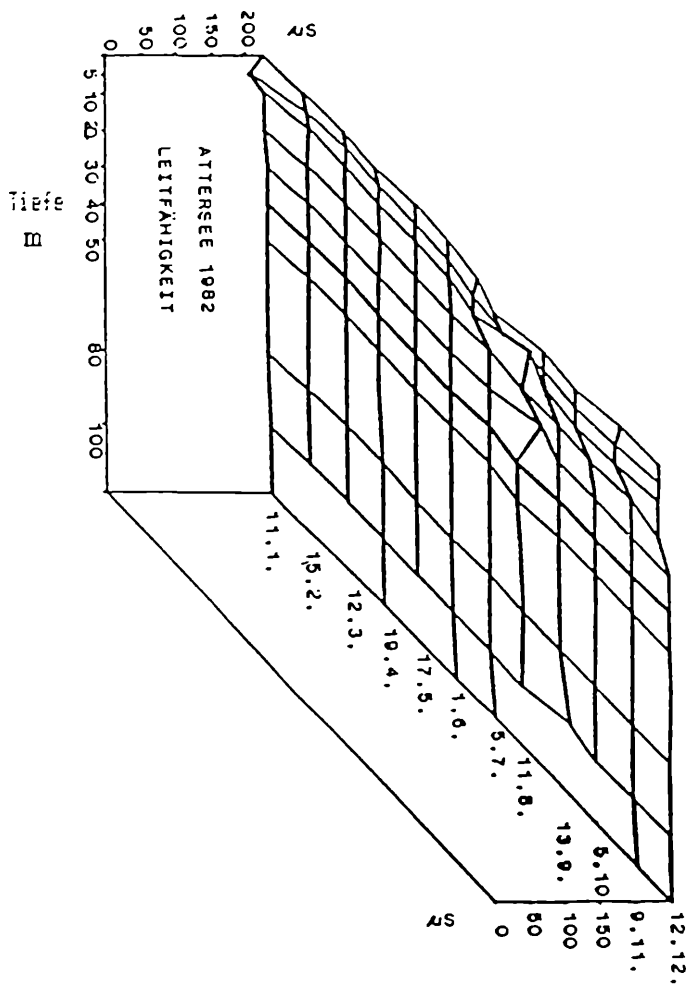
6.2.2. Mondsee:

Die chemischen Meßserien vom Mondsee wurden seitens der Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft, Scharfling, entnommen. Die Ergebnisse werden im Anhangteil in Tabellenform dargestellt, aber im Rahmen vorliegenden Teil-Endberichtes nicht weiter diskutiert.

