

R h e i n l a n d - P f a l z

Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten

Mitteilungen aus der
Forstlichen Versuchsanstalt
Rheinland-Pfalz
Schloß, D-6751 Trippstadt
Telefon: 06306/8311

Nr. 14/90

Joachim Block

**Ergebnisse der Stoffdepositions-
messungen in rheinland-pfälzischen
Waldgebieten 1984 - 1989**

DANKWORT

Dieses Projekt konnte selbstverständlich nicht ohne die verlässliche Mithilfe vieler Kolleginnen und Kollegen begonnen, durchgeführt und abgeschlossen werden.

Besonderer Dank gilt den örtlichen Revierleitern Herrn FAM D. Fisseler, FAM J. Harlfinger, FOI G. Herzog, FOI H. Hörle, FAM H.-J. Keutsch, FAM H. Limburg, FAM H. Nielen, FOI A. Pietsch, FAM W. Schneider, FAM K.-W. Schülke, FAM E. Schuler, FOI M. Stadtfeld, FI W. Steiner, FAR W. Stoll, FOI E. Weck sowie Herrn R. Niemeier, die die Betreuung der Meßanlagen zusätzlich zu ihren Dienstobliegenheiten übernommen haben.

Herzlich gedankt sei auch Herrn Dr. E. Koch und seinen Mitarbeitern in der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer für die überaus sorgfältige Analyse der Wasserproben.

Nicht zuletzt gilt mein Dank den Mitarbeitern aus der Abteilung Waldschutz der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz Frau D. Ehrhardt, I. Gutheil, Frau Ch. Haley, Frau B. Röder, Frau R. Rohe und Herrn H. Pos für die Hilfe bei der Einrichtung und Kontrolle der Meßstationen, der Auswertung der Daten und der Herstellung des Manuskripts.

J. Block, September 1990

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	EINLEITUNG	5
2	METHODIK	6
3	MESSORTE	10
4	ERGEBNISSE	10
4.1	Niederschlagsverhältnisse in den Meßperioden	12
4.2	Elektrische Leitfähigkeit	13
4.3	pH-Wert und Basekapazität	14
4.4	Sulfat	15
4.5	Nitrat	17
4.6	Chlorid	17
4.7	Phosphat	19
4.8	Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium	20
4.9	Ammonium	22
4.10	Organisch gebundener Stickstoff	22
4.11	Gesamtstickstoff-Eintrag	23
4.12	Aluminium, Eisen, Mangan	23
4.13	Cadmium, Kupfer, Blei, Zink	25
4.14	Säureeintrag	26

5	VERGLEICH DER IN RHEINLAND-PFALZ ERMITTELTEN DEPOSITIONSRATEN MIT MESSERGEBNISSEN DER NACHBARLÄNDER	28
6	WERTUNG DER ERGEBNISSE DER STOFFEINTRAGSMESSUNGEN IM HINBLICK AUF DIE GEFÄHRDUNG DER WALDÖKOSYSTEME	30
7	ZUSAMMENFASSUNG	36
8	SUMMARY	38
9	LITERATURVERZEICHNIS	40
10	ANHANG (ABBILDUNGEN, TABELLEN)	44

1 EINLEITUNG

Luftverunreinigungen aus natürlichen und anthropogenen Quellen gelangen mit dem Niederschlagswasser in die Waldökosysteme oder werden dort als Gase, Aerosole oder Stäube von den Baumkronen ausgefiltert und zum größten Teil mit nachfolgenden Niederschlägen auf den Waldboden gespült. Der Eintrag von Luftverunreinigungen, vor allem versauernd wirkender Komponenten und Stickstoff, wird als eine der Hauptursachen der großflächigen Destabilisierung der Waldökosysteme in Mitteleuropa angesehen (Forschungsbeitrag Waldschäden/Luftverunreinigungen 1989).

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand kann die Deposition von Luftverunreinigungen das chemische Milieu der Waldökosysteme entscheidend verändern und hierdurch die Entwicklung der Waldböden, der Bodenvegetation und der Waldbäume erheblich beeinflussen. Die Fähigkeit der Waldökosysteme auf diese Veränderungen des chemischen Milieus flexibel zu reagieren, scheint vielerorts überfordert zu sein. Störungen der Funktionsfähigkeit und Stabilität der Ökosysteme können demnach mittel- oder unmittelbar auf die Deposition von Luftverunreinigungen zurückgeführt werden.