Leitfähigkeit

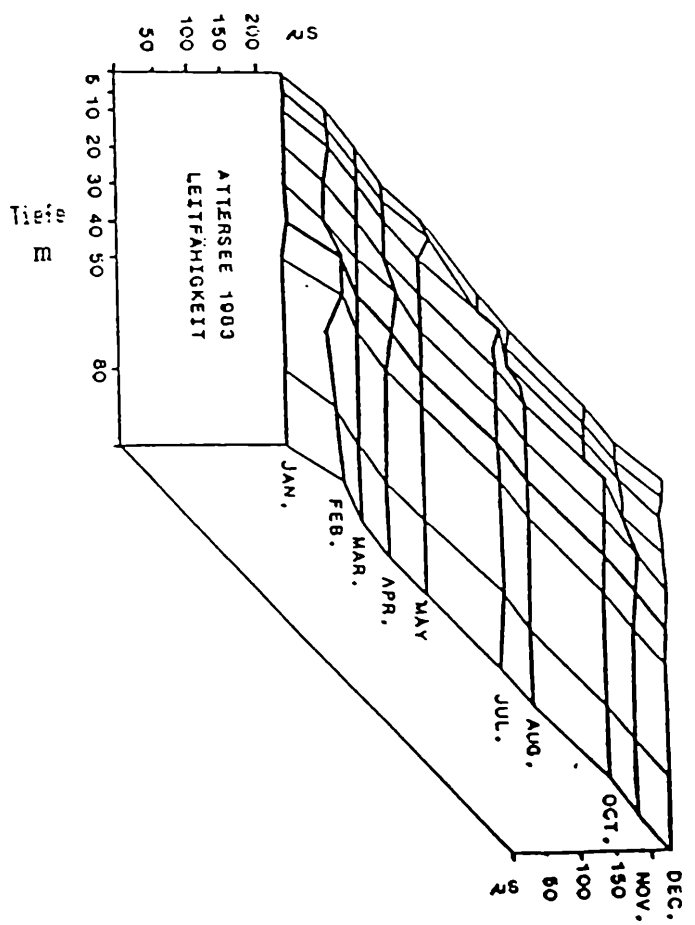
Leitfähigkeit

1 9 8 2



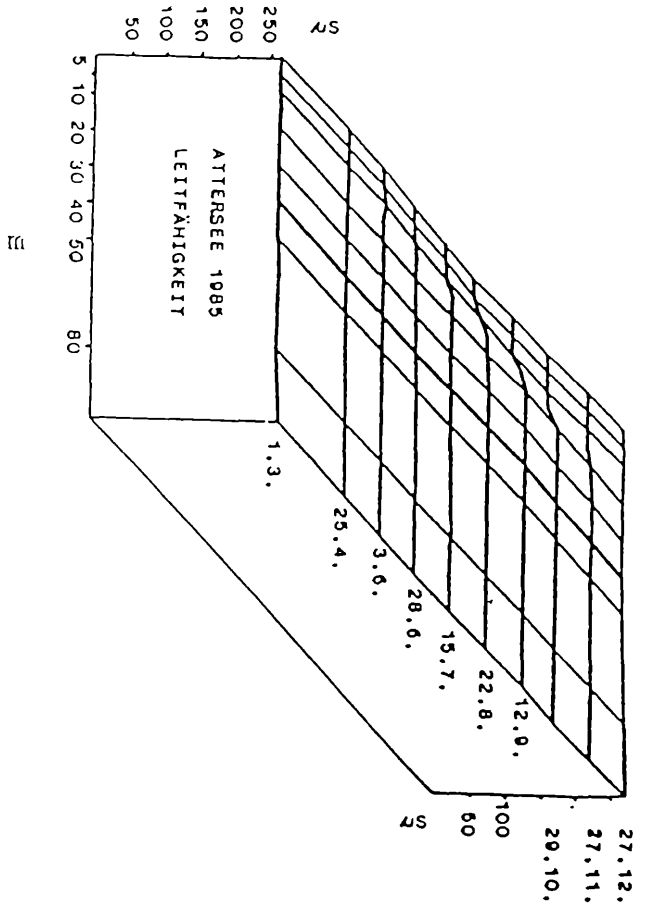
Leitfähigkeit

1 9 8 3



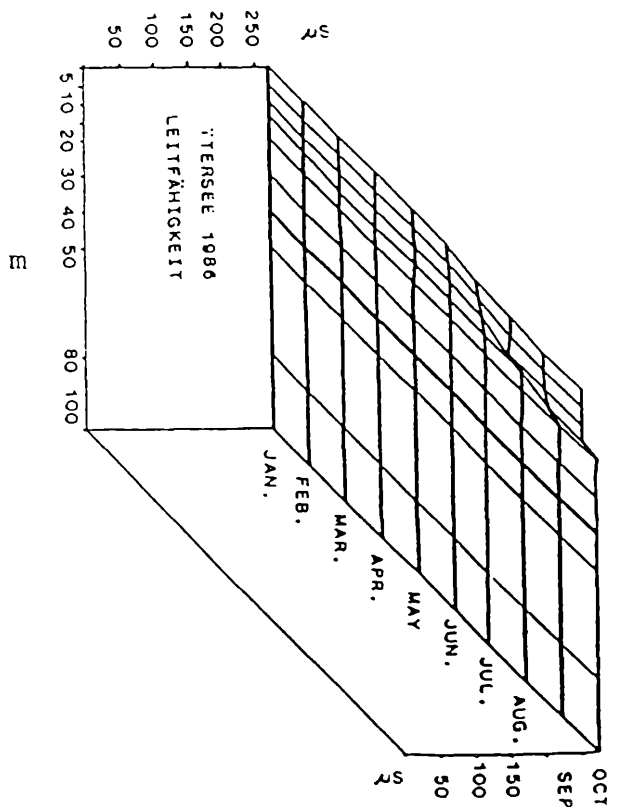
Leitfähigkeit

1 9 8 5

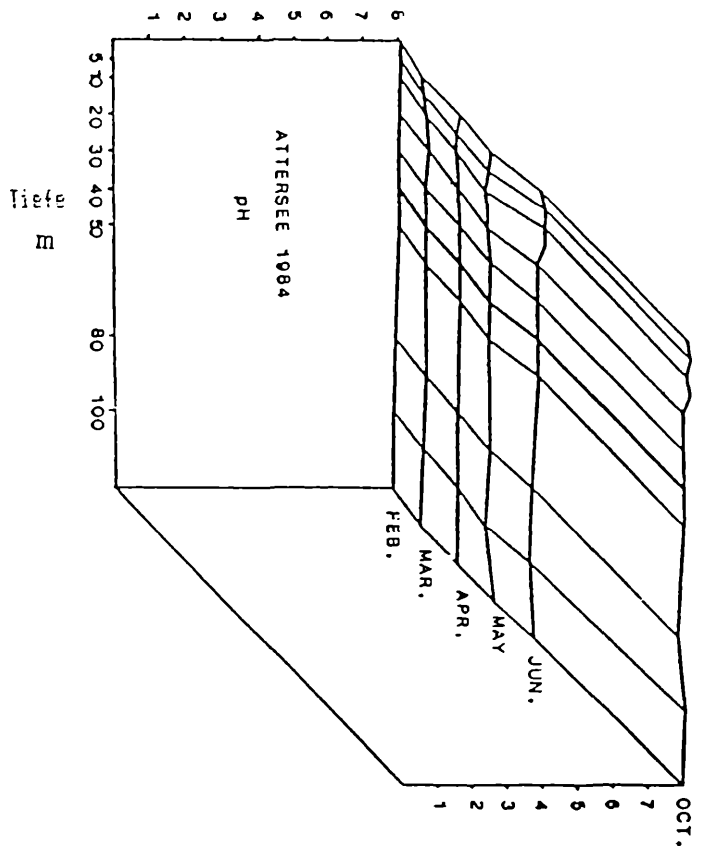


Leitfähigkeit

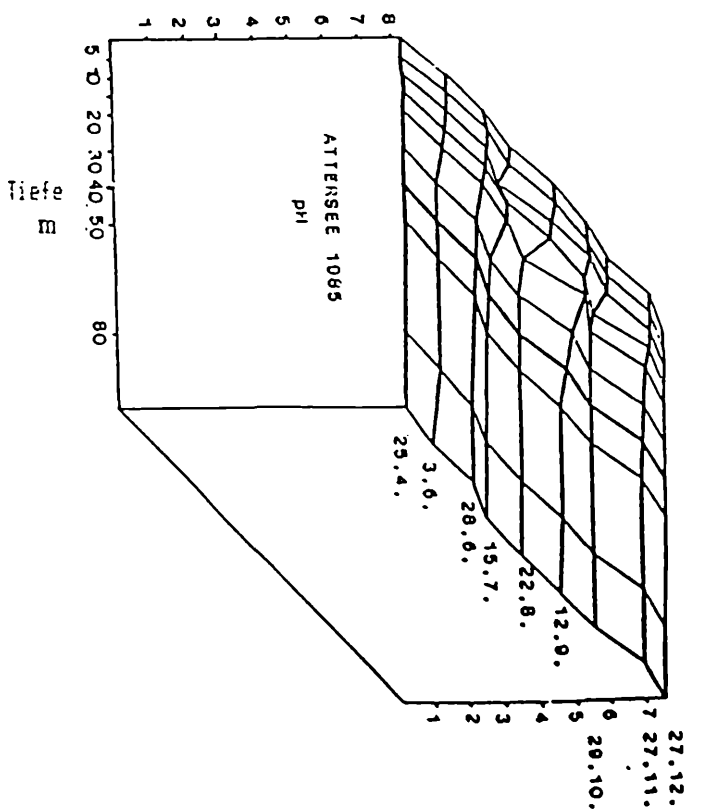
1 9 8 6



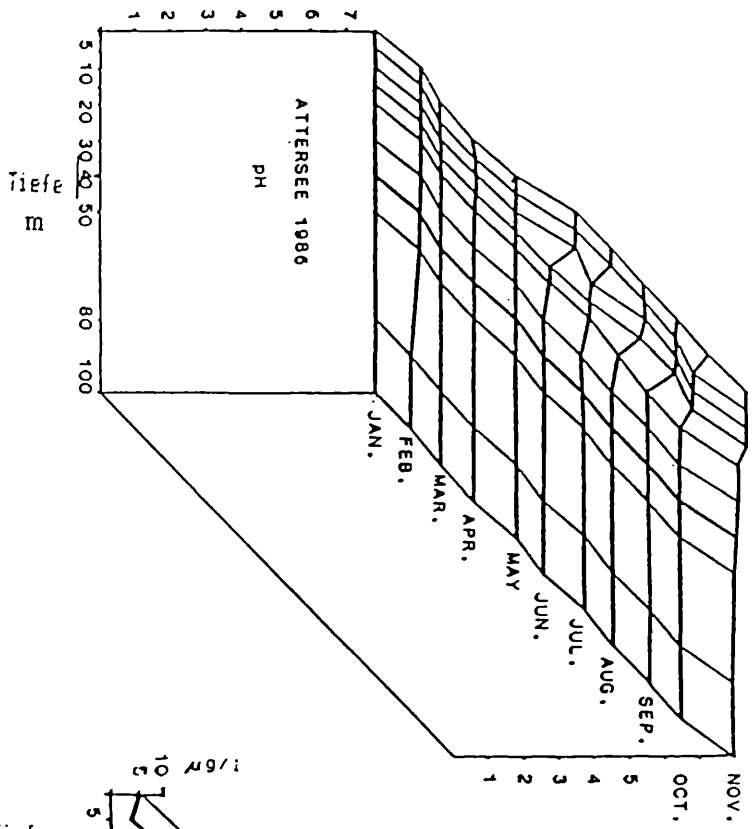
pH-Wert
1 9 8 4



pH-Wert
1 9 8 5

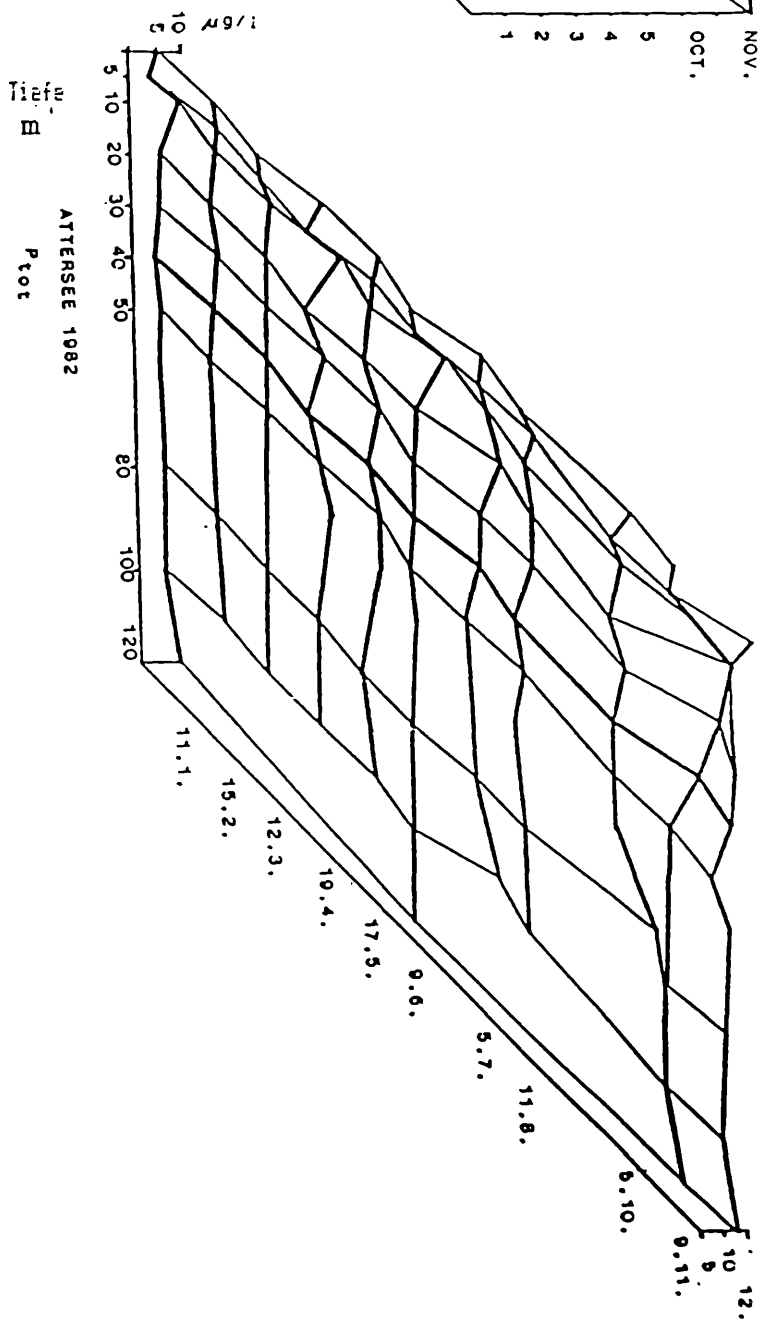


pH-Wert
1 9 8 6

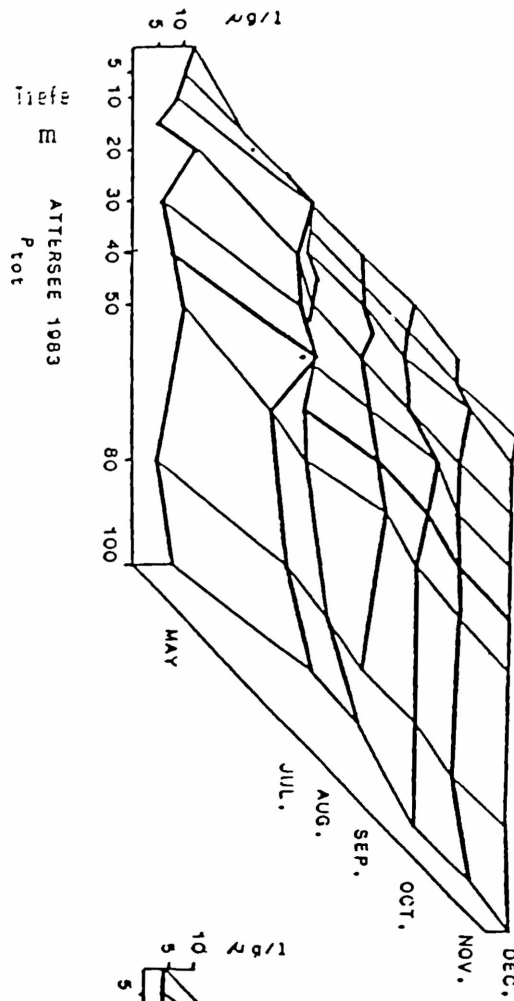


Gesamtphosphor

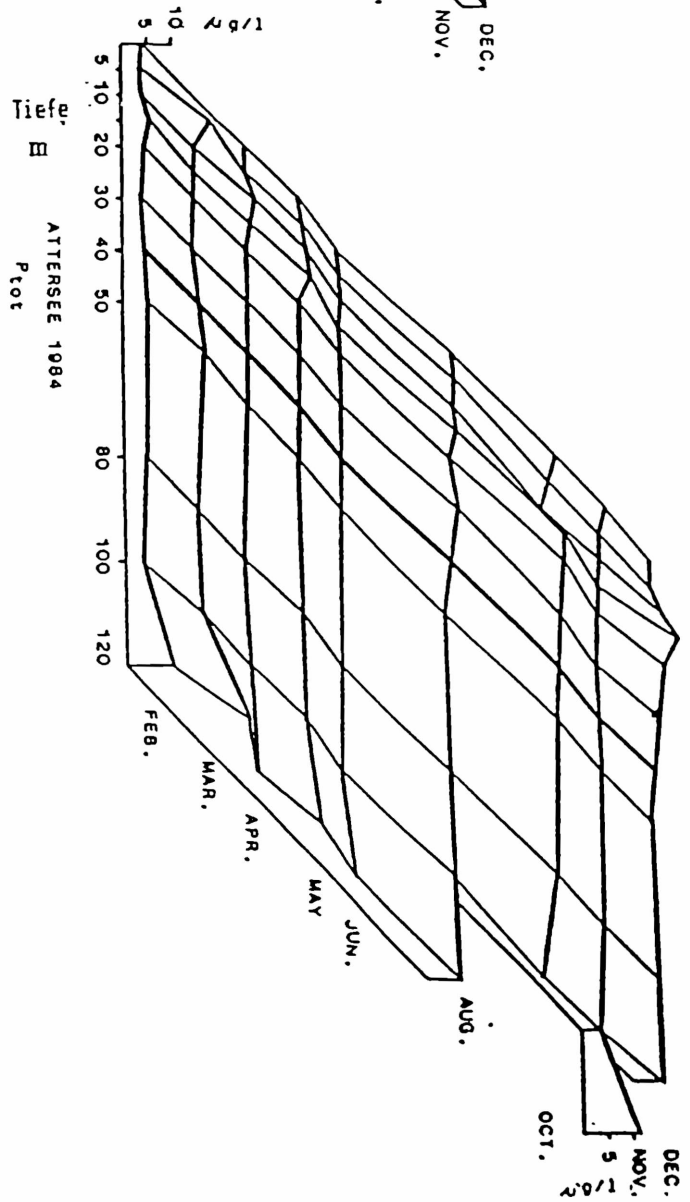
P-total
1 9 8 2



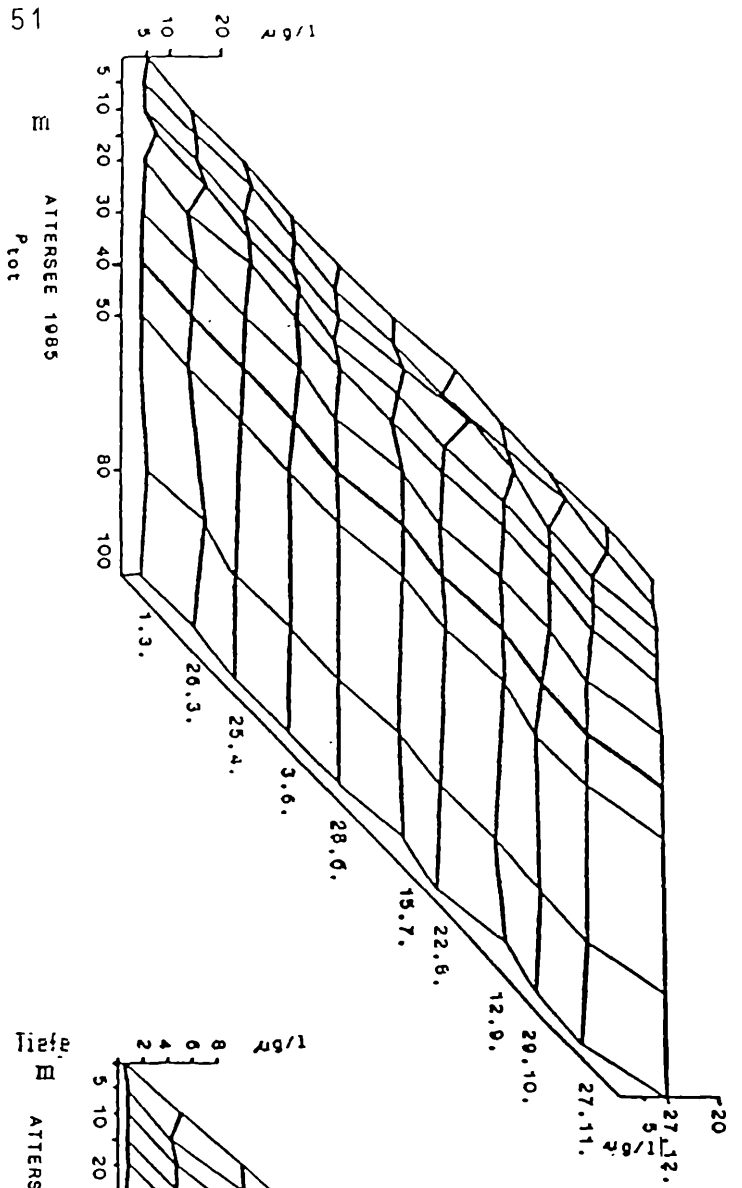
P-total
1983



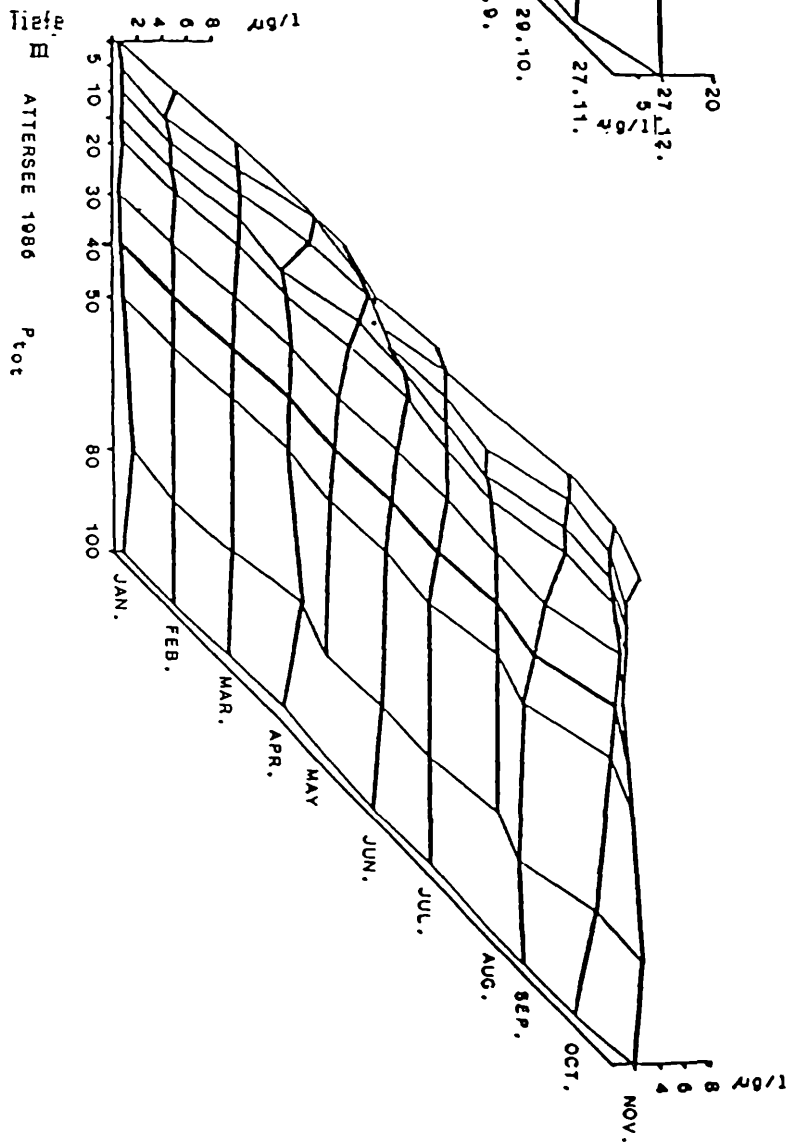
P-total
1984



P-total
1985

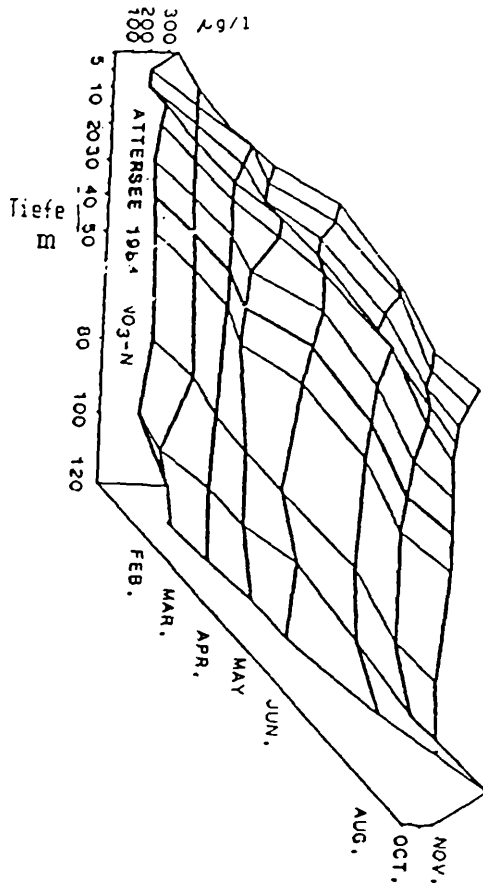


P-total
1986



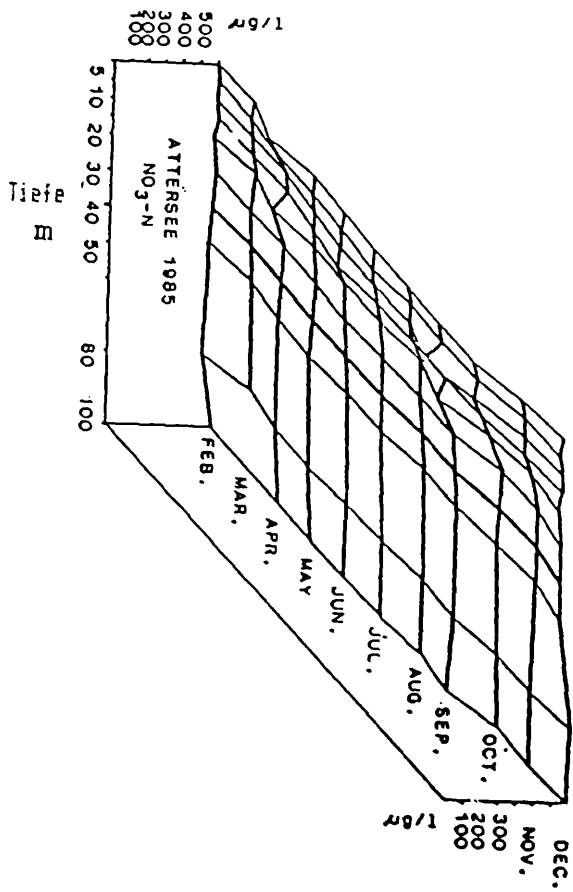
Nitrat-N

1 9 8 4



Nitrat-N

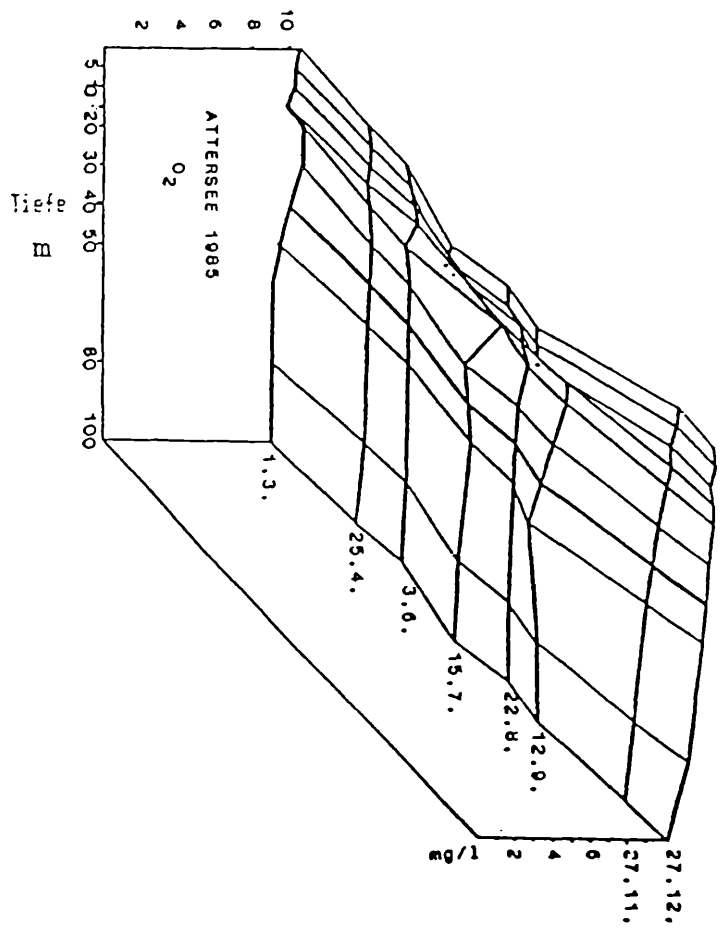
1 9 8 5



Sauerstoff

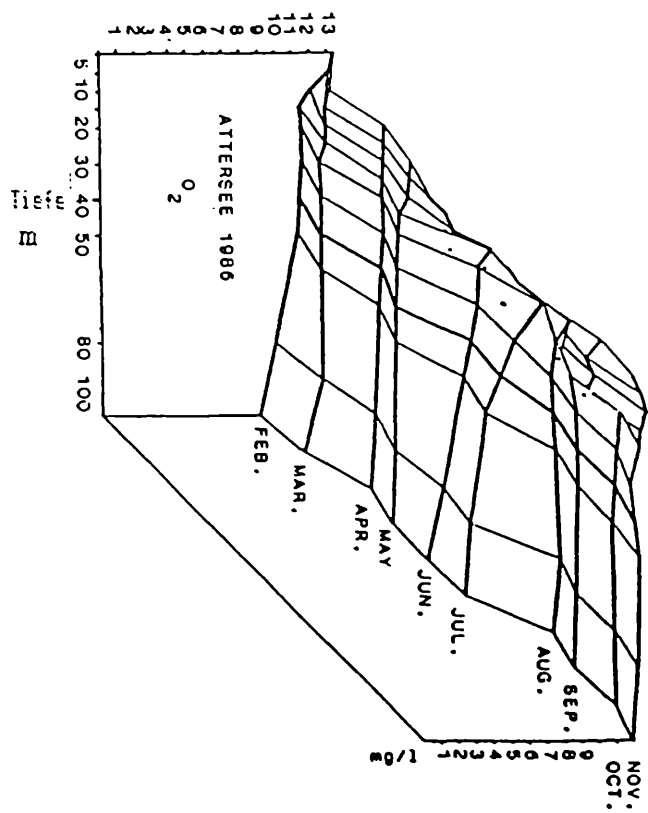
Sauerstoff

1 9 8 5



Sauerstoff

1 9 8 6



6.3. Phytoplankton und Chlorophyll:

6.3.1. Attersee:

6.3.1.1. Einleitung:

Im Rahmen des ÖEP-II, Projekt Salzkammergutseen wurden regelmäßig, im zumeist monatlichem Abstand, Phytoplanktonproben aus dem Attersee untersucht. Insgesamt liegen Daten aus einem Zeitraum von 13 Jahren vor. Bloß im Jahr 1977 konnte nur die erste Jahreshälfte besammelt werden. Damit wurde auch im Rahmen des ÖEP-Salzkammergutseen eine sogenannte Langzeitprobenserie entnommen. Serien dieser Art sind von besonderem wissenschaftlichen Wert, da aus diesen nur selten vorliegenden Datensätzen Langzeit-Zyklien der phytoplanktischen Entwicklung diskutiert werden können. Die Auswertung der Datenreihen im Rahmen des ÖEP-II Programmes erfaßt sicherlich nicht den gesamten Informationsgehalt der entnommenen Proben. Es ist daran gedacht, im Rahmen einer gesonderten Publikation das Material in den nächsten Jahren über die Fragestellungen des Programmes hinaus auszuwerten.

6.3.1.2. Methodik:

Zum Erhalt der Phytoplanktonproben wurde die Wasserschicht von der Seeoberfläche bis 20m Tiefe integrierend, mittels eines Schröder-Samplers besammelt. Es wurde jeweils eine Mischprobe aus drei Vertikalzügen hergestellt. Der Tiefenbereich unterhalb wurde punktuell, durch Herstellen einer Mischprobe aus 25m, 30m, 35m und 40m beprobt. Zur Entnahme der Proben diente ein Ruttner-Schöpfer, später ein Schindler-Sampler. Das Volumen der entnommenen Phytoplanktonproben betrug etwa 2 Liter.

Im Labor wurde der Inhalt der 2-Liter-Probe durch ausreichendes Schütteln homogenisiert und 250 ml in eine Glasflasche abgefüllt. Diese Teilprobe wurde mit Lugol'scher Lösung sowie etwas Formalin fixiert. Der Rest der Probenmenge wurde zur Chlorophyll-Bestimmung verwendet.

Zur Chlorophyll-Analyse wurde die verbleibende Probenmenge durch ein Glasfaser-Filter (Whatman GFF) mit 45 Mikrometer Porenweite filtriert. Vom Filter mit dem Probenrückstand wurden von Hand große, sich von Phytoplankton nährnde Planktonkrebse (hauptsächlich Daphnien) ausgelesen, um eine Beeinträchtigung des Meßergebnisses, im vorliegenden Bereich sehr geringer Chlorophyll-Konzentrationen, zu verhindern. Danach wurde der Filter tiefgekühlt aufbewahrt.

Zur Chlorophyll-Bestimmung wurden die Filter in Eprouvetten übergeführt und mit 10 ml Aceton überschichtet. Es gelangte 90%-iges p.a. Aceton zur Anwendung. Die mit Aceton versetzten Filter verblieben 30 Minuten in einer Ultraschallwanne, danach wurden die Filter mit einem Glasstab mechanisch gepreßt und im Anschluß daran die gesamte Probe zentrifugiert. Vom klaren Überstand wurden 5 ml in eine Küvette gefüllt und photometriert. Verwendet wurde ein Zweistrahl-Photometer von Perkin-Elmer, als Blindprobe diente p.a. Aceton. Im Anschluß an die erste Messung wurde die Probe in der Küvette angesäuert, wobei im speziellen Fall für 5 ml Probe 14,55 Mikroliter 0,05-nomale HCl verwendet wurden. Der Hintergrund dieser Maßnahme liegt darin, daß das Ausmaß der Umsetzung von Chlorophyll-a in Phäophytin-a in angesäuerten organischen Lösungsmitteln in erheblichem Maß vom pH-Wert abhängt. Nach MOED & HALLEGRAEFF (1978) ist im Rahmen photometrischer Messungen vor und nach der Ansäuerung, die der Unterscheidung von Chlorophyll-a und Phaeopigmenten dient, nur der Bereich zwischen pH 2,6-2,8 sinnvoll anwendbar. Bei höherem pH erfolgt die Reaktion nur langsam, und gelegentlich auch unvollständig. Andererseits können bei noch niedrigerem pH-Wert unerwünschte Nebenreaktionen wie Zersetzung bestimmter Karotinoide stattfinden, die eine Zunahme der Background-Adsorption bewirken. Außerdem werden dabei Dikationen des Phaeophytins gebildet, deren spektrale Kennzeichen sich von den normalerweise vorliegenden Monokationen des Phaeophytins unterscheiden. Die erwähnte Konzentration der HCl ist Ergebnis stöchiometrischer Berechnungen, die vom Paracelsus Forschungsinstitut, Salzburg, durchgeführt wurden.

6.3.1.3. Ergebnisse:

6.3.1.3.1. Vertikalverteilung des Phytoplanktons im Attersee im Jahr 1985 und 1986

Verfasser: Dr. W. WIRKNER

Zur Bearbeitung im Rahmen dieser Fragestellung wurde das gesamte Jahr 1985 mit 14 Terminen und das Jahr 1986 mit 7 Terminen herangezogen. Für diesen Zeitraum wurde untersucht, ob es Unterschiede zwischen diesen beiden Schichten bezüglich Biomassen und Artzusammensetzungen gab.

Der Jahresverlauf der Gesamtbiomassen ist in Abbildung 1 dargestellt. Nach einem Anstieg im Jänner 1985 wurde ein erster Gipfel am 1985-02-25 (über $0,4 \text{ g/m}^3$) erreicht. Ein Rückgang erfolgte am 1985-03-01, danach wieder ein Anstieg auf über $0,5 \text{ g/m}^3$ (1985-03-15). Bei den folgenden 2 Terminen ergaben sich Biomassen knapp über $0,2 \text{ g/m}^3$. Die maximalen Biomassen wurden sowohl für die 0-20m als auch für die 25-40m Schicht am 1985-05-28 und 1985-06-03 erreicht (über 1 g/m^3). Danach sanken die Werte für das restliche Jahr auf Werte unter $0,2 \text{ g/m}^3$ ab. Ein Herbstpeak konnte nicht beobachtet werden.

Relativ geringe Biomassen ließen sich an den ersten 5 Terminen des Jahres 1986 feststellen (unter $0,2 \text{ g/m}^3$). Der stark ausgeprägte Peak des Jahres 1985 (Ende Mai/Anfang Juni) erschien nur fragmentarisch am 1986-06-16 (Abbildung 1) und auch nur in der 0-20m Schicht. Für den letzten Termin am 1986-07-18 ergaben sich in beiden Schichten Biomassen unter $0,1 \text{ g/m}^3$.

In der Zusammensetzung des Phytoplanktons stellen die Bacillariophyceen die wichtigste Algengruppe dar. Ihr Anteil reichte, in diesem besprochenen Zeitraum, von unter 10% bis 97,8% (Abbildung 2). Im folgenden Text werden zuerst die Werte der 0-20m Schicht angeführt, in Klammer jene der 25-40m Schicht.

Am 1985-01-17 umfaßten die Bacillariophyceen $0,252 \text{ g/m}^3$ ($0,201 \text{ g/m}^3$), das entspricht $83,4\%$ ($73,4\%$) der Gesamtbiomasse. Wichtigste Art war *Tabellaria fenestrata* mit $0,184 \text{ g/m}^3$ ($0,159 \text{ g/m}^3$) oder $60,9\%$ (58%). Am 1985-02-25 ergaben sich Bacillariophyceenbiomassen von $0,365 \text{ g/m}^3$ ($0,549 \text{ g/m}^3$), die $84,2\%$ ($93,5\%$) der Gesamtbiomassen darstellten. Wichtigste Art war, wie beim Termin davor, *Tabellaria fenestrata* mit Biomassen von $0,327 \text{ g/m}^3$ ($0,469 \text{ g/m}^3$), bzw. $75,5\%$ ($79,9\%$). Ebenso groß war der Anteil der Bacillariophyceen am 1985-03-01, der $0,267 \text{ g/m}^3$ ($0,339 \text{ g/m}^3$) bzw. 88% ($86,8\%$) der Gesamtbiomasse darstellte. Auch an diesem Termin war *Tabellaria fenestrata* mit $0,242 \text{ g/m}^3$ ($0,303 \text{ g/m}^3$) oder $79,8\%$ ($77,5\%$) die bei weitem wichtigste Art. Große Biomassen beinhalteten die Bacillariophyceen am 1985-03-15, die $0,513 \text{ g/m}^3$ ($0,659 \text{ g/m}^3$) oder $95,9\%$ ($91,7\%$) hatten. *Tabellaria fenestrata* war wieder die wichtigste Art mit Biomassen von $0,454 \text{ g/m}^3$ ($0,511 \text{ g/m}^3$), bzw. $84,9\%$ ($82,5\%$).

Deutlich geringere Werte bei kleineren Gesamtbiomassen konnten am 1985-03-26 für die Bacillariophyceen festgestellt werden. Es ergaben sich $0,217 \text{ g/m}^3$ ($0,161 \text{ g/m}^3$) oder $93,6\%$ ($78,3\%$), wobei *Tabellaria fenestrata* mit $0,08 \text{ g/m}^3$ ($0,116 \text{ g/m}^3$) bzw. $34,5\%$ ($56,7\%$) wieder die wichtigste Art war. Dazu gesellte sich, und zwar nur in der 0-20m Schicht, eine *Synedra* - Art mit $0,072 \text{ g/m}^3$ oder $30,8\%$.

Für den 1985-04-25 lag nur die Probe der 25-40m Schicht vor. Bei deutlichem Vorherrschen der Bacillariophyceen mit $0,205 \text{ g/m}^3$ oder $83,8\%$ konnte wieder *Tabellaria fenestrata* ($0,175 \text{ g/m}^3$ 72%) als bei weitem wichtigste Art erkannt werden.

Am 1985-05-28 überschritt die Bacillariophyceenbiomasse die 1 g/m^3 Marke. Wichtigste Art war wieder *Tabellaria fenestrata* mit $0,792 \text{ g/m}^3$ ($1,143 \text{ g/m}^3$) bei Gesamtbiomasseanteilen von $67,4\%$ ($85,1\%$). Ähnlich hohe Werte konnten am 1985-06-03 mit $1,339 \text{ g/m}^3$ ($1,124 \text{ g/m}^3$) oder $89,6\%$ ($97,8\%$) festgestellt werden. Für die auch an diesem Termin wichtigste Art *Tabellaria fenestrata* ergaben sich fast idente Biomassen von $1,1 \text{ g/m}^3$ ($1,067 \text{ g/m}^3$), bei Anteilen von $73,5\%$ ($92,8\%$). Am 1985-06-27 lagen die Gesamtbiomassen weit unter denen der vorherigen Terminen. Die Bacillariophyceen waren noch immer

die wichtigste Algengruppe mit $0,182 \text{ g/m}^3$ ($0,424 \text{ g/m}^3$) bei Anteilen von 58% (90,5%) In der oberen Schicht waren, nach dem Abwandern von *Tabellaria fenestrata* in tiefere Schichten, eine kleine *Cyclotella* - Art mit $0,142 \text{ g/m}^3$ (45,5%), die opportunistisch auftretende Dinophyceae *Ceratium hirundinella* mit $0,075 \text{ g/m}^3$ (24,1%) und eine kleinere *Cryptomonas* - Art mit $0,041 \text{ g/m}^3$ (13,1%) die wichtigsten Arten. Eine größere Population der bis jetzt wichtigen Algenart *Tabellaria fenestrata* wurde noch in der 25-40m Schicht festgestellt, bei Biomassen von $0,051 \text{ g/m}^3$ (10,8%) Bis zu diesem Termin scheinen sich demnach die großen Populationen von *Tabellaria fenestrata* in tiefere Schichten zurückgezogen zu haben.

Sehr geringe Biomassen ließen sich am 1985-08-21 mit $0,112 \text{ g/m}^3$ ($0,051 \text{ g/m}^3$) feststellen. Wichtigste Art war, neben *Ceratium hirundinella* mit $0,019 \text{ g/m}^3$ ($0,006 \text{ g/m}^3$) oder 16,7% (12,3%), eine kleine *Cryptomonas* - Art mit $0,045 \text{ g/m}^3$ ($0,028 \text{ g/m}^3$) bzw. 40% (53,9%).

Ebenso geringe Biomassen konnten für den 1985-09-10 mit $0,129 \text{ g/m}^3$ ($0,035 \text{ g/m}^3$) festgestellt werden. Wieder trat *Ceratium hirundinella* mit $0,019 \text{ g/m}^3$ (fehlte) auf. *Pseudosphaerocystis lacustris*, eine kleine Chlorophyceae, umfaßte in der 0-20m Schicht $0,058 \text{ g/m}^3$ oder 44,7%. In der 25-40m Schicht konnte keine Art die $0,01 \text{ g/m}^3$ Grenze überschreiten. Einen relativ großen Gesamtbiomassenunterschied gab es am 1985-10-29. (Siehe Abb. 1). Während in der 0-20m Schicht die Bacillariophyceae die wichtigste Gruppe mit $0,099 \text{ g/m}^3$ (40,5%) waren, dominierten in der 25-40m Schicht die Cryptophyceen mit $0,016 \text{ g/m}^3$ (44,8%), wobei aber keine Art mehr als $0,01 \text{ g/m}^3$ umfaßte. Neben einer kleinen *Cyclotella* - Art mit $0,064 \text{ g/m}^3$ (26,1%) waren in der 0-20m Schicht noch *Ceratium hirundinella* ($0,031 \text{ g/m}^3$ oder 12,8%) und eine kleine *Cryptomonas* - Art ($0,028 \text{ g/m}^3$ oder 11,3%) vorhanden.

Biomassen knapp über $0,1 \text{ g/m}^3$ ergaben sich am 1985-11-25. Wichtigste Gruppe waren die Bacillariophyceen mit $0,038 \text{ g/m}^3$ ($0,05 \text{ g/m}^3$) bei 30,9% (43,9%) In der 0-20m Schicht waren *Ceratium hirundinella* ($0,031 \text{ g/m}^3$ oder 25,1%), eine kleine *Cyclotella* - Art ($0,024 \text{ g/m}^3$ oder 20,6%) und eine kleine *Cryptomonas* - Art ($0,021 \text{ g/m}^3$ oder 16,6%) die

wichtigsten Algen. In der 25-40m Schicht dominierten eine kleine *Cryptomonas* - Art (0,034 g/m³ oder 30,2%), *Fragilaria crotonensis* (0,029 g/m³ oder 25,7%), die kleinen *Cyclotellen* (0,017 g/m³ oder 15,1%) und *Ceratium hirundinella* (0,013 g/m³ oder 11%)

Für den Probenstermin des Dezembers 1985 ergaben sich fast gleich hohe Biomassen der Bacillariophyceen (0-20m: 0,078 g/m³ oder 75,5%; 25-40m: 0,072 g/m³ oder 46,7%). Wichtigste Art der 0-20m Schicht war die kleine *Cyclotella* - Art (0,064 g/m³ oder 62,2%) In der 25-40m Schicht dominierte eine kleine *Cryptomonas* - Art (0,041 g/m³ oder 26,8%), die kleine *Cyclotella* - Art (0,034 g/m³ oder 22,1%) und *Fragilaria crotonensis* (0,023 g/m³ oder 15,1%)

Beim ersten Probenstermin des Jahres 1986 lag nur die 0-20m Probe vor. Wichtigste Gruppe waren die Bacillariophyceen (0,058 g/m³ oder 50,1%) neben den Cryptophyceen (0,041 g/m³ oder 35,5%) Die kleinen *Cyclotellen* hatten eine Biomasse von 0,042 g/m³ (35,8%), gefolgt von einer kleinen *Cryptomonas* - Art (0,02 g/m³ oder 23,6%) und *Asterionella formosa* mit gleich großer Biomasse wie *Rhodomonas minuta* (0,013 g/m³ oder 11%) Wichtigste Algengruppe am 1986-02-22 waren die Bacillariophyceen mit 0,11 g/m³ (0,126 g/m³) oder 45,7% (68,8%) In der 0-20m Schicht spielten die Cryptophyceen mit 0,085 g/m³ (34,1%) ebenfalls eine wichtige Rolle. Dominierende Arten dieser Schicht waren *Cryptomonas* sp. (0,069 g/m³ oder 27,7%), *Cyclotella* sp. (0,045 g/m³ oder 18,1%) und *Fragilaria crotonensis* (0,038 g/m³ oder 15,3%) In der 25-40m Schicht waren *Fragilaria crotensis* (0,073 g/m³ oder 39,9%), *Cyclotella* sp. (0,045 g/m³ oder 24,8%) und *Ceratium hirundinella* (0,031 g/m³ oder 17,1%) wichtige Arten. Am 1986-04-08 waren die Bacillariophyceen mit 0,142 g/m³ (0,085 g/m³) oder 72% (60,3%) die eindeutig wichtigste Algengruppe. Dominierende Arten waren *Fragilaria crotonensis* mit 0,095 g/m³ (0,055 g/m³) oder 48,2% (39,2%), *Tabellaria fenestrata* mit 0,025 g/m³ (0,019 g/m³) oder 12,6% (13,3%). Trotz sehr geringer Biomassen (unter 0,08 g/m³) blieben die Bacillariophyceen am 1986-04-29 die wichtigste Algengruppe mit 0,037 g/m³ (0,05 g/m³) oder 47,7% (75,9%) Wichtige Arten waren *Tabellaria fenestrata* mit 0,011 g/m³ (0,01 g/m³)

oder 14,6% (15,6%) In der 25-40m Schicht waren zusätzlich *Melosira* sp. ad *M. granulata* mit 0,01 g/m³ (36%) und die kleine *Cyclotella* sp. mit 0,01 g/m³ (15,6%) vertreten. Ebenso geringe Gesamtbiomassen (knapp über 0,01 g/m³) konnten am 1986-05-13 festgestellt werden. Wichtigste Gruppe waren die Bacillariophyceen mit 0,057 g/m³ (0,078 g/m³) oder 36,7% (72,1%) In der 0-20m Schicht waren die Cryptophyceen mit 0,045 g/m³ (28,7%) und die Dinophyceen mit 0,039 g/m³ (24,9%) wichtige Gruppen. Über 25% der Gesamtbiomasse konnte keine Art auf sich vereinigen. Große Unterschiede der Gesamtbiomassen ergaben sich am 1986-06-16 (Vergleiche Abb. 1) Wichtigste Gruppe waren die Bacillariophyceen mit 0,264 g/m³ (0,045 g/m³) oder 61,6% (69,2%). Wichtigste Gattung war *Cyclotella* sp. mit 0,264 g/m³ (0,026 g/m³) oder 61,5% (40,4%)

Wieder Biomassen unter 0,1 g/m³ ergaben sich am 1986-07-18. Es dominierten wieder die Bacillariophyceen mit 0,037 g/m³ (0,023 g/m³) oder 49,5% (40,3%). Wichtigste Gattung war *Cyclotella* sp. mit 0,037 g/m³ (0,018 g/m³) oder 48,8% (32%). Bei der Betrachtung von Abb. 1 fällt auf, daß keine großen Biomassenunterschiede zwischen der 0-20m und 25-40m Schicht in dem betrachteten Zeitraum zu erkennen sind. Dies zeigt sich auch in der Korrelation der Gesamtbiomassen (Abb. 3), deren $r^2=0,851$ eine recht gute Übereinstimmung der beiden Schichten ausdrückt. Nimmt man nur die Biomassen der für den Attersee wichtigen Algengruppe der Bacillariophyceen, so ergibt sich aus der Korrelation (Abb. 4) ein noch besseres $r^2=0,887$ Auch treten zwischen den beiden untersuchten Wasserkörpern kaum große Unterschiede bei den dominanten Algenarten und der Gruppenzusammensetzung der Gesamtbiomasse (Abb. 2) auf. Unterschiede können auch durch Herstellung der 25-40m Mischprobe entstanden sein, da diese durch Aliquotierung einzelner Proben hergestellt wurden. Im großen gesehen kann man von einer homogenen vertikalen Verteilung der Algenbiomassen im Attersee ausgehen. Unterschiede bei den Biomassen können auch durch Probeentnahmetechnik und subjektive Zählfehler entstanden sein. Eine recht gute und homogene Verteilung in vertikaler Richtung bis 40m wird auch durch die guten r^2 angezeigt.

Abb.1 Gesamtbiosmassen Attersee

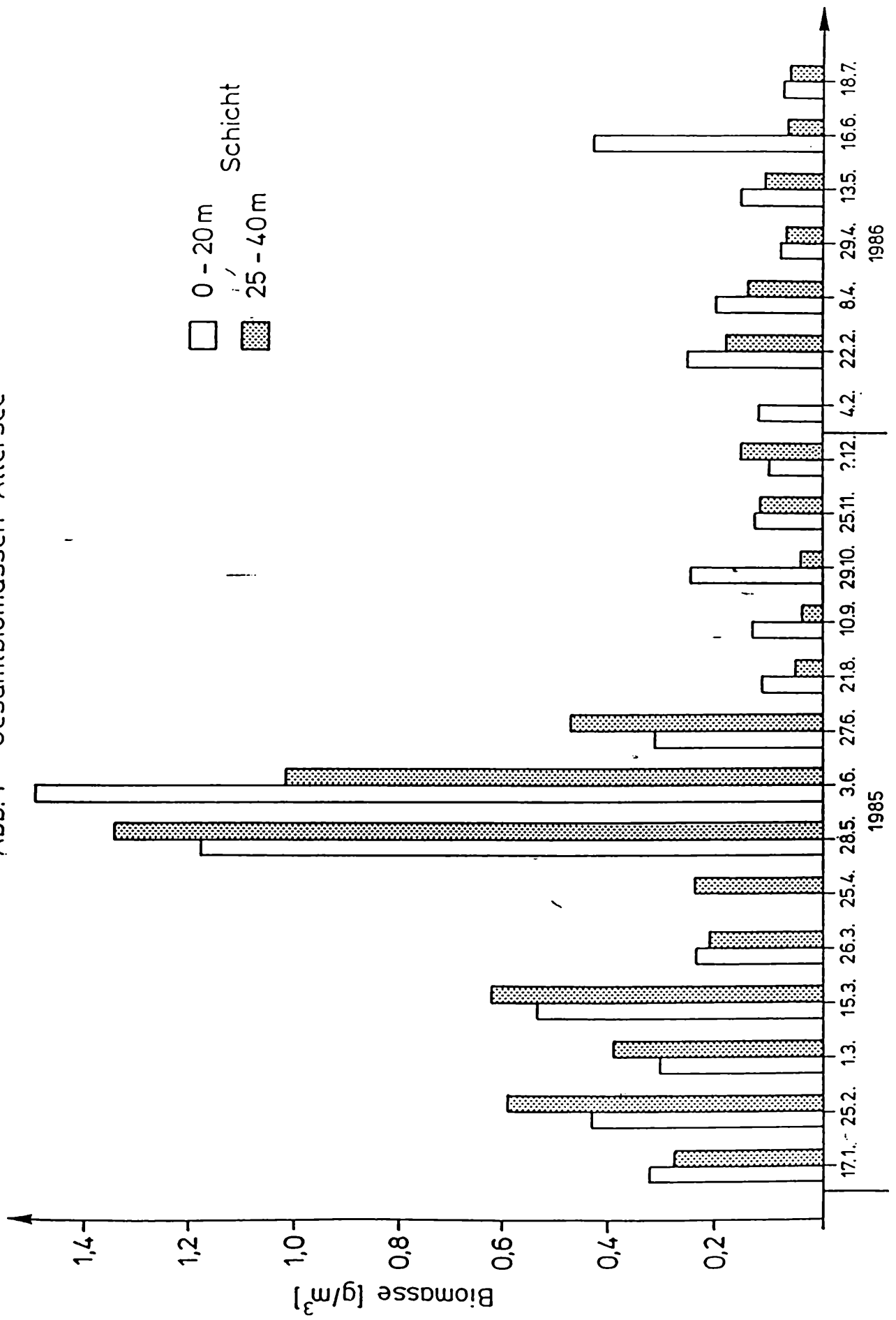


Abb. 2: Anteile der Algengruppen an der Gesamtbioasse des Attersees 1985 – 1986

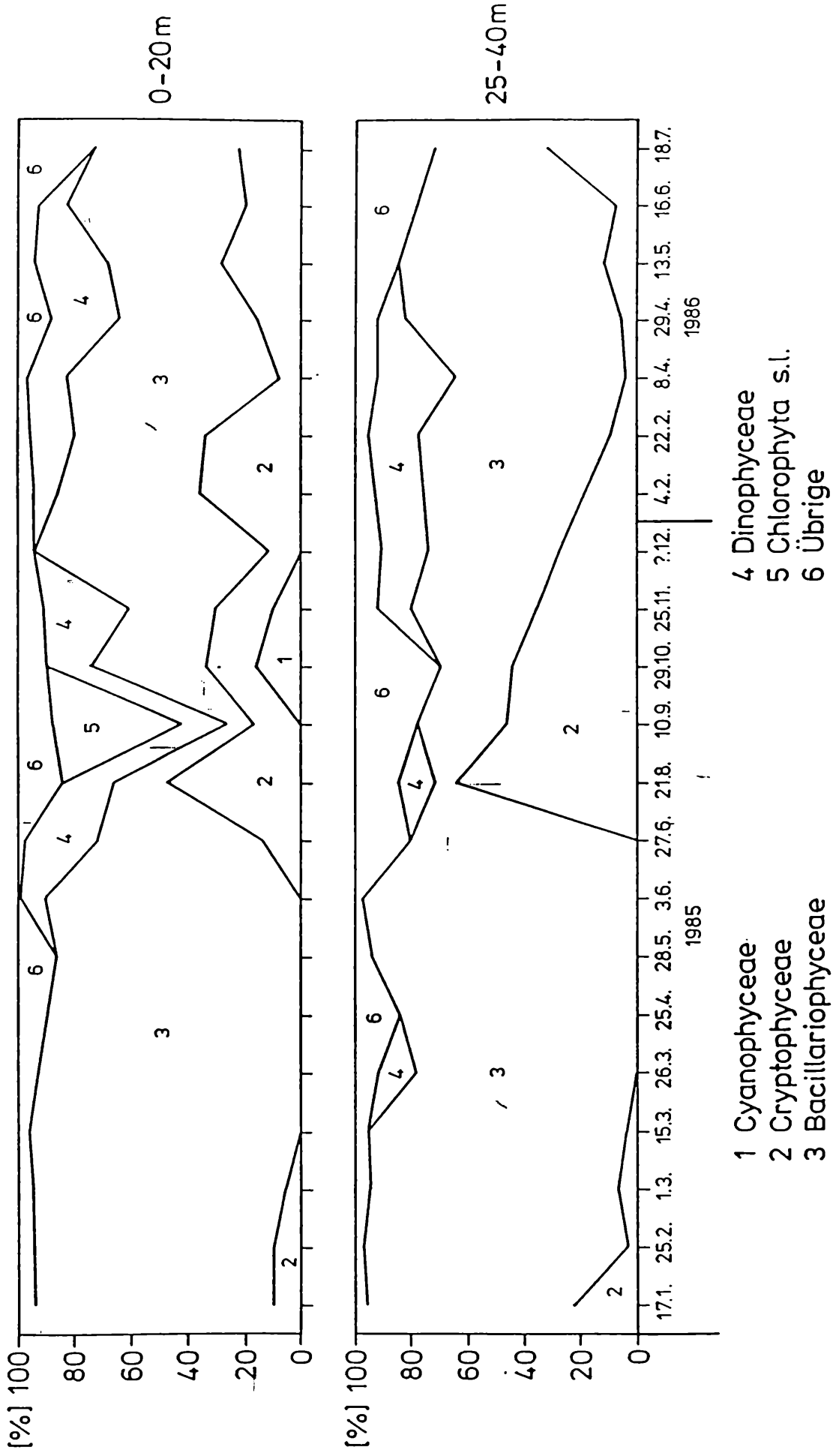


Abb. 3: Korrelation der Gesamtbiomassen der 0-20m und 25-40m Schichten
des Attersees in den Jahren 1985 und 1986

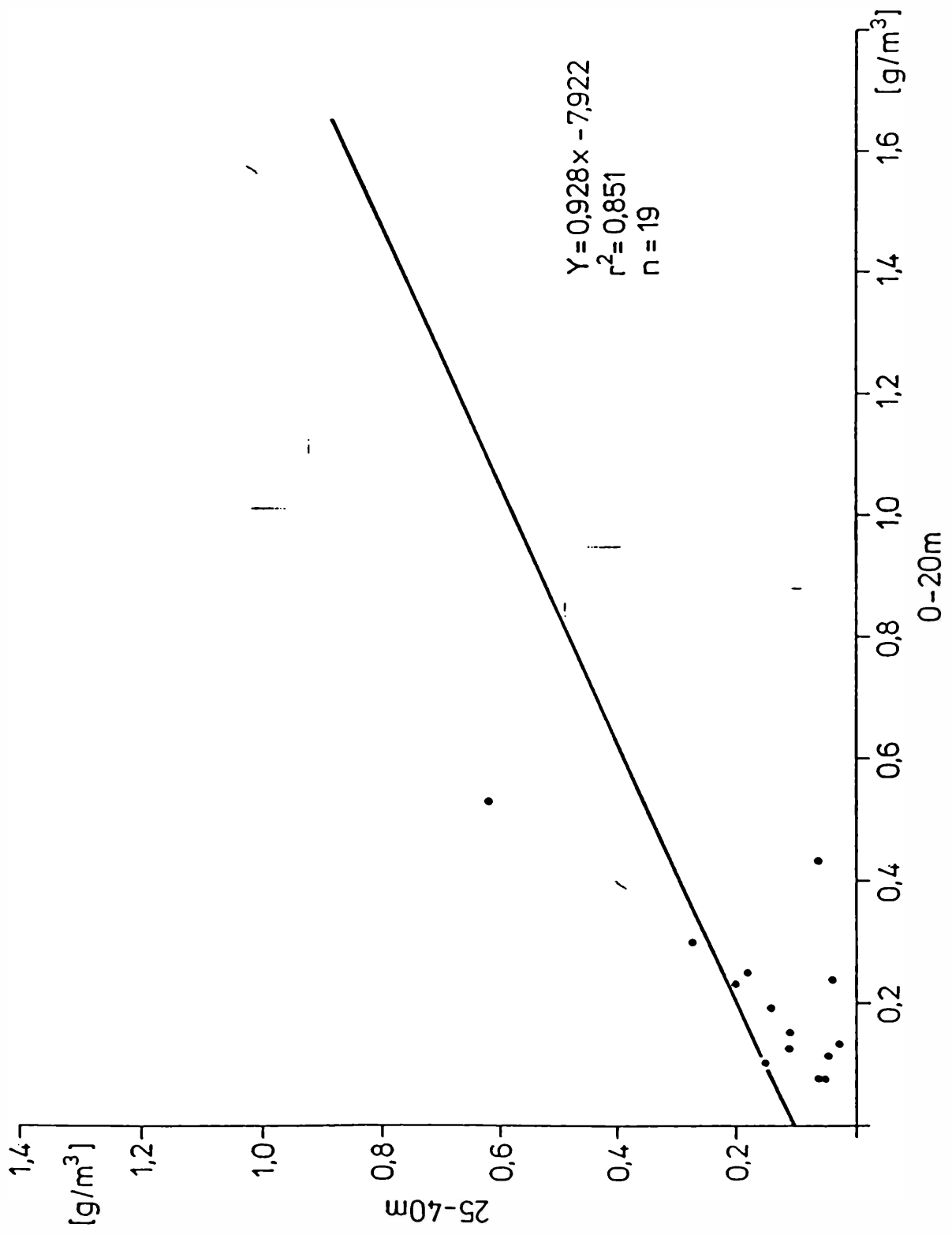
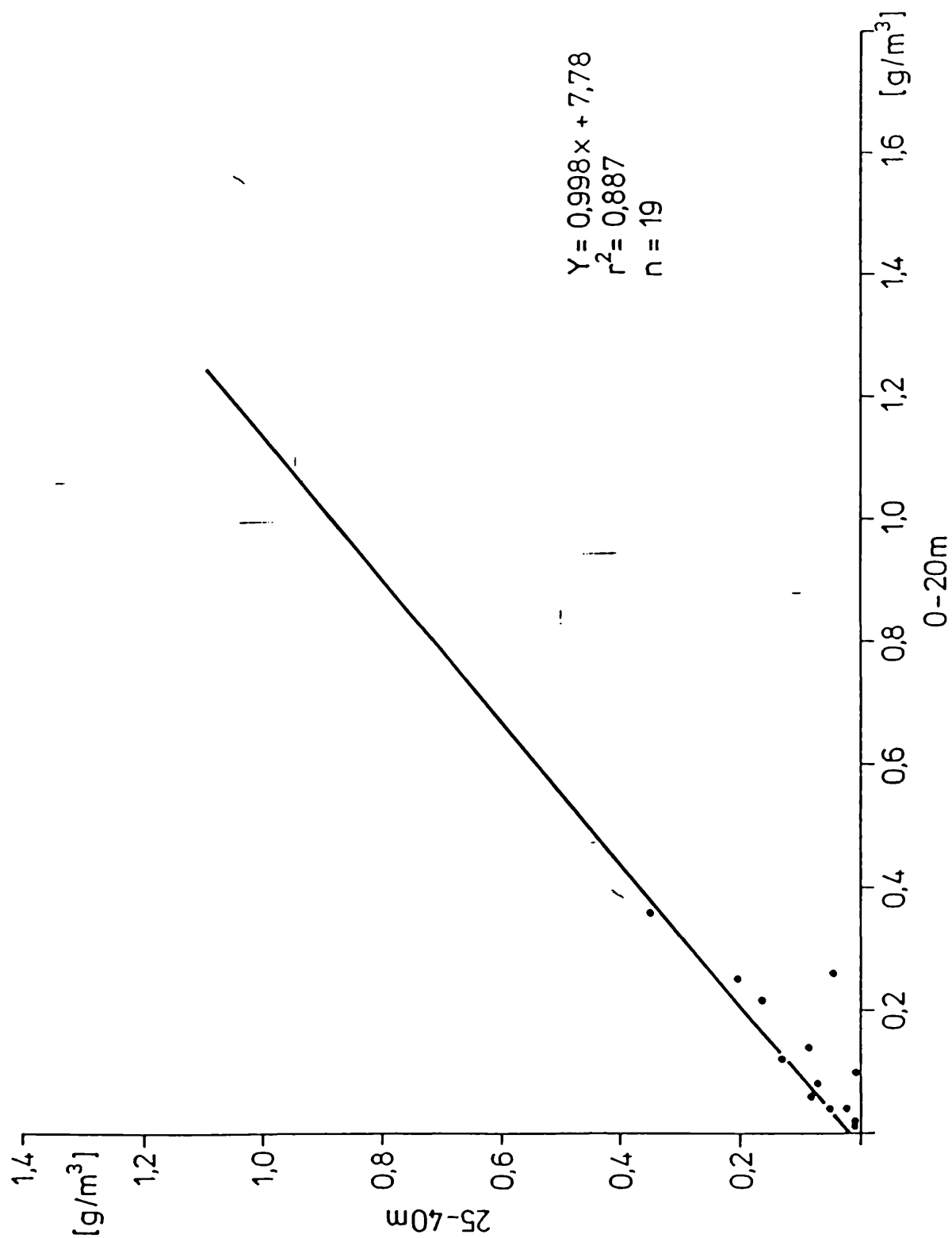


Abb. 4: Korrelation der Bacillariophyceenbiomasse der 0-20m und 25-40m Schichten des Attersees in den Jahren 1985 und 1986



6.3.1.3.2. Chlorophyll a-Gehalt

Die Chlorophyll-Gehalte von Mondsee und Attersee aus den Jahren 1982 bis 1986 geben die folgenden Tabellen wieder.

Die Jahresmittel der Chlorophyll-Konzentrationen aus dem gesamten Beobachtungszeitraum der ÖEP-Programme weisen für beide Seen abnehmende Tendenz auf.

**Jahresmittel der Chlorophyll-a Konzentrationen von 1978-1986
(mg/m²)**

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Attersee	97,1	46,9	38,7	34,7	28,1	20,1	17,3	29,2	18,5
Mondsee	165	109	92	29	75,4	64,3	57,9	36,7	41,4

Auf den Kubikmeter bezogen weist der Attersee in der ÖEP-II-Phase eine Chlorophyll-Konzentration von durchschnittlich 0,53 mg bei gleichbleibender Tendenz auf.

Damit ist der Attersee auf Grund seines Chlorophyll-a Gehalts als **ultra-oligotrophes** Gewässer einzustufen, während die mittlere Chlorophyll-a Konzentration 1978-1982 von 1,22 noch knapp in den oligotrophen Bereich von 0,8-3,4 mg/m³ nach VOLLENWEIDER (1979) und VOLLENWEIDER & KEREKES (1980) fiel.

Der Chlorophyll-a Gehalt des Mondsees verringerte sich von durchschnittlich 2,35 mg/m³ in der Zeit von 1978 bis 1982 auch 1,25 mg/m³ in der Zeit von 1983 bis 1986. Damit ist auch der Mondsee gemäß seines Chlorophyll-a Gehaltes als **oligotrophes** Gewässer einzustufen.

ATTERSEE 1982
Chlorophyll a (mg/m³)

m	--	13.2.	16.3.	6.4.	13.5.	8.6.	13.7.	11.8.	5.10.	11.11.	12.12.
0-20		0,63	0,39	0,30	0,55	1,34	0,32	1,01	2,35	1,69	1,41
25		0,29	0,23	1,04	0,32	0,55	0,23	0,30	0,28	0,36	1,05
30		0,15	0,58	0,33	0,24	0,85	0,16	0,37	0,15	1,21	0,54
35		0,21	0,23	0,48	0,24	0,31	0,16	0,51	0,43	0,36	0,57
40		0,21	0,38	0,43	0,39	0,31	0,37	0,30	0,15	0,44	0,59

ATTERSEE 1983
Chlorophyll a (mg/m³)

m	11.1.	15.2.	28.3.	12.4.	27.5.	25.6.	16.7.	15.9.	18.10.	8.11.	17.12.
0-20	0,42	0,28	0,21	0,17	0,78	0,37	1,11	1,80	0,38	1,11	0,37
25	0,95	0,30	0,34	0,42	0,78	0,17	0,51	0,69	1,59	0,29	0,33
30	0,15	0,15	0,33	0,16	0,15	0,16	0,23	-	0,76	0	-
35	0,15	0,22	0,46	0,28	0,28	0,31	0	0,96	0,22	0,15	-
40	0,16	0,30	0,29	0,22	0,80	0,39	0	0,30	0,14	0,15	0,21

ATTERSEE 1984
Chlorophyll a (mg/m³)

m	30.1.	22.2.	21.3.	27.4.	28.5.	--	11.7.	21.8.	10.9.	5.10.	30.10.	10.12.
0-20	0,29	0,19	0,12	0,24	0,96		1,11	0,90	0,69	0,97	0,46	0,83
25	0,15	0,08	0,16	0,21	0,44		0,08	-	0,44	0,15	0,16	-
30	0,12	0	0,45	-	0,44		0	0,09	-	-	0,22	-
35	0,18	0,15	0,52	-	0,07		-	-	0,14	-	0,30	-
40	0,20	0	0,15	0,22	0,51		0	0,08	0,59	0	0,31	-

ATTERSEE 1985
Chlorophyll a (mg/m³)

	17.1.	25.2.	1.3.	26.3.	25.4.	28.5.	27.6.	15.7.	21.8.	10.9.	25.11.	--
0-20	0,83	0,79	0,76	0,65	1,73	1,01	0,48	0,37	0,84	0,40	1,05	
25	0,86	0,48	-	1,27	2,62	1,01	0,32	-	0	0,25	1,26	
30	0,85	0,16	0,37	0,31	1,48	0,65	0	-	0,17	0	0,36	
35	0,45	0,80	-	1,00	1,32	0,40	0,37	0,17	-	0	0,10	
40	0,07	0,33	-	1,28	0,71	0,69	0,25	0,72	0,09	0,18	0	

ATTERSEE 1986
 Chlorophyll a (mg/m³)

m	5.1.	5.2.	22.2.	8.4.	29.4.	16.6.	18.7.	3.9.	28.9.	5.11.	3.12.
0-20	0,38	0,18	0,91	0,27	0,29	1,19	0,96	0,64	0,42	0,76	0,82
25											
30	0,27	-	0,64	0,24	0,24	0,16	0,33	0,45	0,36	0,21	0,17
35											
40											

MONDSEE 1982
 Chlorophyll a (mg/m³)

m	4.2.	13.3.	23.4.	25.5.	29.6.	20.7.	1.9.	6.10.	2.11.	21.12.
0-20	0,80	0,95	8,38	3,08	2,10	2,77	3,49	3,44	1,93	-
25	0,49	1,13	3,61	1,21	0,86	0,29	0,30	0,90	0,23	0,95
30	0,45	0,98	3,27	1,10	0,38	0,43	0,14	0,37	0,50	0,41
35	0,38	1,40	2,21	1,26	0,71	0,21	0,44	0,22	0,15	0,77
40	0,38	0,15	4,22	1,10	0,38	0,21	0	0	0,15	0,33

MONDSEE 1983
Chlorophyll a (mg/m³)

m	25.1.	25.2.	15.3.	19.4.	23.5.	24.6.	18.7.	16.8.	23.9.	17.10.	23.11.	27.12.
0-20	0,22	0,42	0,78	6,77	1,05	1,56	1,43	2,89	3,35	4,05	3,24	0,74
25	0,40	1,08	1,57	6,35	0,42	0,15	0,31	0,31	0,73	0,15	0,32	0,86
30	0,24	0,78	0,84	5,79	0,24	0,31	-	0,14	1,26	0,46	-	-
35	0,15	0,17	-	6,51	0,13	0,40	0	0,22	0,16	0,30	-	0,60
40	0,15	1,00	1,00	6,19	0,22	0,15	0,22	0,18	0,15	0,15	-	0,53

MONDSEE 1984
Chlorophyll a (mg/m³)

m	29.1.	23.2.	21.3.	24.4.	29.5.	18.6.	12.7.	27.8.	30.9.	25.10.	30.11.	--
0-20	0,23	1,61	2,01	1,83	0,54	0,94	1,66	1,34	2,61	1,25	-	-
25	0,28	0,75	1,67	1,89	2,86	1,34	0,94	0,08	3,39	0,84	1,60	-
30	-	0,71	2,37	1,25	1,28	0,80	0,80	1,29	4,36	0,75	0,60	-
35	0,27	0,85	1,85	1,49	3,30	-	0	0,61	3,14	0,68	0	-
40	-	0,88	0,90	1,48	2,53	0	0	-	3,60	0,23	0	-

6.3.1.3.3. Zusammensetzung der Großalgen-Gruppen im Zeitraum 1974 bis 1986:

Verfasser Dr. Walter Wirkner:

In den Jahren 1974 bis 1977 konnte jeweils für die ersten Jahreshälften eine tiefreichende, niedrige Produktion festgestellt werden (GEIPEL & BAUER, 1978). Die Bacillariophyceen waren die dominierende Algengruppe, vertreten durch große Arten, wie *Tabellaria fenestrata* und *Cyclotella species*. In diesen Jahren trat nur ein Frühjahrsmaximum auf. Die zweite Jahreshälfte wies eine höhere Produktion auf, die dem sommerlichen Zusammenbruch der Bacillariophyceenpopulation folgte. Eine Beeinflussung des Phytoplanktons durch Arten des Mondsees, die über die Mondsee Ache eingetragen werden, konnte festgestellt werden. Auf höhere Belastung des Attersees wiesen auch Blaualgen (*Oscillatoria rubescens*) und chlorococcale Grünalgen (*Geminella minor*) hin. Trotzdem waren die Individuenzahlen (und damit verbunden die Biomassen und der Chlorophyll-a-Gehalt) geringer als in anderen vergleichbaren Alpenrandseen (MOOG 1980).

Ein ähnlicher Verlauf der Biomassenentwicklung konnte für 1978 festgestellt werden, bei erhöhtem Anteil der Bacillariophyceen (MÜLLER 1978). Auffällig war eine Blüte von *Asterionella formosa* im Oktober mit 2 Millionen Individuen pro Liter. Der Anteil der Chrysophyceen hatte gegenüber dem Vorjahr abgenommen. Neben *Tabellaria fenestrata* war *Oscillatoria rubescens* die wichtigste Art. Beide gelangten ebenso durch Drift aus dem Mondsee in den Attersee. Neben dem aus den Vorjahren bekannten Frühjahrsmaximum trat ein zusätzliches Herbstmaximum, gebildet durch *Asterionella formosa*, auf. Bis in dieses Jahr erfolgte eine Zunahme der Gesamtbiomassen auf das 2,5 fache des Jahres 1975. Trotzdem ist der Attersee als oligotroph zu bezeichnen.

Der schon bekannte zweigipfelige Verlauf konnte in ähnlicher Form 1979 bei ebenfalls ähnlicher Abfolge der

dominanten Arten festgestellt werden. Das Herbstmaximum wurde aber durch *Peridinium* sp. gebildet.

Auch 1980 zeigten die Biomassen einen ähnlichen Verlauf wie 1979. Das Frühjahrsmaximum der Bacillariophyceen, gebildet durch *Tabellaria fenestrata* und *Cyclotella* sp., wurde von einem sommerlichen Chlorophyceen-Gipfel abgelöst. Die herbstliche Artengarnitur umfaßte neben *Ceratium hirundinella* die Blaualgen *Anabaena flos-aquae* und, verstärkt im Dezember auftretend, *Oscillatoria rubescens*. Die Gesamtbiomassen sind seit ihren Maxima im Jahre 1978 zurückgegangen. Dies läßt auf ein Greifen der Reinhaltungsmaßnahmen schließen, da zugleich die Sichttiefen zunahmen.

Wie in den Jahren zuvor entwickelten sich die Biomassen 1981. Das Frühjahrsmaximum der Diatomeen (wichtige Arten waren *Tabellaria fenestrata*, *Cyclotella* sp. und *Stephanodiscus alpinus*), begleitet von größeren Cryptophyceenpopulationen, wurde im September durch ein Maximum der Grünalge *Geminella minor* abgelöst. Der herbstliche Diatomeenpeak fiel, gebildet durch *Stephanodiscus alpinus*, kleiner als im Vorjahr aus. Cyanophyceen traten zwar auf, blieben aber mengenmäßig weit hinter früheren Jahren zurück. 1982 wurde das Bacillariophyceenmaximum durch *Stephanodiscus astraea* und *Tabellaria fenestrata* gebildet. Im Sommer ergaben sich nur mehr geringe Gesamtbiomassen (unter $0,1 \text{ g/m}^3$). Wesentlich mächtiger fiel das Herbstmaximum, gebildet durch *Cyclotella* sp., aus, bei Gesamtbiomassen über $1,2 \text{ g/m}^3$. Der Verlauf glich dem vorangegangenen Jahr bei weiter reduzierten Biomassen. Blau- und Grünalgen traten zwar auf, spielten aber quantitativ keine Rolle.

Die starke Population von *Cyclotella* sp. des Jahres 1982 reichte in den Jänner 1983 hinein. Danach ergaben sich bis Juni geringere Biomassen mit den wichtigen Diatomeenarten *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis*. Das Bacillariophyceenmaximum konnte im Juli und August, gebildet durch *Stephanodiscus astraea*, festgestellt werden. Zusätzlich traten im August große Populationen von *Ceratium hirundinella* auf. Von Oktober bis November ergab sich der schon bekannte Herbstpeak, gebildet durch *Cyclotella* sp. Auch in diesem

Jahr erlangten Blau- und Grünalgen keine mengenmäßige Bedeutung, Wichtiger waren die Cryptophyceen.

Bis April 1984 konnten nur geringe Biomassen festgestellt werden (unter $0,1 \text{ g/m}^3$), wobei die Bacillariophyceen die wichtigste Algengruppe waren. Diese bildeten das aus den Vorjahren bekannte Maximum im Mai (*Stephanodiscus astraea*) Neben Arten dieser Gruppe traten im Juni und Juli auch Dinophyceen (*Peridinium* sp., *Ceratium hirundinella*) auf. Zusätzlich zu dem bekannten Jahresgang konnte im Juli 1984 ein epilimnisches Maximum von *Cyclotella* sp. festgestellt werden. Diese Art bleibt bis Anfang Oktober dominant, dann traten noch Dinophyceen und Cryptophyceen auf. Das herbstliche Diatomeenmaximum (das dritte dieses Jahres) konnte in den letzten beiden Monaten des Jahres festgestellt werden. Wichtigste Arten waren im November *Tabellaria fenestrata*, im Dezember *Asterionella formosa*. Blaualgen und Chlorophyceen erlangten auch in diesem Jahr keine Bedeutung.