Die im Herbst/Winter 1983/84 an 12 Standorten aufgenommenen Depositionsmessungen sollen einen Überblick über das Ausmaß dieser Belastungskomponente für rheinland-pfälzische Waldgebiete ermöglichen. Die Messungen sollen über örtliche und regionale Depositionsverhältnisse informieren und die Abschätzung von Trendentwicklungen erlauben. Sie sind ein Teil der Immissionsüberwachung im Wald. Darüberhinaus liefern sie ein unerläßliches Grunddatenmaterial für die Untersuchung der Ursache-Wirkungsbeziehungen der großflächigen Walderkrankung. Hierzu sind die Depositionsmessungen in umfangreiche, interdisziplinäre Untersuchungsprojekte (Sondermeßprogramm Wald und Forstliches Ökoprogramm) eingebunden. In diesen Projekten werden an jeweils denselben Standorten in Zusammenarbeit zwischen der Forstlichen Versuchsanstalt, dem Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht, der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer und Instituten

der Universitäten Göttingen, Trier, Mainz und Kaiserslautern neben den Depositionsmessungen auch Luftschadstoffmessungen, Sickerwasseruntersuchungen, Vitalitätsuntersuchungen auf Dauerbeobachtungsflächen, physiologische Untersuchungen, chemische und physikalische Bodenzustandsaufnahmen sowie Bioindikatorerhebungen durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Stoffdepositionsmessungen zusammengefaßt und im Hinblick auf die Gefährdung der Waldökosysteme gewertet. Darüberhinaus geben die eingehenden Darstellungen der Meßergebnisse in Tabellen und Abbildungen im Anhang einen Einblick in die Basisdaten der Meßprogramme. Sie dienen vor allem der dauerhaften Dokumentation der Meßwerte und ermöglichen zusätzliche Auswertungen auch mit anders gearteter Zielsetzung.

2 METHODIK

Jede der 12 Meßstationen besteht aus je einer Freilandmeßstelle und einer Meßstelle unter einem in unmittelbarer Nähe gelegenen Fichtenbestand. Bei Auswahl, Anlage und Betrieb der Meßanlagen wurden die Vorgaben der DVWK-Regeln 122 (1984) beachtet.

Die Freilandmeßstellen sind mit je 6 Kunststoffniederschlagssammlern - System LÖLF - ausgestattet. Dieses Sammelsystem ist in BLOCK und BARTELS (1985) eingehend beschrieben. Zur Überprüfung der Genauigkeit der Kunststoffsammler bei der Niederschlagsmessung wird auf jeder Freilandmeßstelle je ein HELLMANN-Niederschlagssammler eingesetzt. In den Bestandesmeßstellen wird der Kronendurchlaß mit je 15 systematisch im Bestand verteilten Kunststoffsammlern - System LÖLF - erfaßt.

Tab.1: Analysemethoden Niederschlagswasser

Parameter	Methode	Zusatz	Wellenlänge (nm)	Gerät	Bemerkungen	Literatur
Ca ²⁺	AAS-Flamme (N ₂ O/C ₂ H ₂)	La/Cs	423	a)	-	1)
K ⁺	AAS-Flamme (Luft/C ₂ H ₂)	La/Cs	766	a)	-	1)
Na ⁺	AAS-Flamme (Luft/C ₂ H ₂)	La/Cs	589	a)	-	1)
Mg ²⁺	AAS-Flamme (Luft/C ₂ H ₂)	La/Cs	285	a)	-	1)
NH ₄ ⁺	Spektralphotometrie (Indophenol-Reaktion)	-	620	d)	Methode übertragen auf C.F.A.	2)modif. n. SKAL.
Cl ⁻	Spektralphotometrie ("Hg-rhodanid- Reaktion")	-	490	d)	"	2) "
NO ₃ ⁻	Spektralphotometrie (Azofarbstoff)	-	510	d)	"	2) "
PO ₄ ³⁻	Spektralphotometrie ("Molybdänblau- Reaktion")	-	880	d)	"	2) "
SO ₄ ²⁻	Spektralphotometrie (Ba-Methylthymolblau- Komplex)	-	460	d)	"	4)
Norg	Aufschluß mit Se-H ₂ SO ₄ Spektralphotometrie (Indophenol-Reaktion)	- *)	630	e),d)		4)
	UV-unterstützte Per- sulfat-Oxidation Spektralphotometrie (Azofarbstoff)	**)	510	d)		6)
Basekapazität	Titration bis pH 8,2	-	-	f)	N ₂ -Atmosphäre	2)
Spezif. elektr. Leitfähigkeit	Konduktometrie	-	-	g)	-	2)
pH-Wert	Elektrometr. Bestimmung	-	-	h), i)	-	2)
UV-Extinktion	Spektralphotometrie	-	254	k)	Quarzküvette	7)

*) Probenahme bis November 1988

***) Probenahme Nov./Dez. 1988 und später

Tab.1: Analysemethoden Niederschlagswasser (Fortsetzung)
- Aluminium und Schwermetalle -