Tabellaria fenestrata war 1985 die dominierende Bacillariophyceenart. Ihre höchste Biomasse ($1,1 \text{ g/m}^3$ oder 73,5% der Gesamtbiomasse) erreichte sie Anfang Juni. Danach sank die Population in tiefere Schichten ab. Im August dominierten Cryptophyceen (*Cryptomonas* sp., *Rhodomonas minuta*) und Dinophyceen (*Ceratium hirundinella*) das Planktonbild. Auffallend war im September ein große epilimnische Population von *Pseudospaerocystis lacustris* (Chlorophyceen). Das Herbstmaximum der Bacillariophyceen fehlte. Neben *Cyclotella* sp. traten *Cryptomonas* sp. und *Ceratium hirundinella* auf. Dieses Jahr zeigte eine veränderte Abfolge. Die Population von *Tabellaria fenestrata* hatte sich schon im Vorjahr entwickelt und nach etwa sechs Monaten dieses mächtige Maximum erreicht. Ein Herbstmaximum fehlte aber.

Von 1986 lagen nur Serien bis einschließlich Juni vor. Alle wiesen sehr geringe Biomassen auf. Anfang Februar dominierte *Cyclotella* sp., danach bis Ende Mai *Cryptomonas* sp. Im April waren *Fragilaria crotonensis* und *Tabellaria fenestrata* die wichtigsten Arten, gefolgt von *Ceratium hirundinella* und *Cryptomonas* sp. im Juni. Der Juli zeigte ein Diatomeenmaximum gebildet von *Cyclotella* sp.

6.4. Phosphorbilanz der Ager-Seenkette

Die Phosphorbilanz des Attersee gibt Tabelle 6.4.1. wieder. Im Vergleich zur ersten Projektphase fällt der deutlich geringere Brutto-Phosphoreintrag auf 9.740 kg im Mittel 1982-1985 zu 18.250 kg im Mittel 1978-1981. Analog dazu sinkt der Netto-Phosphoreintrag von durchschnittlich 13.970 auf 6.715 kg. In Prozenten ausgedrückt bedeutet dies eine Reduktion des Phosphoreintrages um Brutto 53% und netto 48% im Vergleich der vierjährigen Beobachtungsperioden.

Neben den Auswirkungen der Reinhaltungsmaßnahmen im Attersee und landwirtschaftlicher Strukturveränderungen hat der verringerte Phosphoreintrag über die Mondseeache von früher 8.820 kg/Jahr (1978-1981) auf 4.210 kg/Jahr (1982-1985) Anteil an der verringerten Nährstoffbelastung.

Mit der Verringerung dieser punktuellen Einträge steigt der Anteil des diffusen Phosphoreintrags über die Atmosphäre von 11,3% auf 16,8% der Gesamt-Brutto-Fracht, wobei in den untersuchten Jahren ein Bereich von 13 bis 21% überstrichen wird.

Die Abhängigkeit des Nährstoffeintrages von der Niederschlagsmenge ist wohl unbestritten (vgl. Abb. 6.4.1.), doch der bereits von MOOG (1983) festgestellte Trend einer Abnahme der Abhängigkeit der Phosphorfracht vom Niederschlag setzt sich auch in der zweiten Projekthälfte fort.

Die Phosphorbilanz des Mondsees ist in Tabelle 6.4.2. festgehalten. Die Brutto-Phosphorfracht nimmt um 35% von durchschnittlich 20.650 kg (1978-1981) auf 13.330 kg ab. Die Netto-Phosphorfracht verringert sich bloß um 23% von 11.840 kg auf 9.120 kg. Sinngemäß erhöht sich die Phosphor-Rückhaltekapazität des Mondsees von 57% auf 67%. Damit erreicht der Phosphor-Rückhalt des Mondsees eine dem Attersee vergleichbare (68%) Größenordnung.

Der Anteil des atmosphärischen Phosphoreintrages am Mondsee bleibt mit durchschnittlich 4,4% gleich, im Beobachtungszeitraum wurde ein Bereich von 2,8 - 6,0% atmosphärischem Niederschlagsanteil überstrichen.

ATTERSEE - P H O S P H O R B I L A N Z (kg P_{total}·a⁻¹)

<u>Einträge:</u>	1982	1983	1984	1985
Weyreggerbach	1020	840	655	1480
Alexenauerbach	165	215	105	150
Kienbach	740	405	530	1110
Steinbach	120	80	85	90
Weißbach	335	180	315	360
restl. Kalkein- zugsgebiet	90	70	80	80
Urfangbach	40	30	35	35
Parschallenbach	300	385	215	330
Dexelbach	90	60	80	75
Näbtalbach	40	20	35	30
Mühlbach	175	95	170	155
Hainingerbach	160	105	150	150
Rest- Einzugs- gebiet	940	830	840	845
MONDSEE ACHE	5010	3300	3560	4980
atmosphärischer Eintrag	1580	1495	1840	1490
<u>Austrag:</u>				
AGER	3530	3220	2252	3105
Eintrag über Einzugsgebiet	9225	6615	6855	9870
atmosphärischer Eintrag (%)	1580 14,6	1495 18,4	1840 21,2	1490 13,1
Bruttofracht	10805	8110	8695	11360
Nettofracht	7275	4890	6443	8253
%-P _t -Rückhalt	67,3	60,3	74,1	72,7

Tab. 6.4.2. PHOSPHORBILANZ MONDSEE

M O N D S E E - P H O S P H O R B I L A N Z				
(kg P _{total} pro Jahr)				
Einträge:	1982	1983	1984	1985
Fuschler Ache	5245	3840	2890	10320
Wangauer Ache	2190	1475	990	3220
Zeller Ache	2450	1875	1950	2760
Resteinzugs- gebiet	3100	2745	2790	3350
atmosphärischer Eintrag	490	540	555	560
MONDSEEACHE	5010	3300	3560	4980
atmosphärischer Eintrag (%)	3,6	5,2	6,0	2,8
-Bruttofracht	13.475	10.475	9.175	20.210
Nettofracht	8465	7175	5615	15.230
% Pt-Rückhalt	62,8	68,5	61,2	75,4

Tab. 5.

Kritische Phosphorfracht (mg P_{tot}/m² a)

	ÖEP I				ÖEP II			
	1978	79	80	81	82	83	84	85
Attersee	328	473	473	517	415	375	380	448
Mondsee		840	802	883	683	612	590	762

Phosphorzufuhr (mg P_{tot}/m² a)

Attersee	360	479	394	373	235	177	189	247
Mondsee		1846	1578	1322	949	738	646	1423

Differenz zwischen kritischem und tatsächlichem Eintrag (%)

Attersee	+6	+1	-17	-28	-57	-47	-50	-55
Mondsee		+120	+97	+50	+39	+21	+9	+87

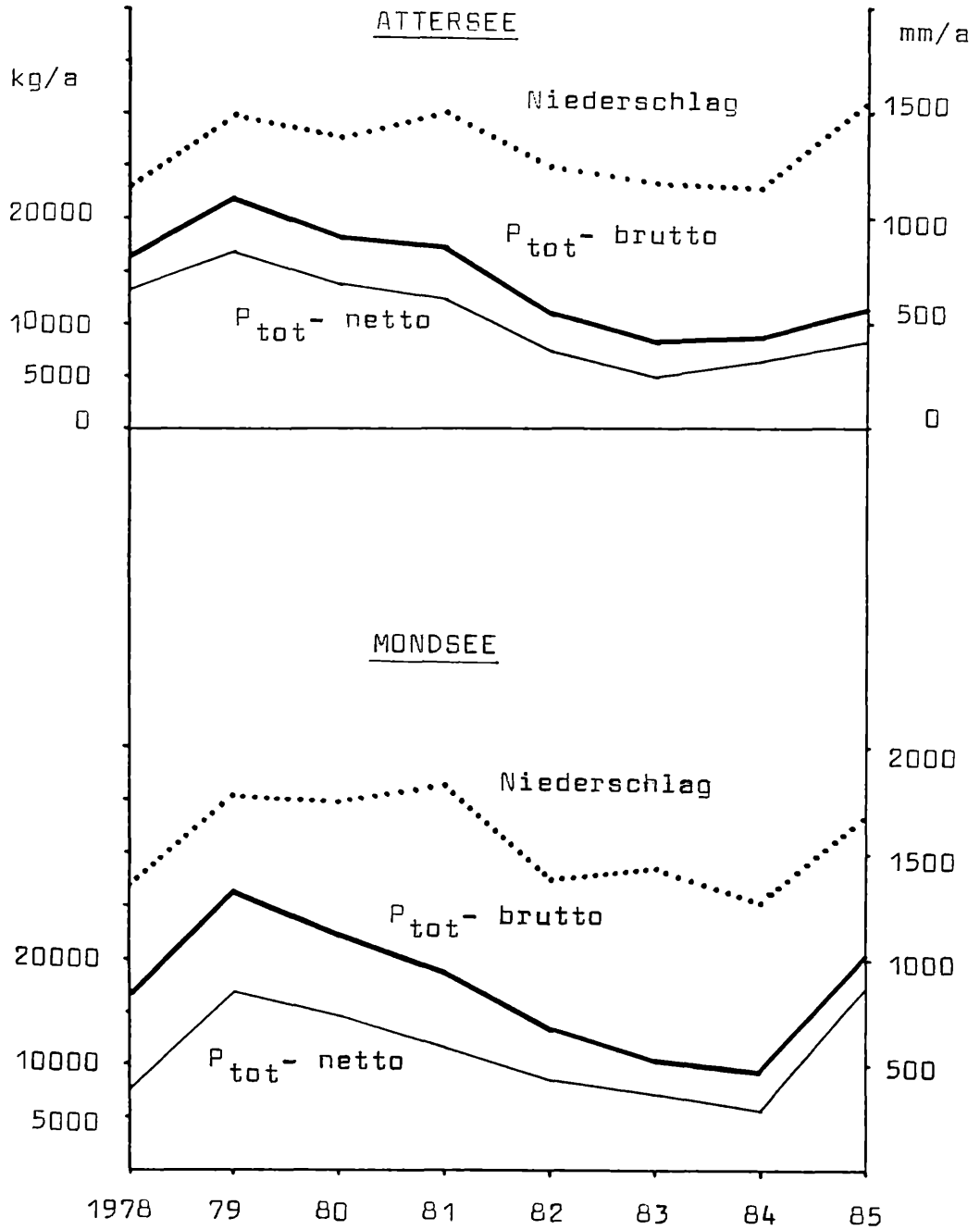


Abb. 8.4.1 NÄHRSTOFFEINTRAG UND NIEDERSCHLAGSMENGEN

6.5. Trophische Entwicklung:

Die Langzeitentwicklung der zur trophischen Charakteristik nach VOLLENWEIDER (1979), VOLLENWEIDER & KERKES (1980) sowie LEE et al. (1981) herangezogenen Variablen (Totalphosphorkonzentration, Chlorophyll-a-Gehalt und Sichttiefe) ist graphisch in den Abbildungen 6.5.1. und 6.5.2. dargestellt.

Im Vergleich zur ersten Projektphase 1978-1982 hat die Phosphorkonzentration von durchschnittlich $6,2 \text{ mg/m}^3$ auf 7 mg/m^3 in der Zeit von 1983-1986 abgenommen. Damit weist der ohnehin in den unteren Bereichen der Oligotrophie einzu-stufende Attersee eine weitere Reoligotrophierung auf. Im Jahr 1986 wird mit einer gewichteten mittleren Jahresphosphorkonzentration die Grenze zur Ultra-Oligotrophie unterschritten.

Während 1978-1982 die durchschnittliche Chlorophyll-a-Konzentration $1,2 \text{ mg/m}^3$ beträgt, sinkt diese 1983-1986 noch weiter auf $0,5 \text{ mg/m}^3$ ab. Auch diese Kenngröße zur Abschätzung des Trophiegrades zeigt einen Übergang vom oligotrophen in den ultra-oligotrophen Bereich.

Damit parallel nimmt auch die Transparenz des Atterseewassers zu. Im Vergleich zu $10,1 \text{ m}$ mittlere Sichttiefe im Beobachtungszeitraum 1978-1982 werden 1983-1986 $11,8 \text{ m}$ gemessen, wobei besonders die hohen Wintersichttiefen zwischen 17 und 18 Meter Beachtung finden.

Die limnologische Entwicklung des Attersees steht in eindeutigem Zusammenhang mit dem Fortschritt der Reinhaltungsmaßnahmen. Die Veränderungen in der Landwirtschaft (Stagnation der Nutztierbestände und Umwandlung von Ackerflächen in Grünlandflächen) sowie die ständig steigende Zahl von Kanalanschlüssen (59% der ständigen Einwohner im Vergleich zu 48% im Jahr 1981, bzw. 64% der Übernachtungen im Vergleich zu 55% im Jahr 1981)

Die Abnahme der Nährstoffbelastung kommt besonders deutlich beim Vergleich der "kritischen" Phosphorfrachten nach VOLLENWEIDER zum Ausdruck. Während 1978-1981 der Bereich der kritischen Phosphorfracht um durchschnittlich 10% unter-

schritten wird, liegt die Phosphorfracht 1982-1985 um 52% unter dem "critical loading" - Wert (s. Tab. 6.5.)

Der mittlere Totalphosphor-Gehalt des Mondsees, 1978-1982 mit $28,7 \text{ mg/m}^3$ noch im mesotrophen Bereich (auf das Einzeljahr bezogen sogar vom eutrophen in den mesotrophen Zustand übergehend), kennzeichnet in der zweiten Projektphase mit durchschnittlich $10,6 \text{ mg/m}^3$ nach LEE et al. oligo-mesotrophen Übergangsbereich, nach VOLLENWEIDER 1979 sogar oligotrophe Situation.

Analog zur Phosphor-Abnahme weist auch der Chlorophyll-a-Gehalt eine deutliche Verminderung von $2,35$ auf $1,25 \text{ mg/m}^3$ auf. Gemäß diesem trophischen Zeigerwert ist der Mondsee dem oligotrophen Gewässertyp zuzuordnen.

Auch die Sichttiefen, im Mittel der Projektzeiten von $5,9$ auf $6,5$ Meter ansteigend, berechtigen zur Einstufung in den oligotrophen Zustand.

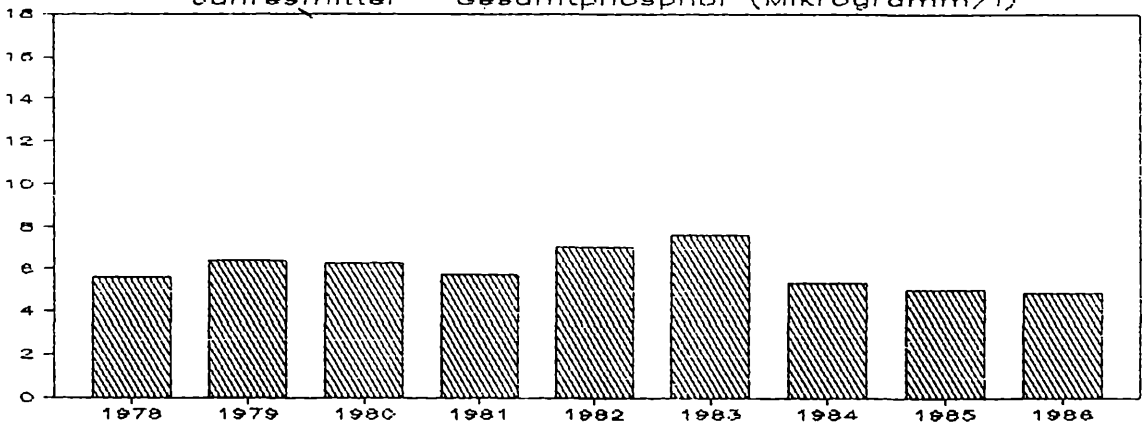
Die Nährstoffeinträge in den Mondsee verringerten sich ebenfalls. Im Vergleich zu einer Überbelastung von durchschnittlich 89% für 1978-1982, kann 1983-1985 eine Abnahme auf +39% des kritischen Frachteintrages festgestellt werden.

Dieser Befund eines doch deutlichen Übersteigens der kritischen Fracht steht zwar im Widerspruch zur trophischen Einstufung des Pelagials, läßt sich aber auf Grund des Nährstoff-Eintrages über die Fuschler Ache erklären.

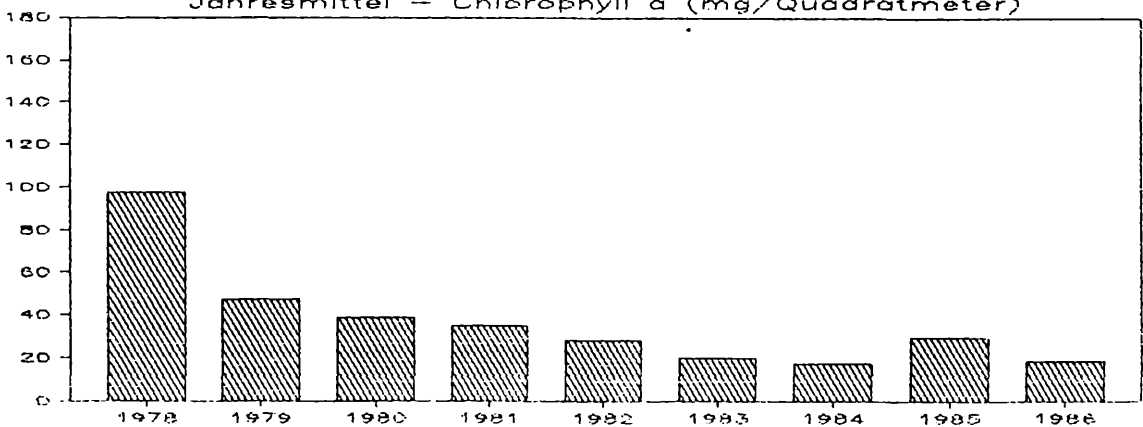
Wie bereits bei MOOG (1980) ausgeführt, werden etwa 60% der Jahresphosphorfracht der Fuschler Ache an wenigen Tagen zu Hochwasserereignissen in den Mondsee transportiert. Diese Tatsache trifft auch für die gegenwärtige Untersuchungsperiode zu. Daraus leitet sich ab, daß durch die Fuschler Ache zwar ein sehr hoher Phosphoreintrag in den Mondsee erfolgt, die Phosphoratom- und Moleküle aber zum größten Teil an Flußsedimenten adsorbiert sind. Diese, vorwiegend zu Hochwasserereignissen in den Mondsee eingebrachten phosphorreichen Partikel sedimentieren rasch im Mündungsbereich der Fuschler Ache und stehen dem Phytoplankton nur zu einem geringen Teil als Nähr- und damit Eutrophierungsstoff zur

Verfügung. Am Beispiel des Phosphoreintrages durch die Fuschler Ache wird ersichtlich, daß der sogenannte "available" Phosphor ein bedeutend besserer Schätzparameter zum Verständnis der trophischen Vorgänge im Seenpelagial darstellt als der international als Trophiecharakteristikum verwendete Gesamtphosphor

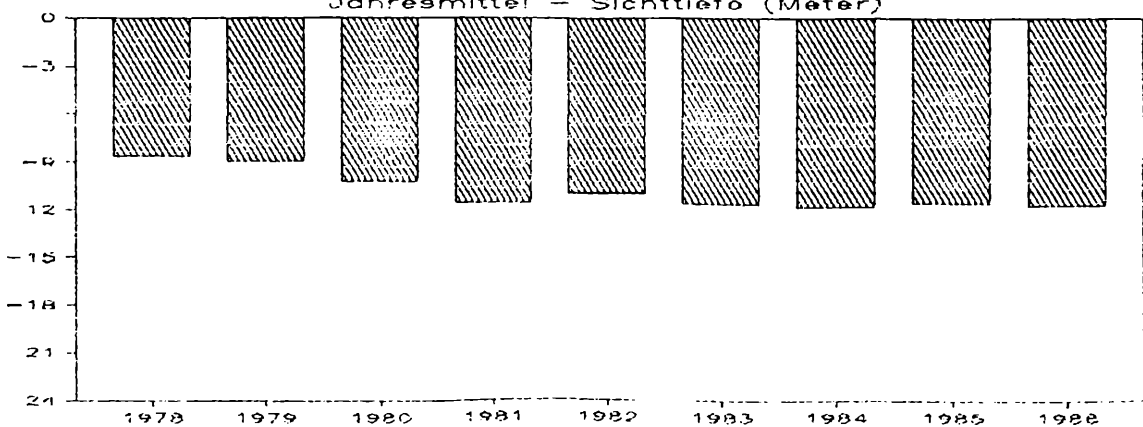
TROPHISCHE CHARAKTERISTIK — ATTERSEE
Jahresmittel — Gesamtphosphor (Mikrogramm/l)



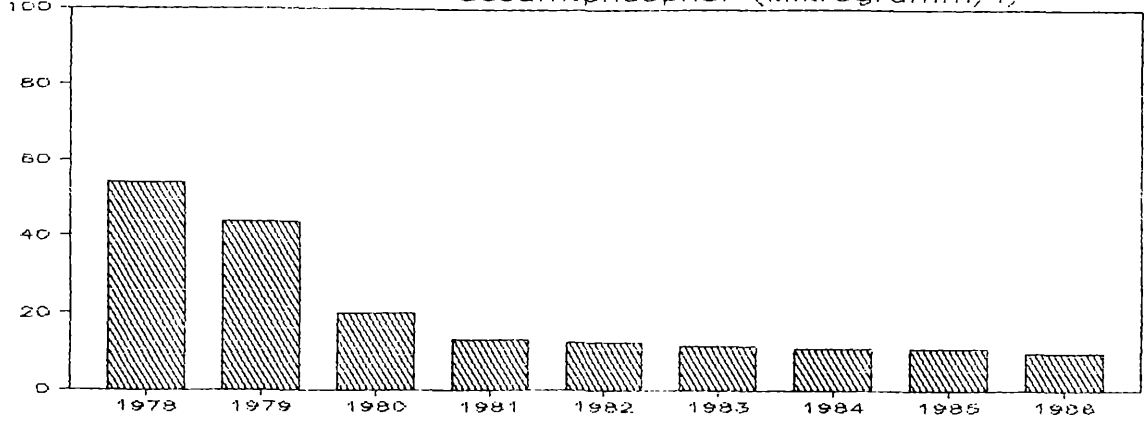
TROPHISCHE CHARAKTERISTIK — ATTERSEE
Jahresmittel — Chlorophyll a (mg/Quadratmeter)



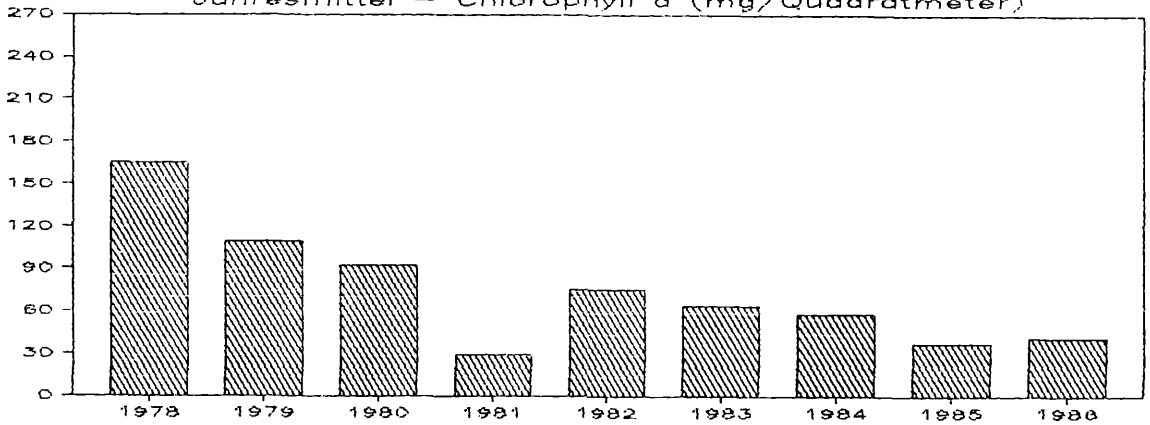
TROPHISCHE CHARAKTERISTIK — ATTERSEE
Jahresmittel — Sichttiefe (Meter)



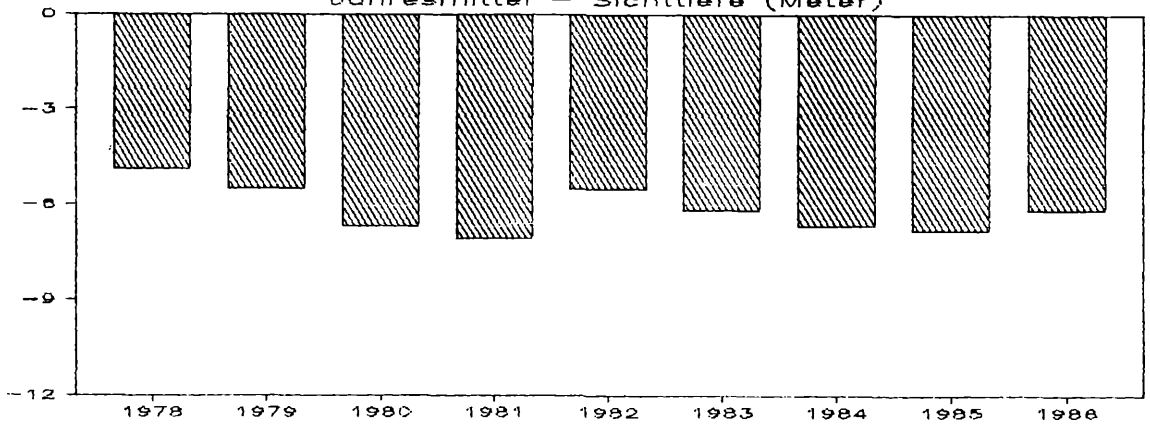
TROPHISCHE CHARAKTERISTIK — MONDSEE
 Jahresmittel — Gesamtphosphor (Mikrogramm/l)



TROPHISCHE CHARAKTERISTIK — MONDSEE
 Jahresmittel — Chlorophyll a (mg/Quadratmeter)



TROPHISCHE CHARAKTERISTIK — MONDSEE
 Jahresmittel — Sichttiefe (Meter)



7 Atmosphärischer Nährstoff-Eintrag und Versauerung der Niederschläge

Verfasser: Mag. U. NICKUS

7 1. Einleitung:

Die Versauerung von Niederschlägen ist ein Thema, das allmählich immer mehr ins Bewußtsein der Öffentlichkeit vordringt. Dagegen sind die Versauerung von Böden, von aquatischen Ökosystemen und Grundwasser zwar seit einigen Jahren der Wissenschaft bekannt, haben aber noch nicht die ihnen gebührende Beachtung gefunden.

Welche Prozesse die beiden Erscheinungen "Saurer Niederschlag" und "Versauerte Gewässer" miteinander verbinden, ist noch nicht vollständig geklärt. Jedenfalls bestimmen Faktoren, wie die Kapazität von Boden und Wasser, Säuren zu neutralisieren bzw. organische Verbindungen und Metalle zu absorbieren, stark das Ausmaß, indem ein aquatisches System durch Säureeintrag verändert werden kann. Damit gehören oligotrophe, schwach gepufferte Gewässer zu den am meisten gefährdetsten.

Während es im ÖEP-I vorallem um die Nährstoffbilanz von Seen ging, sollten im Rahmen des Folgeprojektes ÖEP-II die Einträge von Nähr- und Schadstoffen (Säuren, etc.) untersucht werden. Den atmosphärischen Eintrag und damit die Versauerung der Niederschläge zu erfassen, war daher eines der Ziele von ÖEP II.

7 1.1. Niederschlagsverhältnisse im Probengebiet:

Da Depositionsmengen, von Einzelfällen abgesehen, hauptsächlich vom Niederschlagsausmaß abhängen und weniger von der Konzentration der im Niederschlag enthaltenen Stoffe, soll hier kurz auf die Niederschlagsverhältnisse im Probengebiet eingegangen werden.

Alle drei Meßstellen liegen im Randbereich der Nordstauzone der Alpen. Die mittleren Jahressummen erreichen deshalb

in Mondsee und Scharfling etwa 1500 mm, an der etwas weiter nördlich gelegenen Station Attersee nur noch um die 1200 mm (Tab. 7 1) Die Klimastation in Attersee wurde gewählt, da von Weyregg keine längerfristigen Mittel des Niederschlags vorliegen. Die Werte der beiden Stationen korrelieren gut.

Betrachtet man die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge, so fallen knapp 60% der Jahressumme im Sommerhalbjahr In Anlehnung an das hydrologische Jahr, das jeweils von 1 Oktober bis 30. September gerechnet wird, werden als "Sommer" die Monate April bis September bezeichnet.

Am niederschlagsreichsten ist im Mittel der Juli mit etwa 170 bis 200 mm, gefolgt von Juni und August.

1984 war, gegenüber dem langjährigen Mittel, an allen drei Stationen um 200 bis 300 mm zu trocken (Tab. 7 2), was vor allem auf das Konto der Monate März, April, Oktober, November und Dezember ging. Sie lagen alle weit unter dem Mittelwert, besonders im Gebiet des Mondsees.

1985 fiel der August mit Niederschlagsmengen zwischen 330 und 370 mm auf. Die Haupteinträge lieferten zwei Kaltfrontdurchgänge mit anschließender Tiefdruckentwicklung über Oberitalien. Innerhalb von jeweils zwei Tagen fielen etwa 120 bzw. 80 mm Niederschlag. Insgesamt entsprach 1985 die Jahressumme in Weyregg und Mondsee etwa dem langjährigen Mittel, während Scharfling über dem Schnitt lag.

7 2. Proben von Einzelereignissen ("wet only")

"Wet only"-Messungen wurden in Weyregg seit dem 16.3.1981 durchgeführt, ab 1983 auch in Scharfling und Mondsee. Allerdings erfolgte die Probenentnahme in den ersten drei Jahren zum Teil eher sporadisch, so daß für Vergleiche und zur Berechnung von Mittelwerten nur die Werte von 1984 und 1985 verwendet wurden. Am verlässlichsten wurden die Proben in Weyregg genommen. Die Ergebnisse der Stationen Scharfling und Mondsee sind hingegen mit Vorbehalt zu verwenden und geben nur eine grobe Richtlinie an. Es wurden deshalb vorwiegend die Werte von Weyregg diskutiert.

7 2.1. Konzentration

Die Einzelwerte der Konzentration (Abb. 7 1, 7 2, 7 3) wiesen allgemein einen recht großen Schwankungsbereich auf. Bei Chlorid, Nitrat- und Gesamtstickstoff erreichten die absoluten gemessenen Maxima die 10- bis 20-fachen Werte der Minima. Bei Sulfatschwefel in Weyregg war dieser Unterschied zum Teil noch höher (Tab. 7 3) Gesamt-Stickstoff-Werte über 2000 mg/l traten immer nur im Sommerhalbjahr auf. Das gleiche galt für maximale Phosphorkonzentrationen. Bei den anderen analysierten Komponenten war dagegen kein einheitlicher Trend bezüglich der jahreszeitlichen Verteilung von Maxima und Minima festzustellen.

Die Jahresmittel der ph-Werte lagen in Weyregg bei 4,2, was dem in Lunz gemessenen Wert sehr gut entspricht (MALICKY 1986) Das gewichtete Mittel aller Stationen in Kärnten betrug ph 4,61 (HONSIG - ERLenburg et. al., 1986) In Tirol lag es am höchsten mit Werten zwischen ph 4,8 und 5,05 (PSENNER & NICKUS 1987) Nach der von SMIDT getroffenen Einteilung (SMIDT 1984) können also die Niederschläge in Weyregg bezüglich des ph-Wertes als deutlich abgesenkt bezeichnet werden.

Auch ein Vergleich der mittleren Konzentrationen aller anderen Komponenten (Tab. 7 3) zeigt, daß der Niederschlag in Weyregg dem in Lunz recht gut entsprach, während die Belastung der Niederschläge an den Tiroler Stationen deutlich darunter lag. Die mittleren Konzentrationen erreichten dort im allgemeinen nur ein Drittel bis die Hälfte der Werte, die in Weyregg und Lunz - also nördlich der Alpen - gemessen wurden.

Ein Unterschied in der Konzentration zwischen 1984 und 1985 war in Weyregg vorallem bei SO₄-S zu beobachten. 1984 lag die mittlere Konzentration an SO₄-S mit 1,3 mg/l gut doppelt so hoch als 1985.

Auch die mittleren Chloridkonzentrationen unterschieden sich in beiden Jahren deutlich. Allerdings ist der Wert von 1985 nicht repräsentativ, da nur Proben vom März analysiert wurden.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse sollte nicht außer acht gelassen werden, daß sich in der näheren Umgebung von Weyregg zwei bedeutende Emittenten - vorallem von SO_2 - befinden. Es sind dies die Chemie Lenzing AG, etwa 8 km Luftlinie entfernt, und das kalorische Kraftwerk Timelkam in ca. 12 km Entfernung. Beide liegen nördlich von Weyregg.

Betrachtet man die Verteilung der Wetterlagen in beiden Jahren, so zeigt sich für 1984 ein Plus von Strömungslagen aus dem Sektor NW - NE von etwa 20 gegenüber dem Jahr 1985. Trotz aller Einschränkungen und Verallgemeinerungen, die eine solche Einteilung aus meteorologischer Sicht mit sich bringt, könnte dies als mögliche Erklärung für die viel höhere SO_4 -Belastung im Jahr 1984 dienen.

Tab. 7 1 MITTLERE NIEDERSCHLAGSSUMMEN VON MONDSEE,
SCHARFLING UND ATTERSEE (mm)

(aus Beitr z. Hydrogr. Österr, Bd. 46, 1983)

MONDSEE 488 m								
Mittel	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1931/60	124	115	104	122	148	173	211	
1971/80	100	76	104	127	122	177	192	
Mittel	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr		
1931/60	168	129	120	107	113	1634		
1971/80	157	103	89	139	119	1505		

SCHARFLING 480 m

Mittel	I	II	III	IV	V	VI	VII
1971/80	90	68	91	120	123	173	188
Mittel	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	
1971/80	143	112	94	138	112	1452	

ATTERSEE 475 m

Mittel	I	II	III	IV	V	VI	VII
1931/60	84	78	70	89	125	143	176
1971/80	64	53	65	100	107	149	143
Mittel	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	
1931/60	151	97	80	73	74	1240	
1971/80	130	86	70	100	76	1143	

Tab. 7 2. MONATS- UND JAHRESSUMMEN DES NIEDERSCHLAGES FÜR WEYREGG, SCHARFLING UND MONDSEE (mm) FÜR DIE JAHRE 1984 UND 1985

1984	I	II	III	IV	V	VI	VII
Weyregg	70,2	63,5	57,0	43,7	107,9	90,9	259,0
Scharf- ling	99,2	100,9	49,4	48,7	147,2	115,5	216,6
Mondsee	105,8	80,5	59,9	46,6	144,9	112,8	215,6
1984	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	
Weyregg	142,5	144,4	43,7	33,4	41,7	1098	
Scharf- ling	197,8	196,4	44,9	36,4	105,1	1358	
Mondsee	180,8	175,6	29,7	35,9	67,8	1256	

1985	I	II	III	IV	V	VI	VII
Weyregg	66,8	90,8	45,5	49,8	75,3	156,7	140,6
Scharf- ling	105,8	149,1	58,9	137,0	97,5	199,8	208,5
Mondsee	69,0	135,8	56,6	107,2	98,6	212,4	185,9

1985	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Weyregg	335,0	93,2	42,3	102,8	98,5	1297
Scharf- ling	341,1	121,6	59,7	127,2	158,3	1765
Mondsee	372,6	109,5	60,1	118,9	136,0	1663

7 2.2. Depositionen:

Wie schon früher erwähnt, ist der bestimmende Faktor für die Höhe der Deposition von Nähr- und Schadstoffen in Gebieten, die sich nicht unmittelbar in der Umgebung eines Emittenten befinden, die Niederschlagsmenge. Dies zeigt sich bei Vergleichen einzelner Jahre bzw. Stationen untereinander. Die Jahressumme der Depositionen H^+ - es soll wiederum nur die Station Weyregg diskutiert werden - lag trotz des gleichen ph -Wertes mit 71 bzw. 76 mequ/m² (Tab.7 6.) entsprechend der niedrigeren Niederschlagssumme unter jener von Lunz.

Die Sulfatschwefel- und Chloriddepositionen unterschieden sich in den zwei Jahren 1984 und 1985 im gleichen Verhältnis wie die entsprechenden Konzentrationen (Kap. 7 2.1.)

Die Schwefeldeposition in Weyregg erreichte ähnliche Werte wie im Mittel in Kärnten bzw. Lunz. Sie war aber gut doppelt so hoch als in Tirol, was die Folge der höheren Konzentration und der um 400 bis 600 mm größeren Niederschlagsmenge war.

Abgesehen von der Chloriddeposition im Jahr 1985, die als nicht realistisch anzusehen ist (sie wurde mit dem Mittel aus vier Einzelmessungen berechnet - vgl. Kap. 7 2.1.), war diese auch 1984 vergleichsweise sehr hoch. Sie erreichte etwa den dreifachen Wert von Tirol bzw. den sechsfachen von Lunz. Dies legt die Annahme nahe, daß in Weyregg auch größere Mengen nicht maritimen Chlorids deponiert wurden.

Die Belastung mit Gesamtstickstoff war in beiden Jahren in Weyregg ähnlich hoch mit 2,1 bis 2,2 g/m². Nur in Lunz wurde etwa der gleiche Betrag erreicht. In Kärnten und Tirol lag die Stickstoffdeposition unter dem halben Wert von Weyregg.

Zusammenfassend läßt sich damit sagen, daß Weyregg von allen ÖEP-Stationen die am meisten belastetste war bzw. ist.

WEYREGG 1983				
Parameter	n	Min.	Max	
pH	32	3,89	7,38	
Leitf.	2	7	26	
NO ₃ -N	25	197	3940	
Kj-N _{tot}	31	223	2562	
SO ₄ -S	-	-	-	
Cl	-	-	-	
P _{tot}	34	3,7	159	
WEYREGG 1984				
				\bar{x}
pH	44	3,84	7,5	4,19
Leitf.	39	11,6	261	26,5
NO ₃ -N	-	-	-	-
Kj-N _{tot}	39	177	3797	2,13
SO ₄ -S	37	0,1	3,8	1,46
Cl	30	0,24	1,63	0,77
P _{tot}	44	7,0	229	41,8
WEYREGG 1985				
pH	50	3,57	6,70	4,23
Leitf.	46	7,6	361	25,1
NO ₃ -N	47	106	2640	-
Kj-N _{tot}	47	259	3592	2230
SO ₄ -S	44	0,1	2,50	0,74
Cl	4	0,26	2,00	1,56
P _{tot}	46	2,0	143	27,8

SCHARFLING 1983				
Parameter	n	Min.	Max	
pH	20	3,71	6,42	
Leitf.	19	7	143	
NO ₃ -N	11	132	1143	
NH ₄ -N	6	83	721	
Cl	3	0,6	1,2	
P _{tot}	7	3	37	
SCHARFLING 1984				
				\bar{x}
pH	55	3,42	6,22	4,10
Leitf.	55	4	144	26,0
NO ₃ -N	26	79	1986	-
NH ₄ -N	31	30	1628	-
Cl	18	0,1	1,2	-
P _{tot}	39	1	830	46,4
SCHARFLING 1985				
pH	114	3,22	6,62	4,07
Leitf.	113	7	218	21,0
NO ₃ -N	66	56	3767	1940
NH ₄ -N	71	47	2352	-
Cl	52	-	5,0	1,39
P _{tot}	100	1	1490	-

MONDSEE 1983				
Parameter	n	Min.	Max	
pH	1	5,5		
Leitf.	-	-	-	
NO ₃ -N	5	131	1450	
Kj-N _{tot}	5	402	1025	
SO ₄ -S	-	-	-	
Cl	-	-	-	
P _{tot}	5	3,4	250	
MONDSEE 1984				
				\bar{x}
pH	77	3,95	7,56	4,70
Leitf.	71	11,0	286	30,3
NO ₃ -N	73	61	16900	-
Kj-N _{tot}	32	317	12600	1860
SO ₄ -S	65	-	10,0	1,66
Cl	43	0,12	2,68	-
P _{tot}	72	3,1	1410	-

Tab. 7 3: ZUSAMMENFASSENDER CHARAKTERISTIK VON WET - ONLY - PROBEN DES NIEDERSCHLAGES IN WEYREGG, SCHARFLING UND MONDSEE FÜR DIE JAHRE 1983 BIS 1985

Anzahl der Proben n, Minima, Maxima und gewichtete Mittel der Konzentrationen

7.3. Chemismus feuchter und trockener Niederschläge

Nach der Kärntner Methode (HONSIG - ERLBURG et al., 1986) wurde in etwa 14-tägigen Intervallen in den Jahren 1984 und 1985 der atmosphärische Eintrag von Nähr- und Schadstoffen gemessen (Abb. 7.1, 7.2, 7.3) - neben vereinzelt Proben im Jahr 1983.

Auffallend war, daß der niedrigste gemessene pH-Wert von 3,00 bei den 14-Tage-Proben auftrat (Tab. 7.4), bzw. der Bereich zwischen größtem und kleinsten gemessenen pH gegenüber jenem der wet-only-Proben eher kleiner ausfiel. Dagegen war die höchste, bei den 14-Tage-Proben gemessene Leitfähigkeit in Weyregg in beiden Jahren fast dreimal so hoch als bei den Proben von Einzelereignissen (vgl. Kap. 4).

Die gewichteten Jahresmittel der pH-Werte für 1984 und 1985 betragen in Weyregg 4,39 bzw. 4,16. Die mittlere Leitfähigkeit war mit Werten über 30 Mikrosiemens/cm in beiden Jahren fast gleich.

Große Unterschiede gab es dagegen bei den Depositionsmengen von H^+ - der Wert von 1985 war mit $90 \mu\text{eq}/\text{m}^2$ doppelt so hoch als im Jahre davor (Tab. 7.6). Noch größer war die Differenz beim Gesamtphosphor. Die abgelagerte Menge betrug 1984 $62,5 \text{ mg}/\text{m}^2$ und war damit 2,5mal so hoch als 1985 trotz der 200 mm Niederschlag, die 1985 mehr fielen.

Fast $2,6 \text{ g}/\text{m}^2$ an Gesamtstickstoff bedeuteten knapp die dreifache Menge an deponiertem Stickstoff wie in Tirol, etwa das Doppelte vom Kärntner Mittel und lagen etwa 30% über dem Wert von Lunz.

Ähnlich stellte sich die Situation für Sulfatschwefel dar.

Damit ergab sich bei der Probenentnahme mit den Kärntner Bechern das gleiche Bild wie bei der Analyse von Einzelereignissen, nämlich daß Weyregg die Station mit der höchsten Belastung des Niederschlags ist.

WEYREGG 1983				
Parameter	n	Min.	Max	
-	-	-	-	
pH	1		27,0	
Leitf.	7	716	2051	
NO ₃ -N	1	-	1,2	
NH ₄ -N	-	-	-	
Cl	7	14,0	202,0	
P _{tot}				
WEYREGG 1984				
				\bar{x}
pH	33	3,77	6,90	4,39
Leitf.	33	3,4	98,0	30,7
NO ₃ -N	41	465	7053	2570
NH ₄ -N	33	0,2	5,6	1,87
Cl	17	0,39	1,51	0,88
P _{tot}	40	2,3	296	62,5
WEYREGG 1985				
				\bar{x}
pH	34	3,00	6,27	4,16
Leitf.	31	14,2	413	32,3
NO ₃ -N	28	270	14620	2,55
NH ₄ -N	25	0,1	19,5	1,16
Cl	4	0,7	2,32	2,08
P _{tot}	30	5,6	170	25,3

SCHARFLING 1983				
Parameter	n	Min.	Max	
pH	-	-	-	
Leitf.	3	14	24	
NO ₃ -N	1		719	
NH ₄ -N	2	242	425	
Cl	2	0,8	1,35	
P _{tot}	3	4	10	
SCHARFLING 1984				
				\bar{x}
pH	12	3,51	5,60	4,04
Leitf.	12	10	105	23,3
NO ₃ -N	11	276	1620	-
NH ₄ -N	11	68	2251	-
Cl	6	0,5	1,0	0,95
P _{tot}	11	3,0	71,0	31,4
SCHARFLING 1985				
				\bar{x}
pH	24	3,03	6,11	4,0
Leitf.	24	11	207	22,1
NO ₃ -N	22	307	2967	-
NH ₄ -N	21	189	1903	-
Cl	14	0,3	1,4	0,71
P _{tot}	24	2	918	40,0

MONDSEE 1983				
Parameter	n	Min.	Max	
pH	2	4,37	4,89	
Leitf.	1		23,4	
N _{tot}	3	1263	2673	
SO ₄	1	-	1,3	
Cl	-	-	-	
P _{tot}	3	19,6	84,6	
MONDSEE 1984				
				\bar{x}
pH	27	3,61	7,51	4,76
Leitf.	23	6	109	23,1
N _{tot}	28	341	3110	2500
SO ₄	24	0,1	3,5	1,51
Cl	10	0,27	2,68	1,38
P _{tot}	28	6,2	245	84,0
MONDSEE 1985				
				\bar{x}
pH	43	3,39	6,96	4,21
Leitf.	43	9,2	135,6	29,6
N _{tot}	37	827	7810	4090
SO ₄	37	0,25	9,00	4,82
Cl	9	0,38	3,64	2,49
P _{tot}	37	4,3	519,0	61,4

Tab. 7 4. ZUSAMMENFASSEND E CHARAKTERISTIK VON DRY & - WET PROBEN DES NIEDERSCHLAGES IN WEYREGG, SCHARFLING UND MONDSEE FÜR DIE JAHRE 1983 BIS 1985

Anzahl der Proben n, Minima, Maxima und gewichtete Mittel der Konzentrationen

7 4. Vergleich der beiden Meßmethoden

Die von Einzelereignissen genommenen Proben wurden in den vorangegangenen Kapiteln oft als "wet-only" Proben bezeichnet. Dabei muß beachtet werden, daß auch während eines Niederschlagsereignisses die trockene Deposition weitergeht, trockene und nasse Deposition also nicht vollkommen voneinander getrennt werden können.

Das Ausmaß der trockenen Deposition hängt einerseits von der Entfernung zum Emittenten ab - sie nimmt mit wachsendem Abstand zur Quelle ab. Andererseits beeinflussen u. a. Oberflächenbeschaffenheit und Geometrie des Sammelgerätes die Größe der trockenen Deposition (VDI, 1983)

Der Anteil der trockenen an der gesamten Deposition schwankt laut CRUTZEN (1983) und GEORGU et al. (1983) für SO_4 zwischen 9 und 29% bzw. für NO_x zwischen 8 und 23%.

Verhältniszahlen von Konzentrations- oder Depositionswerten aus den beiden Meßmethoden (Erfassen von einzelnen Niederschlagsereignissen und 14-Tage-Proben mit Kärntner Bechern) sollten daher weniger als Anteil der nassen an der gesamten Deposition interpretiert werden, sondern mehr als unterschiedliche Ergebnisse verschiedener Methoden.

Im allgemeinen übertraf die mit den Kärntner Bechern ermittelte Deposition die Werte, die sich aus Proben von Einzelereignissen ergaben, und zwar um 14 bis 57% (Tab. 7 7)

Nur in zwei Fällen traf dies nicht zu:

einmal beim Gesamtphosphor - dies könnte durch die starke lokale Abhängigkeit der P-Deposition erklärt werden -, zum anderen bei den Protonen. Der Grund dafür ist wohl, daß mit den Einzelproben nur ein Teil der Niederschlagsereignisse abgedeckt wurde und Monatsmittel daher nicht immer das "wahre" Mittel wiedergeben. Als Beispiel dafür sei der September 1985 in Weyregg angeführt. Mit den Einzelproben wurde nur ein Ereignis erfaßt, was ein "Monatsmittel von pH 6,29 ergab. Die Kärntner Becher waren dagegen während des ganzen Monats exponiert, erfaßten somit alle Niederschlagsereignisse und lieferten ein Monatsmittel von pH 3,85.

1984

	FEUCHTER NIEDERSCHLAG			TROCKENER & FEUCHTER ATMOSPHERISCHER EINTRAG		
	WEYREGG	SCHARFLING	MONDSEE	WEYREGG	SCHARFLING	MONDSEE
pH	4,19	4,10	4,70	4,39	4,04	4,76
Leitf.	28,5	26,0	30,3	30,7	23,1	23,3
SO ₄	1,3		1,2	1,7		1,2
Cl	0,7			0,8	0,7	1,1
N-tot	1944	(946)	1498	2344		1993
P-tot	38,1	34,2	(174)	57,0	23,1	66,88
NO ₃		340				
NH ₄		574				

1985

	FEUCHTER NIEDERSCHLAG			TROCKENER & FEUCHTER ATMOSPHERISCHER EINTRAG		
	WEYREGG	SCHARFLING	MONDSEE	WEYREGG	SCHARFLING_	MONDSEE
pH	4,23	4,07		4,16	4,0	4,21
Leitf.	25,1	21,0		32,3	29,6	22,1
SO ₄	0,57			0,9		2,9
Cl	1,2	0,76		1,6	0,4	1,5
N-tot	1716			1965		2459
P-tot	21,4			19,5	(22,7)	36,9
NO ₃ -N	863	492				
NH ₄ -N		610				

Tab. 7.5: GEWICHTETE JAHRESMITTEL DER KONZENTRATIONEN
CHEMISCHER INHALTSSTOFFE FEUCHTER SOWIE FEUCHTER
UND TROCKENER NIEDERSCHLÄGE

J A H R E S D E P O S I T I O N (Fracht/m².a)1984

	feuchter Niederschlag			trockener & feuchter atmosphärischer Eintrag		
	WEYREGG	SCHARFLING	MONDSEE	WEYREGG	SCHARFLING	MONDSEE
H ⁺ (meg/m ² .a)	70,9	107,9	(25,1)	44,7	123,8	21,8
SO ₄ -S g/m ² .a	1,46		1,66	1,87		1,51
Cl g/m ² .a	0,77			0,88	0,95	1,38
N-tot g/m ² .a	2,13		1,88	2,57		2,50
P-tot mg/m ² .a	41,6	46,4		62,5	31,4	84,0

J A H R E S D E P O S I T I O N (Fracht/m².a)1985

	feuchter Niederschlag		trockener & feuchter atmosphärischer Eintrag		
	WEYREGG	SCHARFLING	WEYREGG	SCHARFLING	MONDSEE
H ⁺ (meg/m ² .a)	76,4	150,2	89,8	176,5	102,5
SO ₄ -S g/m ² .a	0,74		1,16		4,82
Cl g/m ² .a	1,56	1,34	2,08	0,71	2,49
N-tot g/m ² .a	2,23	1,94 (NO ₃ + NH ₄)	2,55		4,09
P-tot mg/m ² .a	27,8		25,3	40,0	61,4

TAB. 7 6. JAHRESDEPOSITIONEN CHEMISCHER INHALTSSTOFFE FEUCHTER
SOWIE FEUCHTER UND TROCKENER NIEDERSCHLÄGE

Mehrtagesproben eine Verflachung der Kurve im mittleren Bereich eintritt zufolge der höheren pH-Werte, die sich im allgemeinen durch Neutralisation während der längeren Expositionszeit ergeben (PSENNER & NICKUS, 1987) Dieser Effekt war aber nur in Scharfling zu beobachten (Abb. 7 7 2)

In Weyregg und Mondsee kam es zum umgekehrten Vorgang. Das heißt, der Bereich, in dem 50% aller pH-Werte lagen, verschob sich bei den Mehrtagesproben in Richtung niedriger pH-Werte.

Zur Erklärung mag ein Blick auf die Anzahl der pH-Werte dienen, aus denen sich die Kurven zusammensetzen. Während in Weyregg und Mondsee etwa gleich viele Einzelproben wie Mehrtagesproben verarbeitet wurden, waren es in Scharfling viermal mehr Einzelproben. Die Chance, einen repräsentativen Querschnitt über die pH-Werte von Einzelereignissen zu erhalten, war dort eindeutig größer.

Tab. 7 7: VERHALTNIS DER BERECHNETEN DEPOSITIONSMENGEN AUS DEN ZWEI METHODEN FÜR WEYREGG

	1984	1985
H+	0,63	1,18
SO ₄ -S	1,28	1,57
Cl	1,14	1,33
N-tot	1,21	1,14
P-tot	1,50	0,91

7 5. Korrelation zwischen verschiedenen chemischen Parametern des Niederschlages:

Es wurde versucht, Korrelationen zwischen allen analysierten chemischen Parametern zu finden.

Das Ergebnis war aber enttäuschend. Gute Korrelationen mit $r^2 = 0,7$ traten nur sehr vereinzelt auf (Tab.7 8)

Die höchsten Korrelationskoeffizienten ergaben sich zwischen $\text{NO}_x\text{-N}$ und N_{tot} bzw. $\text{NH}_4\text{-N}$ und N_{tot} . Einigermaßen gut war in manchen Fällen die Beziehung zwischen der Leitfähigkeit und $\text{NO}_x\text{-N}$.

Eine Erklärung für diese schlechte Abhängigkeit der Parameter voneinander bietet die Wettersituation verbunden mit der Nähe der beiden großen Emittenten in Lenzing und Timelkam. Während eines Niederschlagsereignisses, welches sich im Salzkammergut über mehrere Tage erstrecken kann (Salzburger Schnürlregen), und noch viel mehr während der Mehrtagesproben tragen ganz verschiedene Luftmassen zum Eintrag von Nähr- und Schadstoffen bei. Je nach Windrichtung kommt es - auch zu einer mehr oder weniger starken lokalen Beeinflussung.

r² - Matrix

Korrelationen chemischer Inhaltsstoffe aus feuchten und trockenen atmosphärischen Niederschlägen (dry & wet)
W E Y R E G G 1983 - 1985

	Leitf.	SO ₄ -S	Cl	P _{tot}	N _{tot}
H ⁺	0,06	0,45	0,26	0,18	0,26
Leitf.		0,42	0,57	0,17	0,36
SO ₄ -E			0,49	0,33	0,36
Cl				0,10	0,68
P _{tot}					0,20

Korrelationen chemischer Inhaltsstoffe aus feuchten atmosphärischen Niederschlägen (wet only)
W E Y R E G G 1983 - 1985

	Leitf.	SO ₄ -S	Cl	P _{tot}	N _{tot}	NO ₃ -N	K ₃ -K _{tot}
H ⁺	0,29	0,29	0,02	0,05	0,14	0,25	0,03
Leitf.		0,31	0,22	0,06	0,39	0,59	0,10
SO ₄ -S			0,13	0,13	0,18	0,20	0,09
Cl				0,03	0,29	0,36	0,11
P _{tot}					0,07	0,13	0,01
N _{tot}						0,56	0,67
NO ₃ -N							0,07

K O N D E E 1983 - 1985

H ⁺	0,03	0,07	0,30	0,04	0,00
Leitf.		0,44	0,26	0,05	0,52
SO ₄ -E			0,04	0,09	0,45
Cl				0,16	0,02
P _{tot}					0,19

E C H A F L I N G 1983 - 1985

H ⁺	0,14	0,11	0,08	0,09	0,007	0,11
Leitf.		0,02	0,08	0,60	0,71	0,45
Cl			0,01	0,13	0,03	0,06
P _{tot}				0,23	0,22	0,73
N _{tot}					0,75	0,26
NO ₃ -N						

K O N D S E E 1983 - 1985

H ⁺	0,15	0,03	0,104	0,08	0,07	0,01	0,03
Leitf.		0,11	0,29	0,07	0,06	0,06	0,49
SO ₄ -S			0,40	0,13	0,23	0,22	0,12
Cl				0,40	0,72	0,18	0,78
P _{tot}					0,29	0,07	0,44
N _{tot}						0,51	0,75
NO ₃ -N							0,7E

S C H A R F L I N G 1983 - 1985

H ⁺	0,14	0,02	0,10	0,36	0,30	0,12	NH ₄ -N
Leitf.		0,04	0,17	0,65	0,58	0,35	
Cl			0,01	0,00	0,02	0,00	
P _{tot}				0,14	0,14	0,30	
N _{tot}					0,84	0,79	
NO ₃ -N						0,42	

TAB. 7 8. KORRELATIONEN CHEMISCHER INHALTSSTOFFE FEUCHTER SOWIE FEUCHTER UND TROCKENER NIEDERSCHLÄGE

Mehrtagesproben: Blockdarstellung
 Einzelergebnisse: Strichdarstellung

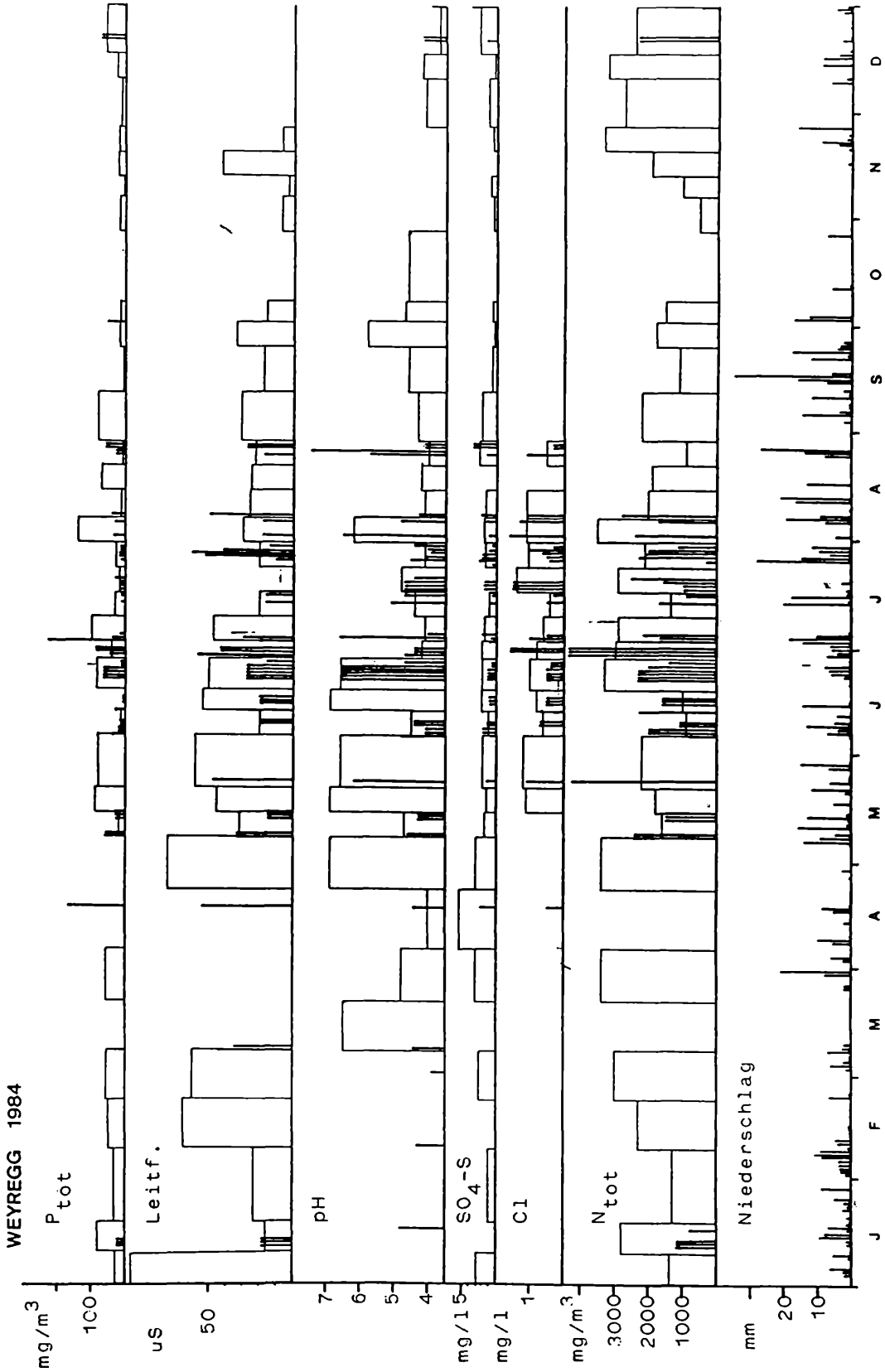


ABB. 7 1.1. KONZENTRATIONSWERTE CHEMISCHER PARAMETER IM NIEDERSCHLAG - WEYREGG 1984

Mehrtagesproben: Blockdarstellung
Einzelereignisse: Strichdarstellung

WEYREGG 1985

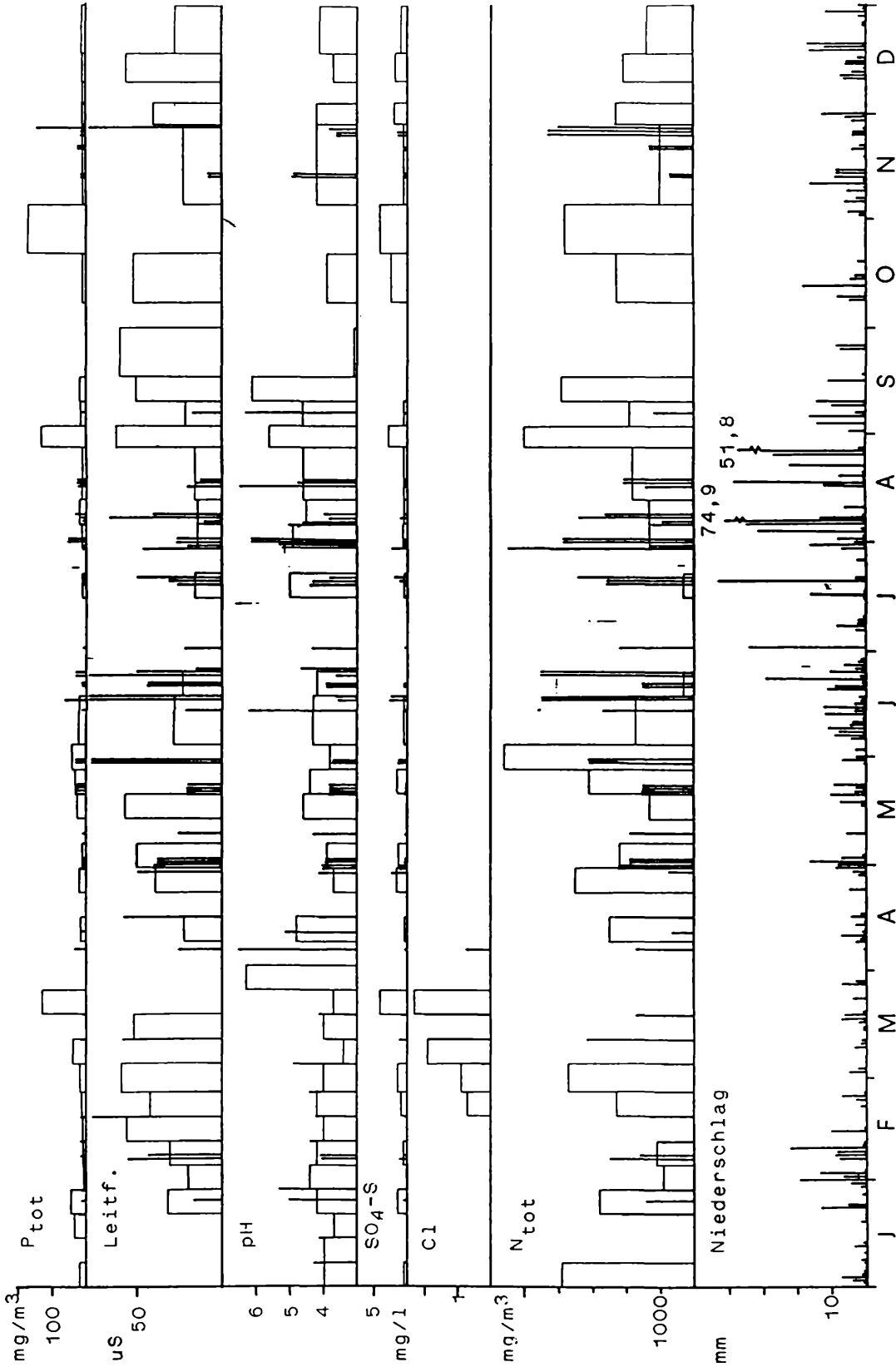


ABB. 7 1.2. KONZENTRATIONSWERTE CHEMISCHER PARAMETER IM NIEDERSCHLAG - WEYREGG 1985

Mehrtagesproben: Blockdarstellung
Einzelereignisse: Strichdarstellung

SCHARFLING 1984

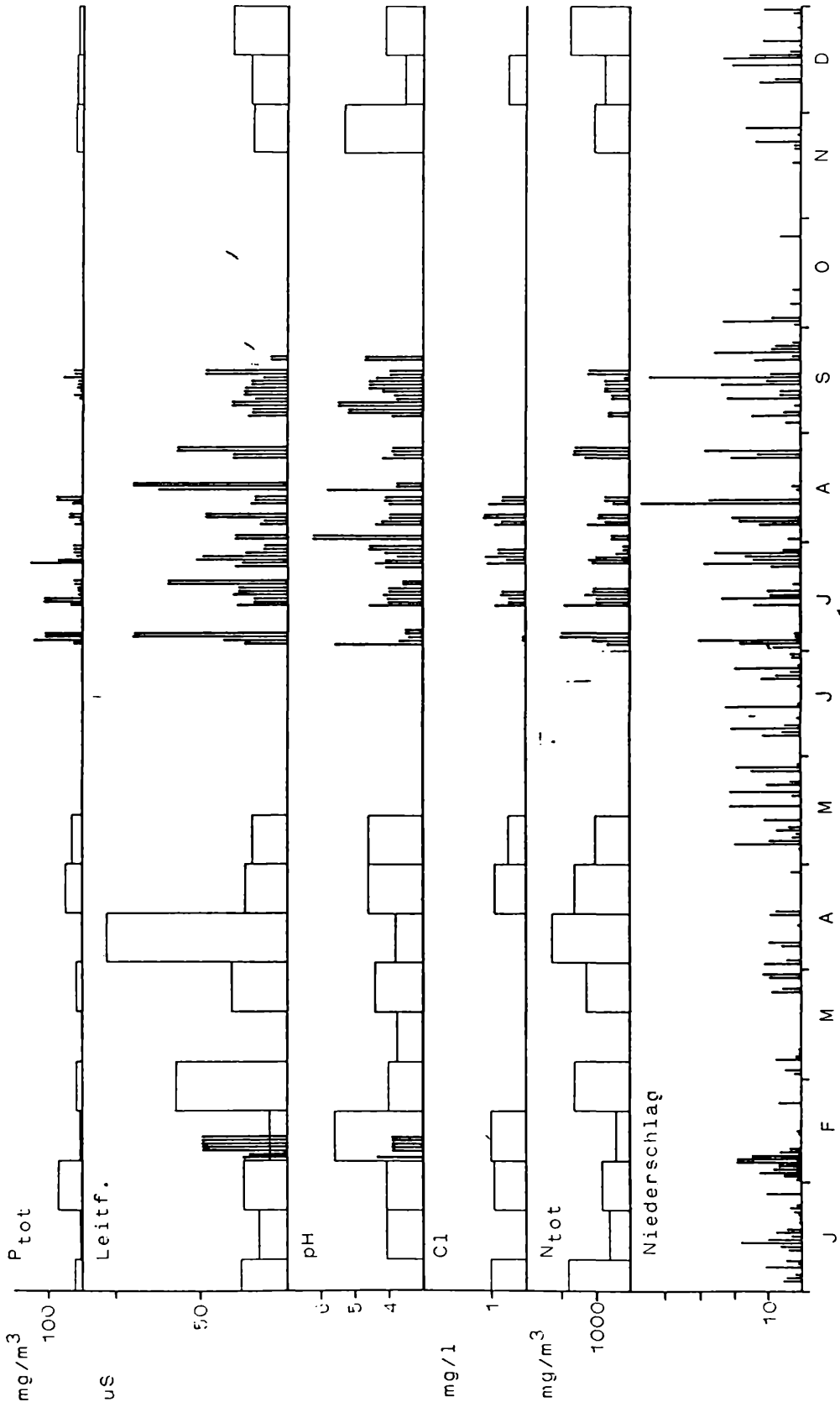


ABB. 7 2.1 KONZENTRATIONSWERTE CHEMISCHER PARAMETER IM NIEDERSCHLAG - SCHARFLING 1984

Mehrtagesproben: Blockdarstellung
Einzelereignisse: Strichdarstellung

SCHARFLING 1985

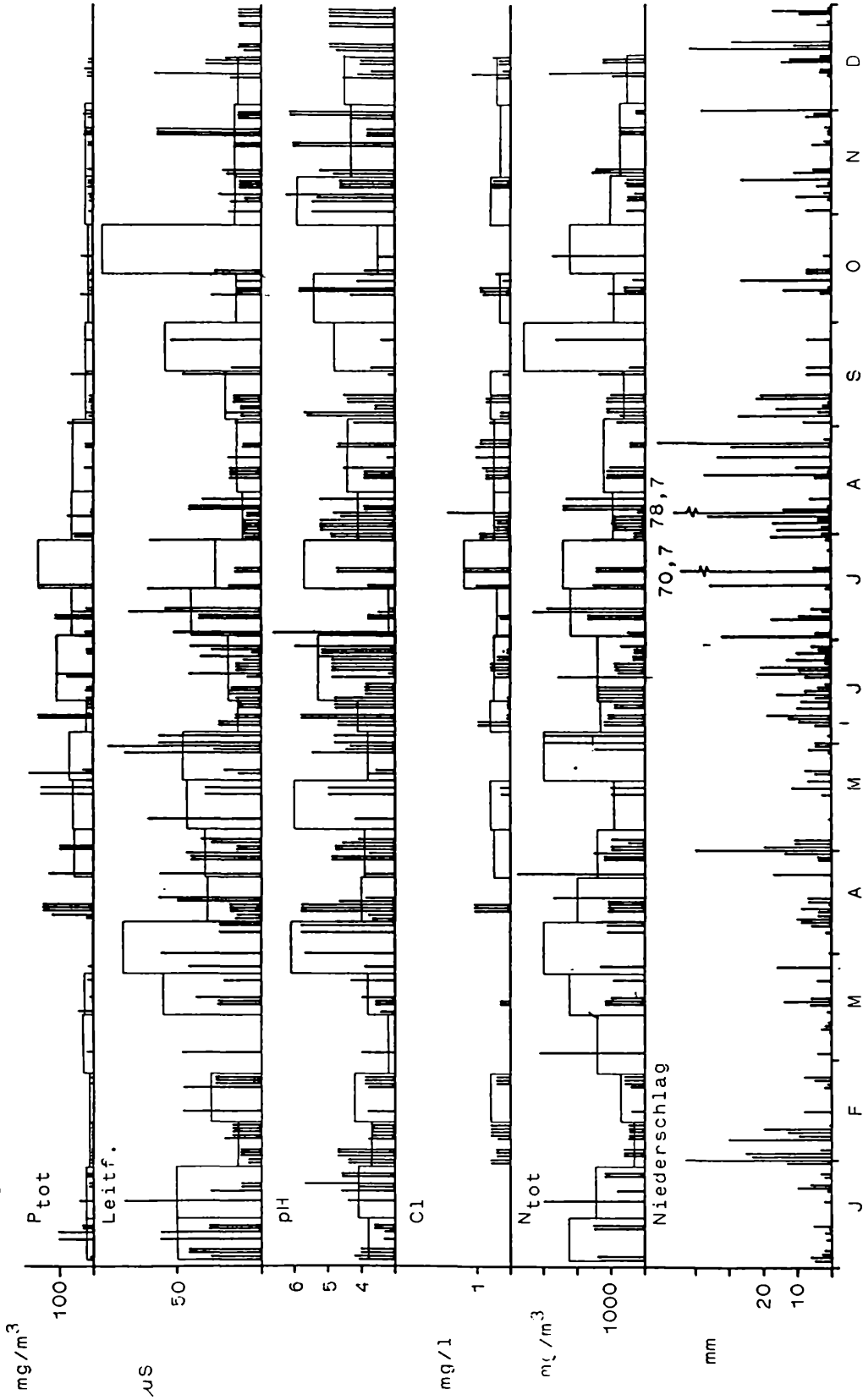


ABB. 7 2.2. KONZENTRATIONSWERTE CHEMISCHER PARAMETER IM NIEDERSCHLAG - SCHARFLING 1985

Mehrtagesproben.
Einzelereignisse: Strichdarstellung

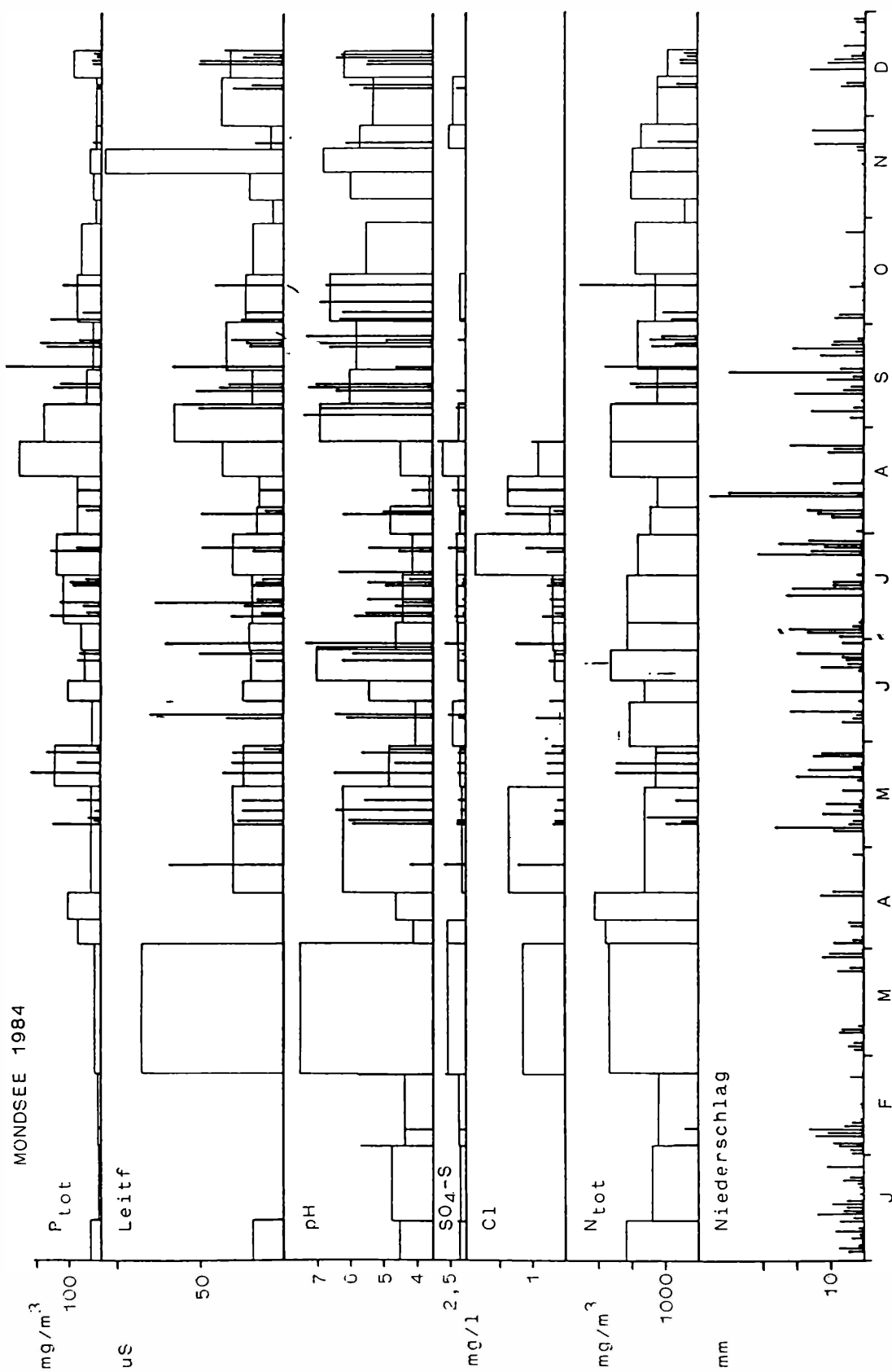


ABB. 7 3.1. KONZENTRATIONSWERTE CHEMISCHER PARAMETER IM NIEDERSCHLAG - MONDSEE 1984

Mehrtagesproben: Blockdarstellung
 Einzelergebnisse: Strichdarstellung

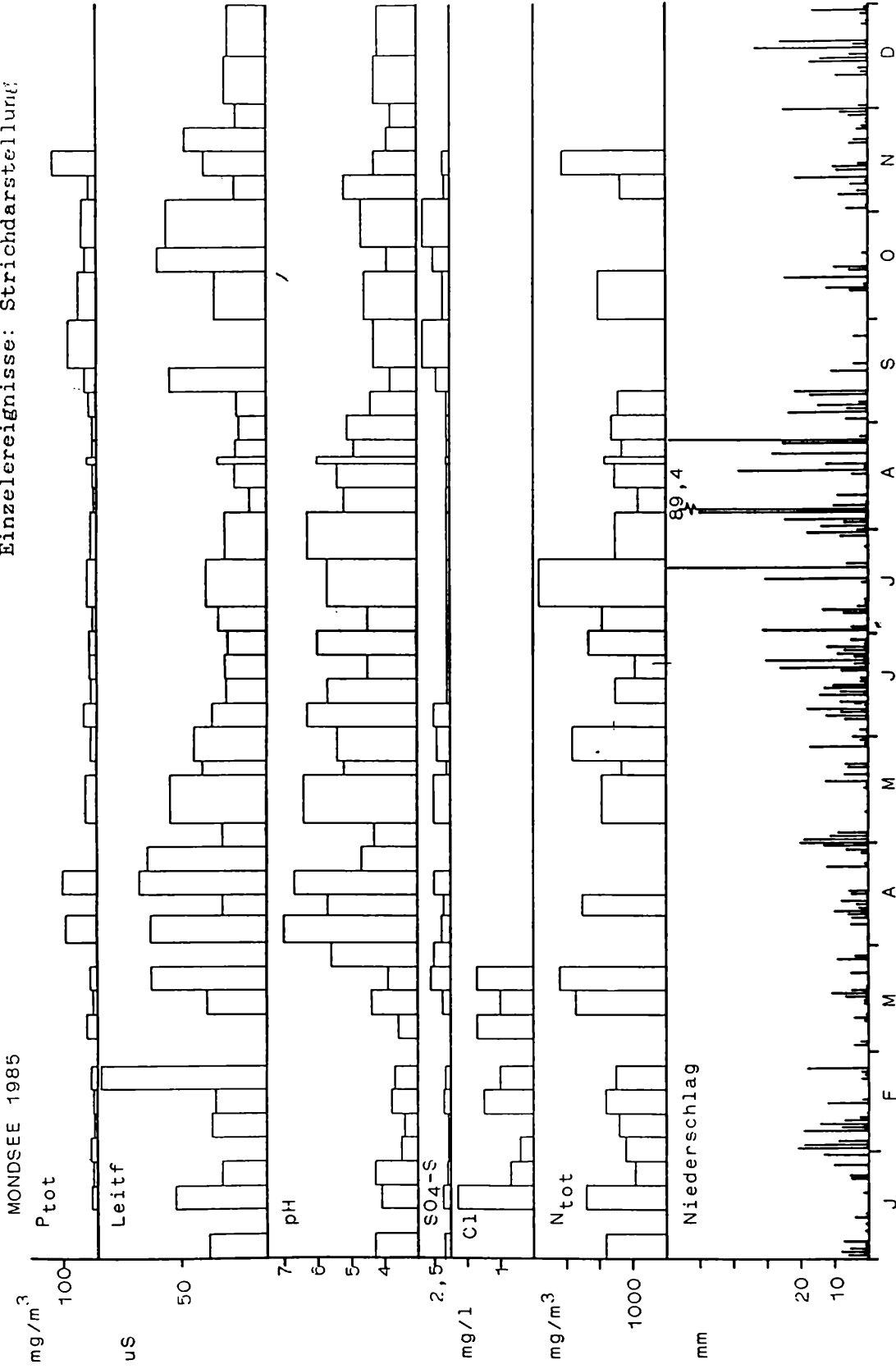


ABB. 7 3.2. KONZENTRATIONSWERTE CHEMISCHER PARAMETER IM NIEDERSCHLAG MONDSEE 1985

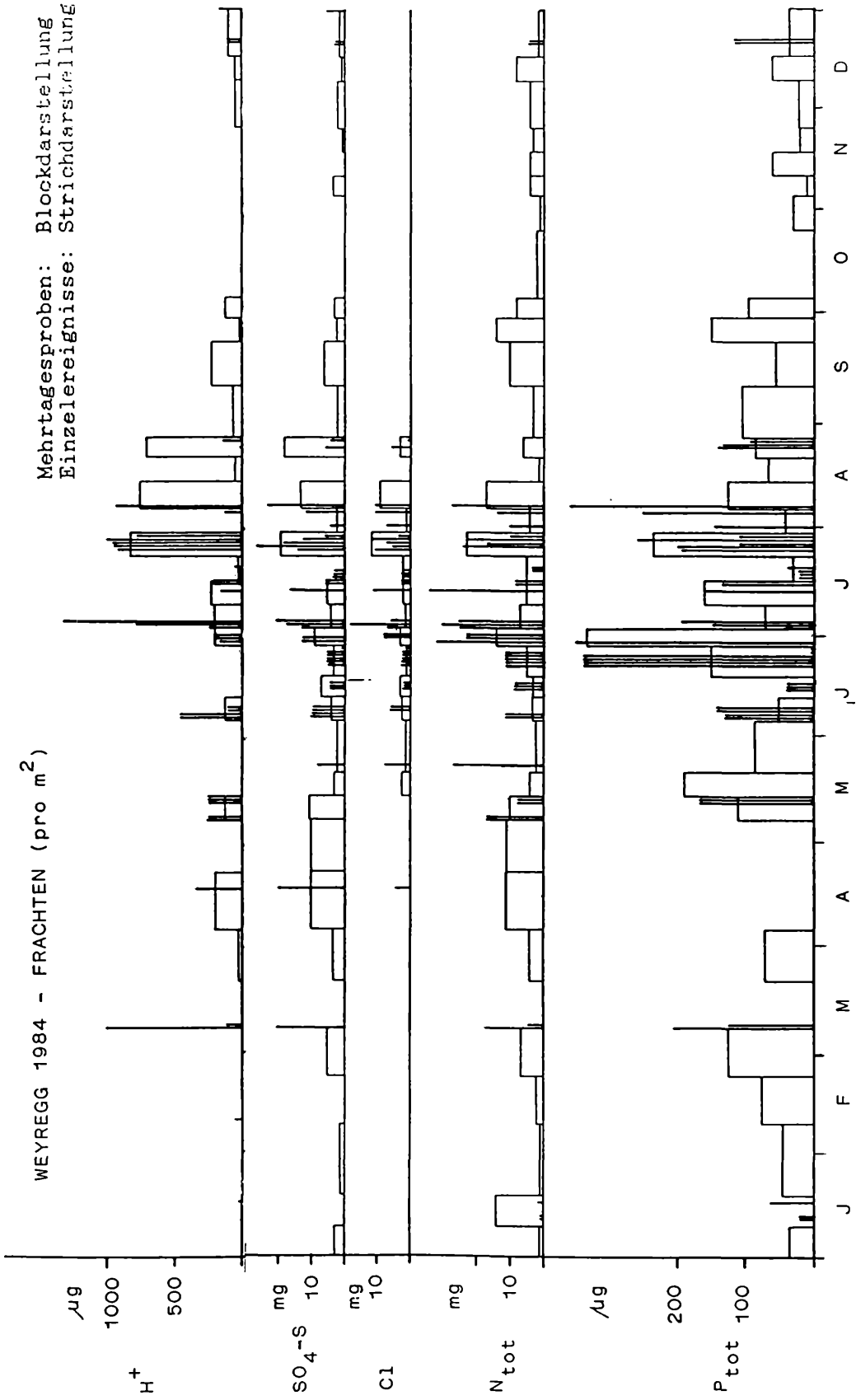


ABB. 7 4.1. DEPOSITIONSMENGEN CHEMISCHER INHALTSSTOFFE
WEYREGG 1984

Mehrtagesproben: Blockdarstellung
Einzelereignisse: Strichdarstellung

WEYREGG 1985 FRACHTEN (pro m²)

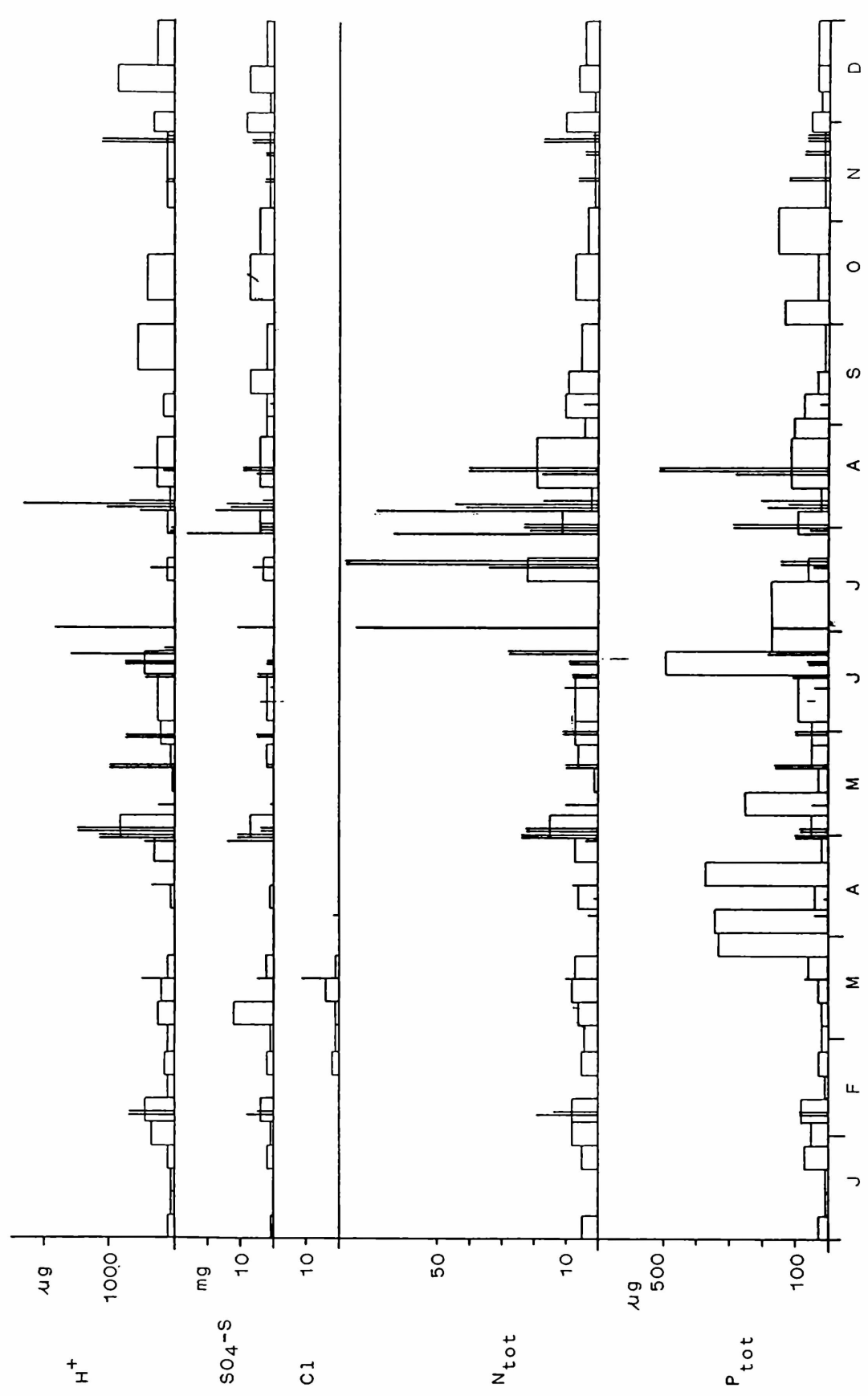


ABB. 7 4.2. DEPOSITIONSMENGEN CHEMISCHER INHALTSSTOFFE
WEYREGG 1985

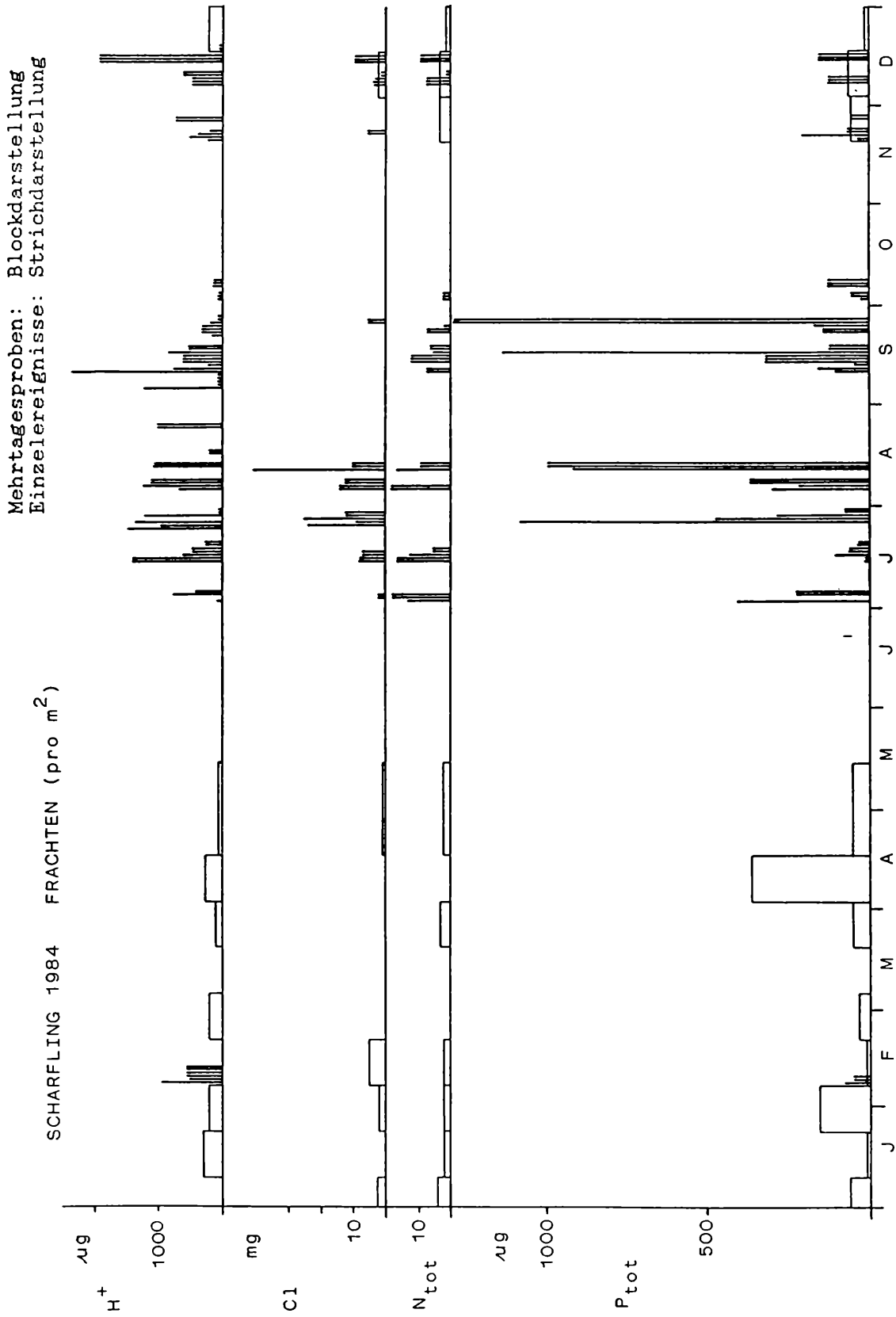
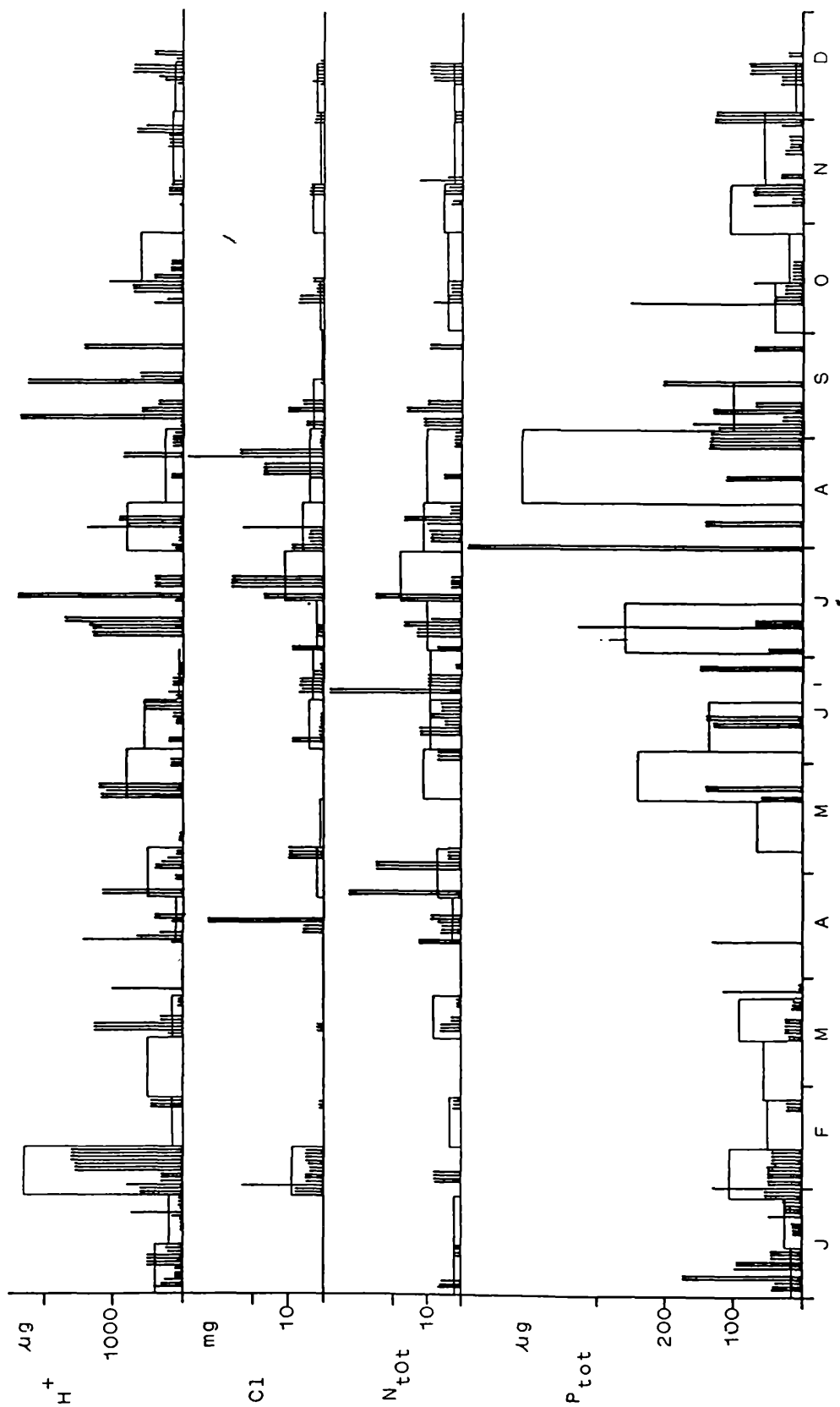


ABB. 7 5.1. DEPOSITIONSMENGEN CHEMISCHER INHALTSSTOFFE
SCHARFLING 1984

Mehrtagesproben: Blockdarstellung;
Einzelereignisse: Strichdarstellung

SCHARFLING 1985 FRACHTEN (pro m²)



APP. 7 5.2. DEPOSITIONSMENGEN CHEMISCHER INHALTSSTOFFE
SCHARFLING 1985

Mehrtagesproben: Blockdarstellung
Einzelereignisse: Strichdarstellung

MONDSEE 1984 - FRACHTEN (pro m²)

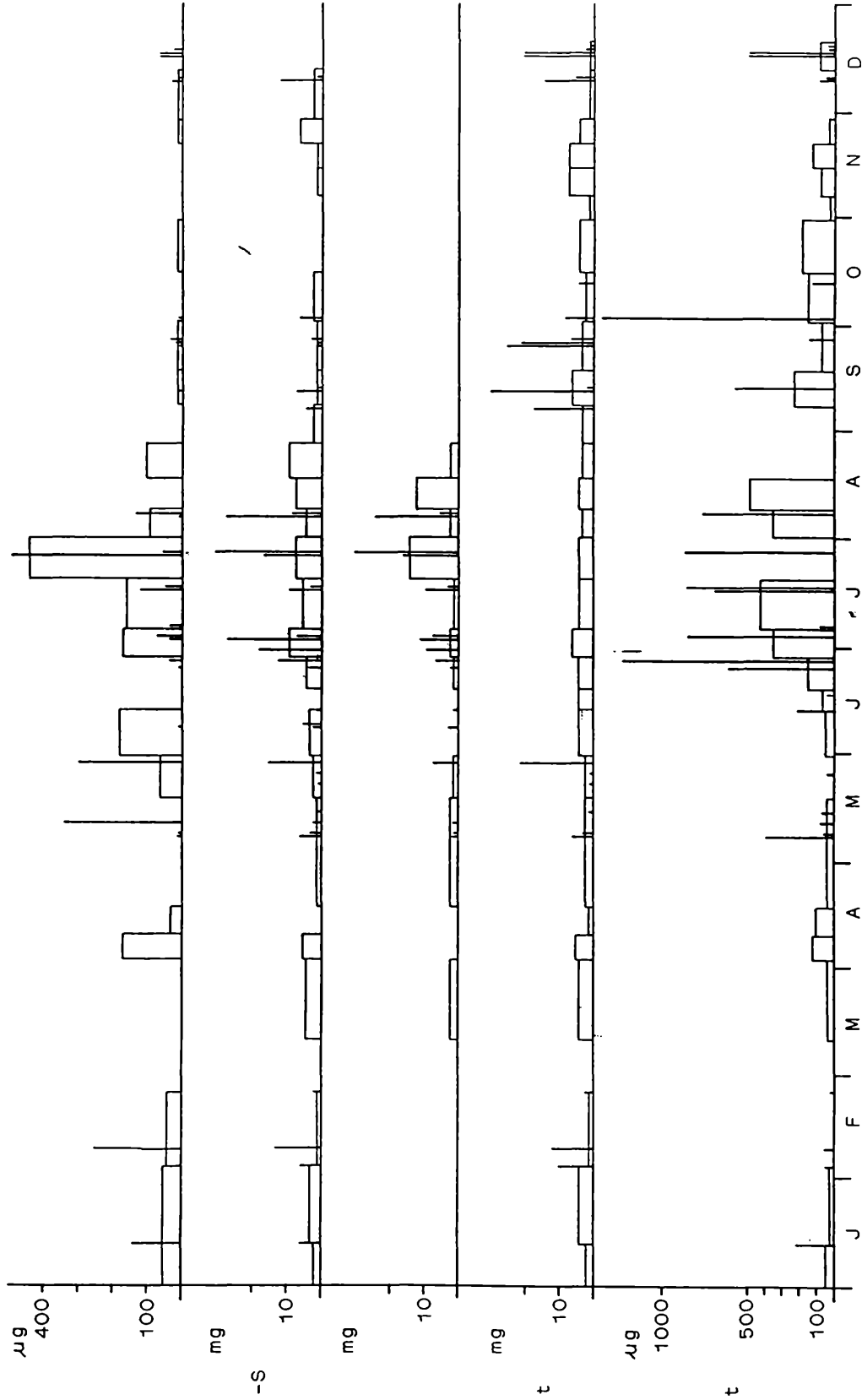


ABB. 7 6.1 DEPOSITIONSMENGEN CHEMISCHER INHALTSSTOFFE
MONDSEE 1984

MONDSEE 1985 FRACHTEN (pro m²)

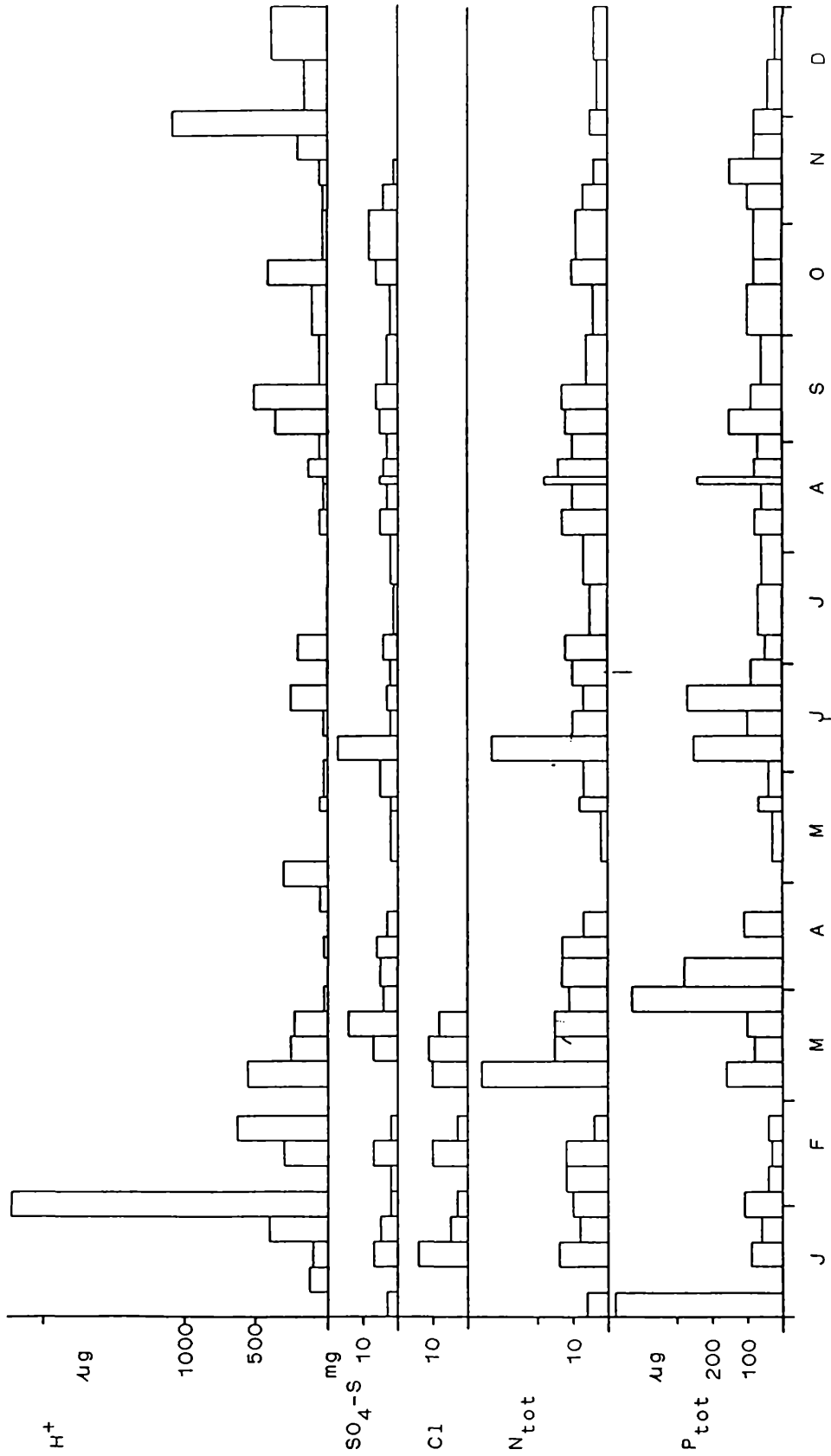


ABB. 7 6.2. DEPOSITIONSMENGEN CHEMISCHER INHALTSSTOFFE
MONDSEE 1984

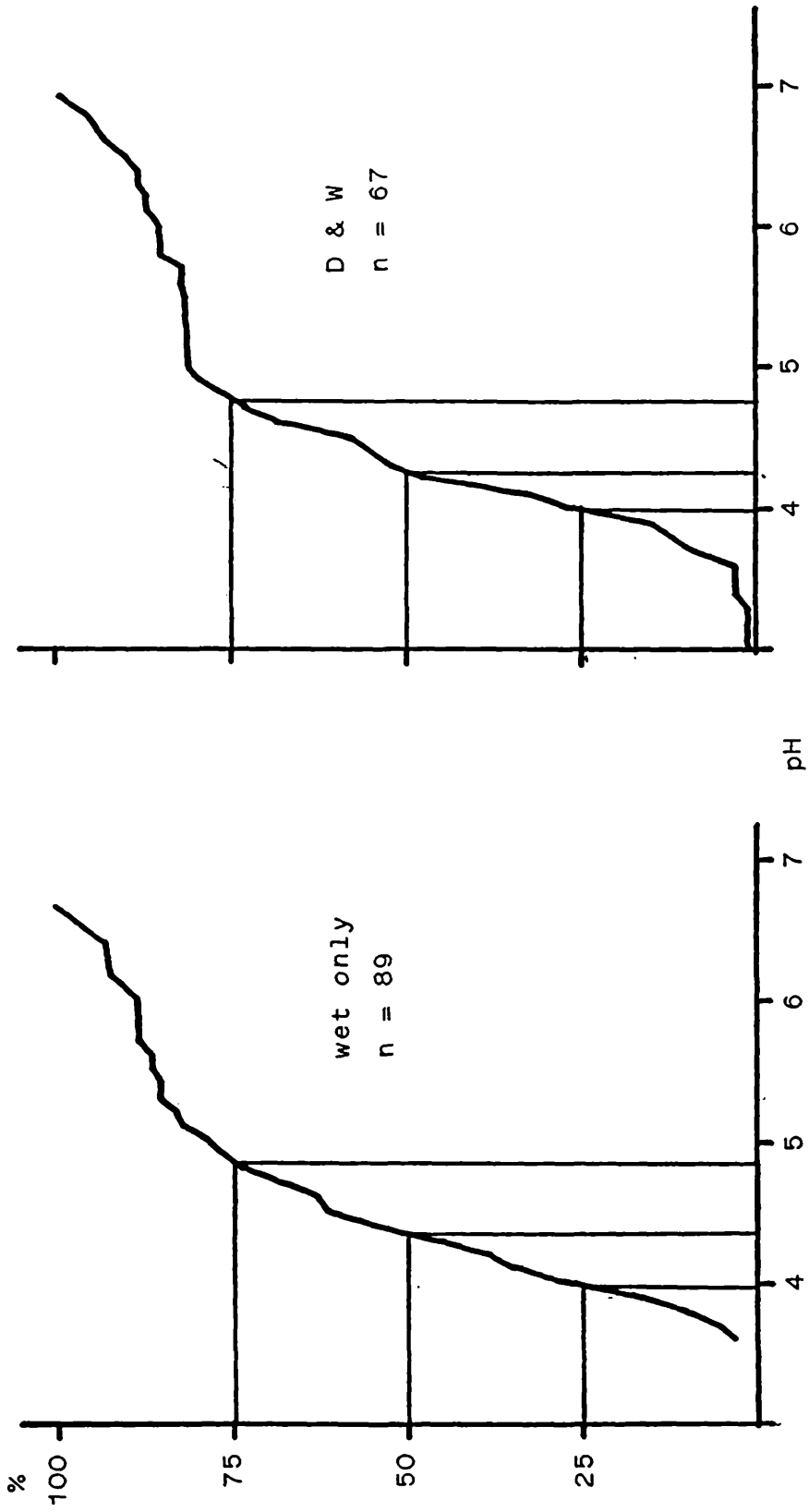


ABB. 7.7.1.1. PH-SUMMENKURVEN FÜR EINZELEREIGNISSE (WET ONLY) UND MEHRTAGESPROBEN - WEYREGG 1983 - 1985

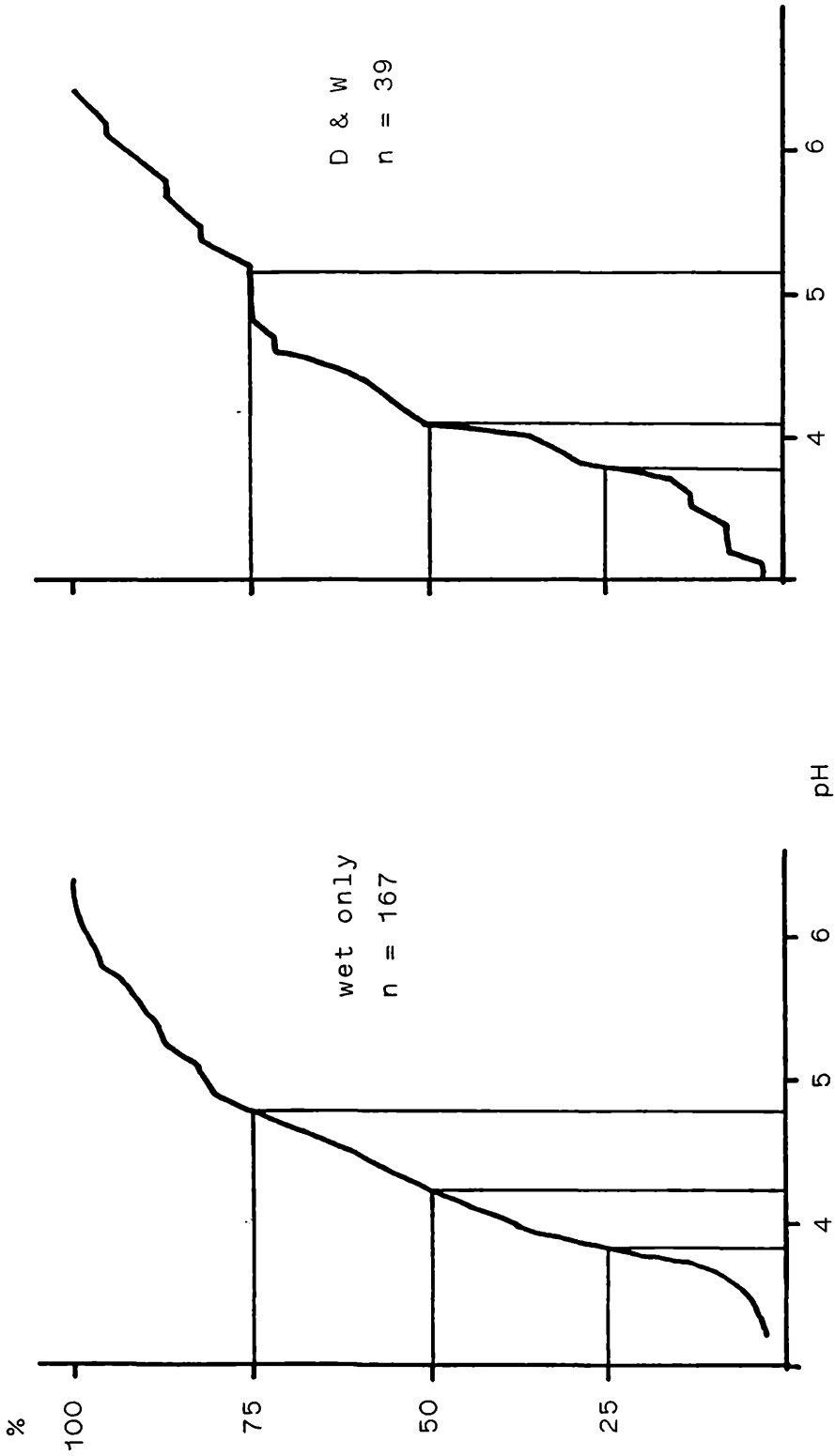


ABB. 7.7.2.: PH-SUMMENKURVEN FÜR EINZELEREIGNISSE (WET ONLY) UND MEHRTAGESPROBEN - SCHARFLING 1983 - 1985

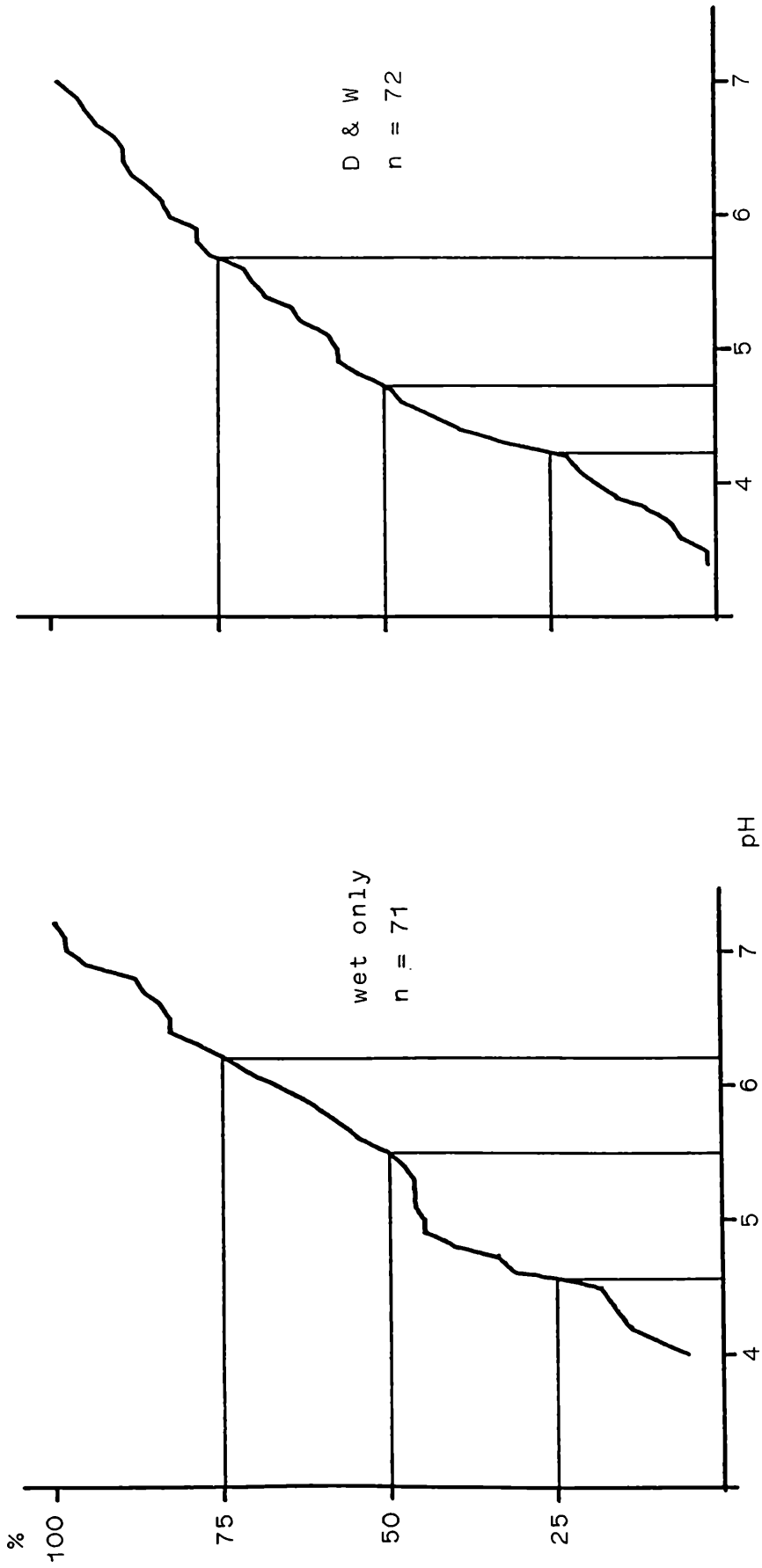


ABB. 7.7.3. PH-SUMMENKURVEN FÜR EINZELEREIGNISSE (WET ONLY) UND MEHRTAGESPROBEN - MONDSEE 1983 - 1985

8. Niederschlagsbelastung und Großwetterlagen

Mit den Analysen der Proben, die von einzelnen Niederschlagsereignissen genommen wurden, sollte versucht werden, einen möglichen Zusammenhang zwischen der Belastung der Niederschläge und der jeweiligen Wetterlage zu finden.

Die Wetterlagenklassifikation erfolgte nach dem Schema von R. STEINACKER (pers. Mitt. 1987) Je nach der großräumigen, mittleren Strömung über dem Ostalpenraum zwischen Boden und dem 700 h Pa-Niveau wurde jeder Tag einer Strömungslage oder der Gruppe "Hoch" bzw. "Variabel" zugeordnet.

Es gibt acht Strömungslagen: N, NE, E, SE, S, SW, W, NW. "Hoch" bedeutet eine gradientschwache Lage, das heißt, es herrschen geringe Druckgegensätze.

Zur Gruppe "Variabel" werden Tage gerechnet, an denen Fronten den Ostalpenraum überqueren bzw. Tage, an denen die mittlere Strömung wechselt.

Eine Einteilung nach Wetterlagen stellt immer eine Verallgemeinerung dar, da lokale Verhältnisse nicht berücksichtigt werden können. Temperaturschichtung bzw. Inversionsbildung, lokale Windsysteme, Nebel, wären Bedingungen, die größere Abweichungen in der Belastung der Niederschläge bzw. in der Konzentration von Nähr- und Schadstoffen im Niederschlag bewirken können.

Die folgenden Ergebnisse sollten daher als grobe Richtlinie verstanden werden, zumal bei allen Wetterlagen hohe und niedrige Konzentrationswerte auftraten.

Der Schluß, daß Niederschläge z. B. aus N immer stark belastet seien, darf deshalb nicht gezogen werden.

Ausgewertet wurden vorallem die Ergebnisse von Weyregg (vgl. Kap.7) (In Scharfling war außerdem eine tageweise Zuordnung von Wetterlagen schwierig, da sich die Probennahme meist über zwei Tage erstreckte) Für pH, NO_x-N und SO₄-S wurden für alle zehn Wetterlagen die Mediane bestimmt (Tab.8) Von S- bzw. SE-Lagen gab es so wenige Werte, daß sie hier nicht berücksichtigt wurden.

Tab. 8: MEDIANE DER PH-WERTE BZW. KONZENTRATION VON $\text{NO}_x\text{-N}$ UND $\text{SO}_4\text{-S}$ IM NIEDERSCHLAG VON WEYREGG FÜR VERSCHIEDENE WETTERLAGEN

($\text{NO}_x\text{-N}$ und $\text{SO}_4\text{-S}$ in mg/l)

				SE	SW	V	
4,73	4,40	4,12	4,10	4,10	5,10	4,51	4,50
	0,80	2,20	1,30		0,90	0,70	
	1,10					0,40	

Die niedrigsten pH-Werte traten im Mittel bei N-, NE- und E-Lagen auf mit einem Median von pH 4,10, gefolgt von den NW-Lagen mit pH 4,40g. Am höchsten waren die pH-Werte bei SW-Strömung mit Werten um 5,10.

Bezüglich der Belastung mit $\text{NO}_x\text{-N}$ und $\text{SO}_4\text{-S}$ heben sich die N-Lagen deutlich von allen anderen Wetterlagen ab. 2,2 bzw. 2,7 mg/l bedeuteten etwa das Doppelte der Konzentrationen, die bei W-Lagen, der Gruppe mit den nächsthöheren Werten, auftraten. Am geringsten waren die Konzentrationen bei der Gruppe "Hoch" und "Variabel" bzw. für $\text{SO}_4\text{-S}$ bei SW-Lagen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die höchsten Belastungen bei Niederschlägen aus nördlicher Richtung auftraten. Einen gewichtigen Beitrag dürften die zwei Emittenten Lenzing und Timelkam bilden (vgl. Kap. 7 2.1.) Die Belastung übertraf damit eindeutig jene bei NW-Anströmung, die z.B. für den Raum Lunz (MALICKY, 1986) die Niederschläge mit den höchsten Konzentrationen brachte.

Am wenigsten "sauer" waren Niederschläge aus SW, was sehr gut zum Ergebnis von Lunz paßt.

9. Ergebnis der praktischen Anwendung von Exportkoeffizienten

- Die Auswirkungen der Ringkanalisation auf die Wasserqualität des Fuschlsees

9.1. Einleitung:

Der Fuschlsees, am Beginn der Seenkette Fuschlsees-Mondsee-Attersee situiert, liegt im Zungenbecken eines westlichen Zweiges des Traungletschers. Das Seebecken entstand durch Ausschürfung und Aufschüttung von Moränen beim Zusammentreffen mit dem östlichen Arm des Salzachgletschers. Auf Grund der reizvollen Umgebung und der verkehrstechnisch günstigen Lage nahe Salzburg ist der Fuschlsees ein beliebter Ferienort und stark frequentiertes Tagesausflugsziel.

Während die ständige Wohnbevölkerung in den letzten 30 Jahren um 40% zunahm, stiegen die Gästeübernachtungen von 20.000 im Jahr 1961 auf 270.000 im Jahr 1982. Dies entspricht einem Belastungsanteil von etwa 80% an der "Kritischen Fracht" nach VOLLENWEIDER durch den Tourismus. Gemeinsam mit dem allgemeinen Anstieg des Künstdüngerverbrauches und dem Umstieg auf polyphosphathältige Waschmittel führten die ständig steigenden, zum größten Teil in das Ostbecken eingeleiteten, Abwassereinleitungen zu einer Verschlechterung der Wasserqualität des Fuschlsees, die 1971 in einer Algenblüte (*Oscillatoria rubescens*) gipfelte.

Folge dieser Entwicklung war die Gründung des Reinhaltverbandes Fuschl-Thalgau im Jahr 1973. Im Juli 1976 ging die, auf 20.000 EWG ausgelegte, Verbandskläranlage in Betrieb. Der weitere Ausbau der Kanalisation erfolgte etappenweise zwischen 1977-1979 und konnte 1980 abgeschlossen werden.

Vorliegender Bericht beschreibt die Auswirkungen der Reinhaltungsmaßnahmen auf die Wasserqualität des Fuschlsees.

9.2. Ergebnisse:

Auf Grund der Vorarbeiten im Einzugsgebiet des Attersees war es möglich, basierend auf nur wenigen Erhebungen im Einzugsgebiet, sowohl den Phosphoreintrag als auch den Phosphorgehalt des Fuschlsees zu berechnen. Die nach MOOG & SCHINDLBAUER (1982) sowie MOOG (1982) berechneten P_{total} Einträge und See- P_{total} -Konzentrationen werden mit den von HASLAUER (in prep.) sowie HASLAUER, MOOG & PUM (1984) tatsächlich gemessenen Daten verglichen. Auf diese Weise können die auf Exportkoeffizienten und empirischen Formeln beruhenden Prognosen mit den tatsächlichen Frachten und Konzentrationen verglichen werden.

Ziel dieser Untersuchung ist die Abschätzung der Gültigkeit theoretischer Schätzwerte zur P-Fracht-Prognose und P-Gehalt-Prognose für Salzkammergutseen.

Tabelle 9.1. Exportkoeffizienten bzw. mittlere Konzentrationen

L. Fuschl catchment area - land use in hectares.

Catchment area	cropland	grassland	pasture	forest	urban
Eibensee	-	80.8	1.7	516.6	20.9
Ellmau	1.6	143.9	7.5	407.0	0.8
Müllnerbach	12.9	279.4	49.2	148.5	1.3
Perfall	1.0	36.9	1.9	129.7	0.5
Northern shore	0.6	97.4	4.6	166.9	0.5
Southern shore	-	155.6	3.2	408.5	2.7
% total	0.6	29.6	2.5	66.3	1.0

Tabelle 9.2. Landnutzung im Einzugsgebiet (Hektar)

Phosphorus export coefficients: Total phosphorus per year.

grassland	30 kg TP per km ² per year
row crops and pasture	70
forest	5
urban runoff	100
precipitation	29 mg TP per m ³ rain
groundwater	11 mg TP per m ³ groundwater
fish farm	0.4 g TP per kg fish per day
capita	3 g TP per capita per day

Tabelle 9.3. Anzahl der an die Kanalisation angeschlossenen und der nicht abwassermäßig entsorgten Einwohner.

Number of capita (resident population plus overnight lodging served by the wastewater dispersal system and not served by).								
Catchment area (Village)	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Eibensee not serv.	950	916	691	479	282	176	4	4
served	0	108	256	497	700	870	1035	1081
Ellmau	196	190	128	130	40	38	38	39
	0	13	68	68	158	167	167	170
Müllnerbach	278	277	277	279	280	261	242	243
	0	0	0	0	0	17	36	36
Perfall	136	142	56	30	12	3	3	3
	0	0	80	108	126	140	140	143
Northern shore	103	104	103	49	20	20	20	20
	0	0	0	54	83	84	84	84
Southern shore	272	276	270	196	161	134	134	134
	0	0	2	77	112	143	142	145

In Tabelle 3 ist die Anzahl der an die Kanalisation angeschlossenen und der nicht abwassermäßig entsorgten Einwohner angeführt. Die jährliche Aufschlüsselung gibt wieder, daß zwischen 1975 und 1982 77% der Einwohner an die Kanalisation angeschlossen wurden. Die Zahlen beinhalten neben den ständigen Einwohnern auch die Übernachtungsziffern.

Basierend auf den Tabellen 1,2 und 3 wird die jährliche Phosphorfracht aus dem Einzugsgebiet in den Fuschlsee, getrennt nach beobachteten und berechneten Werten (Tabelle 4) summiert.

Die prognostizierte Phosphorfracht weicht bloß zwischen -11% und +14% von der gemessenen Fracht ab. Dies zeigt deutlich, daß die verwendeten Exportkoeffizienten ein wertvolles Schätzmittel zur Prognose der Phosphoreinträge darstellen.

Zusammengefaßt betrachtet zeigt sich, daß 1975 die häuslichen Einträge etwa 80% der Phosphorfracht ausmachen und selbst nach dem Anschluß an die Kanalisation der häusliche Eintrag mehr als 50% der gesamten Phosphorfracht zwischen 1981 und 1982 ausmacht.

Tabelle 9.4. Beobachtete und prognostizierte Phosphorfracht

Comparison of predicted and observed total phosphorus concentrations in L. Fuschl (mg TP/m³).

Model	1978	1979	1980	1981	1982
VOLLENWEIDER (1975)	39.2	28.0	22.1	17.5	19.4
VOLLENWEIDER (1976)	29.2	20.2	15.8	12.7	14.2
DILLON & RIGLER (1974a)	33.9	24.7	19.4	15.6	16.9
KIRCHNER & DILLON (1975)	34.0	23.6	18.7	14.4	17.1
CHAPRA (1975)	30.4	22.3	17.5	14.2	15.1
LARSEN & MERCIER (1976)	25.8	18.3	14.4	11.3	13.0
JONES & BACHMANN (1976)	19.6	14.6	11.4	9.4	9.6
WALKER (1977)	30.2	21.1	16.7	13.0	15.2
RECKHOW (1977)	29.8	21.3	16.8	13.3	14.9
RECKHOW & CHAPRA (1979)	33.4	23.3	18.4	14.2	16.9
CANFIELD & BACHMANN (1981)	22.8	20.2	17.0	15.4	14.5
observed volume-weighted annual mean	56.6	41.3	17.0	14.0	14.0

Der Anteil der Landwirtschaft am Phosphoreintrag beträgt 13,5% vor und 31,4% nach der Fertigstellung der Reinhaltemaßnahmen.

Der atmosphärische P-Eintrag macht 5% vor und 10-12% nach der Abwasserentsorgung aus (Tabelle 4).

Tabelle 9.5. Anteil des Niederschlags am Gesamt-P-Eintrag

Jahr /	1978	1979	1980	1981	1982
%	5,0	7,6	9,6	12,3	9,8

Vergleicht man die tatsächliche Phosphormenge mit der "Critical load" nach VOLLENWEIDER (1976) (Tabelle 6) zeigt sich, daß ab 1980, dem Beginn der Reinhaltungsmaßnahmen, die Phosphorfracht unter dem Wert der "Kritischen Fracht" zu liegen kommt. Zur Abschätzung der Auswirkungen der Phosphorfrachten auf den Fuschlseesee wurden verschiedene Prognose-Formeln herangezogen (Tabelle 7). Obwohl hier empirische Modelle mit hohen Unschärfen der Aussage verwendet wurden,

Tabelle 9.7 Vergleich beobachteter und prognostizierter See-Phosphor-Konzentrationen

Total phosphorus loading of L. Fuschl (predicted and observed).

Catchment area	1978	1979	1980	1981	1982
Eibensee	798	488	252	71	69
Ellmau	322	180	142	127	101
Müllnerbach	347	391	344	358	365
Perfallbach	113	91	61	69	48
Northern shore	120	93	79	74	67
Southern shore	367	334	302	289	282
Groundwater	16	19	19	22	16
Precipitation (on lake surface)	110	134	131	145	106
Swimmers	25	25	25	25	25
Total input					
- observed (rounded off)	2220	1760	1360	1180	1080
- predicted	1950	1570	1360	1240	1210

Table 5.

überrascht die gute Übereinstimmung zwischen den Vorhersagen und den Beobachtungen. Besonders die Modelle nach CAPRA (1975), RECKHOW (1977) sowie CANFIELD & BACHMANN (1981) treffen die Situation am Fuschlsee am exaktesten.

Auffallend ist die Tatsache, daß die steady-state-Modelle zwischen 1978 und 1979 die Totalphosphor-Konzentrationen unterschätzen. Dies, in Verbindung mit der Tatsache, daß zur gleichen Zeit ein hypolimnisches Sauerstoff-Defizit am Ende der Sommerstagnation auftritt, unterstreicht die Tatsache des Nachweises einer Phosphorrücklösung aus dem Sediment.

Der trophische Zustand des Fuschlsees

Zur Einordnung des Fuschlsees in die herkömmlichen Trophieschemen wurde der Gehalt an Total-Phosphor (volumsgewichtetes Jahresmittel in mg/m^3), der Chlorophyll a-Gehalt (volumsgewichtetes Jahresmittel in mg/m^3), und die Secchi-Tiefe (Jahresmittel in m) herangezogen. Die mittlere

Eizahl des dominanten Planktonkrebses *Eudiaptomus gracilis* im Verlauf der Untersuchungszeit unterstreicht den allgemeinen Trend.

Die Grenzen der Trophiestufen entsprechen den Einteilungen nach VOLLENWEIDER (1979) und LEE et al (1981)

Das Absinken der mittleren Jahresphosphorkonzentration von 55 mg/m³ im Jahr 1978 auf 14 mg/3 zwischen 1981 und 1982, die Reaktion der Algengemeinschaft und damit die Verbesserung der Transparenz, zeigen deutlich den positiven Einfluß der Abwasserreinigung im Einzugsgebiet des Fuschlsees.

Tabelle 9.6. Vergleich der tatsächlichen Fracht mit dem "Critical loading" nach VOLLENWEIDER

Comparison of the actual areal net load with the "critical loading" value of VOLLENWEIDER (1976).

	1978	1979	1980	1981	1982
net load mg TP/m ² lake area	483	400	325	283	214
critical load mg TP/m ² lake area	322	362	356	394	312
% difference	+50	+10	-9	-28	-31

10. Literaturverzeichnis:

- CANFIELD, D. E. jr. & R. W. BACHMANN (1981) Prediction of total phosphorus Concentrations, chlorophyll a, and Secchidephths in natural and artificial lakes.- Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 414-423.
- CAPRA, S. C. (1975): Comment on "An empirical method of estimating the retention of phosphorus in lakes" by W.B. Kirchner & P.J. Dillon.- Water Res. Research 2,6: 1033-1034.
- CRUTZEN R.J., 1983: Atmospheric Interactions - Homogeneous Gas Reactions of C, N and S containing Compounds. In: BOLIN B. & COOK R.B. ed. The Major Biogeochemical Cycles and their Interactions. Scope 21: 67-112.
- GACHTER, R. & O. FURRER (1972) Der Beitrag der Landwirtschaft zur Eutrophierung der Gewässer in der Schweiz.- Schweiz. Z. Hydrol. 34,1: 41-70.
- GEIPEL, E. & K. BAUER (1976) Primärproduktion.- in: Attersee - vorläufige Ergebnisse des OECD-Seeneutrophierungs- und des MaB-Programmes: 102-115.
- GEORGII, H. W. et al. (1983) Wet and dry composition of acidic and heavy metal components in FRG.- in: BEILKE, S. & A.J. ELSHOUT (ed.) Acid deposition. Boston, Lancaster: 142-148.
- GRUBER, J. (1985): Nähr- und Schadstoffeintrag in die Seen Kärntens durch Niederschläge.- Diss. Univ. Graz: 89pp.
- HASLAUER, J., O. MOOG & M. PUM (1984): The effect of sewage removal on lake restoration (Fuschlsee, Salzburg, Austria).- Arch. Hydrobiol. 101: 113-134.
- HYDROGRAPH. DIENST ÖSTERREICHS (1983): Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1971 - 1980. Beitr. z. Hydrograph. Österr., Heft 46, Wien.
- HONSIG - ERLenburg, W. et al., (1986): Gewässerbelastung durch Niederschläge und diffuser Eintrag. Ber. zu ÖEP-II, Kärntner Inst.f. Seenforschung.
- LEE, G. F. (1981) Alternative approach to trophic state classification for water quality management.- Int. Joint Comm., DC Occasional Paper, July 1981.

- LEE, G.F , R.A. JONES, und W. RAST (1981): Availability of Phosphorus to Phytoplankton and its Implications for Phosphorus Management Strategies. In: Phosphorus Management Strategies for Lakes, edited by R.C. LÖHR, C.S. MARTIN and W. RASTS. Ann Arbor Science, Ann Arbor, MI.
- LEONHARD, R. L. et al. (1980): Ecol. Monogr. 49 (3) 281-310.
- LOFTIS, J.C. & R.C. WARD (1980 a) Water quality monitoring - some practical sampling frequency considerations.- Environm. Management, 4 (6): 521-526.
- LOFTIS, J.C. & R.C. WARD (1980 b): Sampling frequency selection for regularoty water quality monitoring.- water res. Bull. 16 (3) 501-507
- MALICKY G. (1986) Diffuser Nährstoffeintrag in den Lunzer Untersee unter besonderer Berücksichtigung des Niederschlages. Teilendber. ÖEP-II (1983-1986), Biolog. Station Lunz.
- MOED, J.R. & G.M. HALLEGRAEFF (1978): Some problems in estimation of Chlorophyll a and phaeopigments from pre- and post- acidification spectrophotometric measurements.- Int. Revue ges. Hydrobiol. 63,6: 787-800
- MOOG, O. & SCHINDLBAUER, G. (1982): Exportkoeffizienten als Basis einer Nährstoffbilanz: Ein Vergleich zwischen "berechneten" und "gemessenen" Phosphorbudgets.- Arb. Labor Weyregg 6: 57-69.
- MOOG, O. (1980): Die Fuschler Ache: Chemische Charakterisierung, Nährstoff-Fracht, Partikelfracht und Planktondrift im Jahr 1979.- Arb. Labor Weyregg 4: 74-126.
- MOOG, O. (1982) Selbstreinigende und Phosphorrückhaltevorgänge in der Seenkette Fuschlsee - Mondsee - Attersee. Teil-Endbericht ÖEP-I.
- MOOG, O. (1983): Selbstreinigende und Phosphorrückhaltevorgänge in der Seenkette Fuschlsee - Mondsee - Attersee,- in: Ergebnisse des österreichischen Eutrophie-programmes: 9-37.
- MÜLLER, G. (1978): Das Phytoplankton des Attersees.- Arb. Lab. Weyregg 3/1979: 153-164.
- MÜLLER & WIDEMANN in Zit. bei SOUCI, S.W.; QUENTIN, K.E. (1969) Handbuch der Lebensmittelchemie.-Bd. VIII/1, Wasser und Luft: 28-31.

- NEUHUBER, F (1976): Chemismus des Sees.- in: Attersee, Vorläufige Ergebnisse des OECD-Seeneutrophierungs- und des Maß-Programms (1976) 74-89.
- PSENNER R. & U. NICKUS (1987): Quantifizierung diffuser Nährstoffeinträge in den Piburger See sowie Niederschlagsversauerung im Nord- und Zentralalpenbereich Tirols. Teil-End.Ber. zu ÖEP-II, Univ. Innsbruck.
- PUXBAUM, H. (1983) Unterlagen zur Probenahme von sauren Regen. Inst. f. Anal. Chemie, Abt. Umweltanalytik, Techn. Univ. Wien
- RECKHOW, K.H. (1977) Phosphorus models for lake management.- Diss. Univ. Havard.
- RECKHOW, K.H. (1978) Sampling designs for lake phosphorus budget.- Establ. Water Qual. Monit. Progr. June 1978: 285-306.
- RECKHOW, K.H. (1979) Quantitative techniques for the assessment of lake quality.- EPA-report No. EPA 440/ 5-79-015: 145pp.
- RIGLER, F.H. (1979): The export of phosphorus from Dartmoor catchments: a model to explain variations of phosphorus concentrations in streamwater.- J. mar. biol. Ass. U.K. 59: 659-687.
- SMIDT, S. (1984): Analysen von Niederschlagsproben aus Waldgebieten Österreichs.- Inf. D. Forstl BVA 221.
- SMIDT, S. & E. SONDEREGGER (1984): Probenahme und Analyse von Depositionen langzeitwirksamer Luftschadstoffe.-In: Die Messung der Depositionen langzeitwirksamer Luftschadstoffe in Wäldern- Vorschläge für ein österreichisches Meßprogramm (1983) Hgg. von G. Glatzel.
- STRICKLAND, J.D.H., (1968): A Practical Handbook of Seawater Analysis, Bulletin 167, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa 1968: 77-81.
- UNGER, U. (1970): Berechnung von Stoff-Frachten in Flüssen durch wenige Einzelanalysen im Vergleich zu kontinuierlichen einjährigen chemischen Untersuchungen, gezeigt am Beispiel des Rodenseezuflusses Argen (1967/68).- Schw. Z. Hydrol. 32/2: 453-474.
- VDI (1983) Säurehaltige Niederschläge.- VDI-Komm.Reinhaltung d. Luft, DFüsseldorf.

- VOGLER P (1965): Probleme der Phosphoranalytik in der Limnologie und ein neues Verfahren zur Bestimmung von gelöstem Orthophosphat neben kondensierten Phosphaten und organ. Phosphorsäureestern. Int. Revue ges. Hydrobiol. 50:33-48.
- VOLLENWEIDER, R. A. (1976) Avances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication.- Mem. Ital. Idrobiol. 33: 53-83.
- VOLLENWEIDER, R. A. (1979) Das Nährstoffbelastungskonzept als Grundlage für den externen Eingriff in den Eutrophierungsprozeß stehender Gewässer und Talsperren.- Z. Wasser- und Abwasserforschung 12,2: 46-55.
- VOLLENWEIDER, R. A. & J. KEREKES (1980): The loading Concept as Basis for Controlling Eutrophication Philosophy and Preliminary Results of the OECD Programme on Eutrophication.- Prog. Wat. Tech. Vol. 12: 5-18.
- WAGNER, R. (1969) Neue Aspekte zur Stickstoffanalytik in der Wasserchemie.- Jahrbuch "Vom Wasser" 31: 263-318.
- WENDT, R.C. & B. COREY (1980): Phosphorus variations in surface runoff from agricultural lands as a function of land use.- J. Envir. Qual. 9,1: 130-136.