Parameter	Methode	Zusatz	Wellenlänge (nm)	Gerät	Bemerkungen	Literatur
Al	ICP	-	308,22 u. 237,34	c)	C>200 µg/l	5)
	AAS-Graphitrohr-Techn.	-	309,3	b)	C≤200 µg/l	1)
Cd	AAS-Graphitrohr-Techn. (L'vov-Plattform)	-	228,8	b)	(reinject)	1)
Cu	AAS-Graphitrohr-Techn.	-	324,8	b)		1)
Fe	ICP	-	259,94	c)	C>100 µg/kg	5)
	AAS-Graphitrohr-Techn.	-	248,3	b)	C≤100 µg/l	1)
Mn	ICP	-	257,61	c)	C> 10 µg/l	5)
	AAS-Flamme (Luft/C2H2)	***)	279,5	a)	C> 50 µg/l	1)
	AAS-Graphitrohr-Techn.	-	279,5	b)	C≤ 50 µg/l	1)
Pb	AAS-Graphitrohr-Techn.	-	217,0	b)	C≤ 10 µg/l	1)
Zn	ICP	-	206,19	c)		5)
	AAS-Flamme (Luft/C2H2)	***)	213,86	a)		1)

 ***) Probenahme 1985 und früher

Analysengeräte

- a) Atomabsorptionsspektrometer (VARIAN AA 475)
- b) Atomabsorptionsspektrometer (VARIAN AA 1475)
mit Graphitrohrfen (VARIAN GTA 95)
- c) ICP-Spektrometer (ARL 3580 OES)
- d) Continuous-flow-Analysator (SKALAR)
- e) Aufschlußblock (GERHARD)
- f) Titroprozessor (METROHM 672)
- g) Konduktometer (WTW; LF 91)
- h) pH-Meter (KNICK; 792)
- i) Einstab-Meßkette (INGOLD; 105-88-1MS7)
- k) Spektralphotometer (VARIAN DMS 100)

Literatur

- 1) VARIAN-Application
- 2) Deutsche Einheitsverfahren zur Wasseruntersuchung
- 3) Iwadaki/Utsumu/Ozawa
Bull. Chem. Soc. Japan 25
(1952) 226
- 4) SKALAR Application
- 5) ARL-Application
- 6) Houba; Novozamsky; Uittenbogaard;
van der Lee
Landw. Forschung 40 (1987)
- 7) U. Bartels
Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 151
(1988) 1 - 2

Die Messung der aufgefangenen Niederschlagsmenge und die Probenahme erfolgt in 14-tägigen Abständen. Dabei werden auf der Freifläche die Inhalte von je 2, in den Beständen von je 5 Niederschlagssammlern zu einer Mischprobe vereinigt. Noch im Gelände erfolgt eine Messung des pH-Wertes durch den Meßstellenbetreuer. Unmittelbar nach der Probenahme werden die in Polyäthylenflaschen abgefüllten Proben eingefroren und bis zur Analyse bei $- 20^{\circ} \text{C}$ gelagert.

Die Analyse der Wasserproben erfolgt durch die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer (LUFÄ). An den 14-Tages-Proben werden der pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit, die Basekapazität bis pH 8,2 und die Konzentrationen der Ionen SO_4 , NO_3 , Cl , PO_4 , NH_4 , Ca , Mg , K und Na ermittelt. Darüberhinaus wird in niederschlagshöhen-aliquot gemischten Quartalsproben die Konzentration der Spurenmetalle Al , Mn , Fe , Pb , Zn , Cu und Cd gemessen. Die angewendeten Analysemethoden sind in Tabelle 1 aufgeführt. Zur Kontrolle der Analyserichtigkeit wird für jede Probe eine Ionenbilanz und eine Leitfähigkeitsbilanz (Vergleich der theoretischen Leitfähigkeit aufgrund der Einzelionengehalte und der gemessenen Leitfähigkeit - vgl. BLOCK und BARTELS 1985) berechnet.

Waren ein oder zwei Proben der 3 Wiederholungen offensichtlich kontaminiert, wurden diese Werte aus den weiteren Berechnungen eliminiert. Bei einer offensichtlichen Kontamination aller 3 Wiederholungen oder Meßwertausfällen wurden die Elementkonzentrationen aus der nächstgelegenen Meßperiode mit vergleichbarer Niederschlagshöhe geschätzt. Allerdings traten solche kompletten Meßwertausfälle nur sehr selten auf.

3 MESSORTE

Die Lage der Meßorte in Rheinland-Pfalz läßt sich der Abbildung 1 entnehmen. Anhang 1.1 und 1.2 enthält Kurzbeschreibungen der Meßorte mit Angaben zur geographischen Situation, zum Standort und zum Bestand.

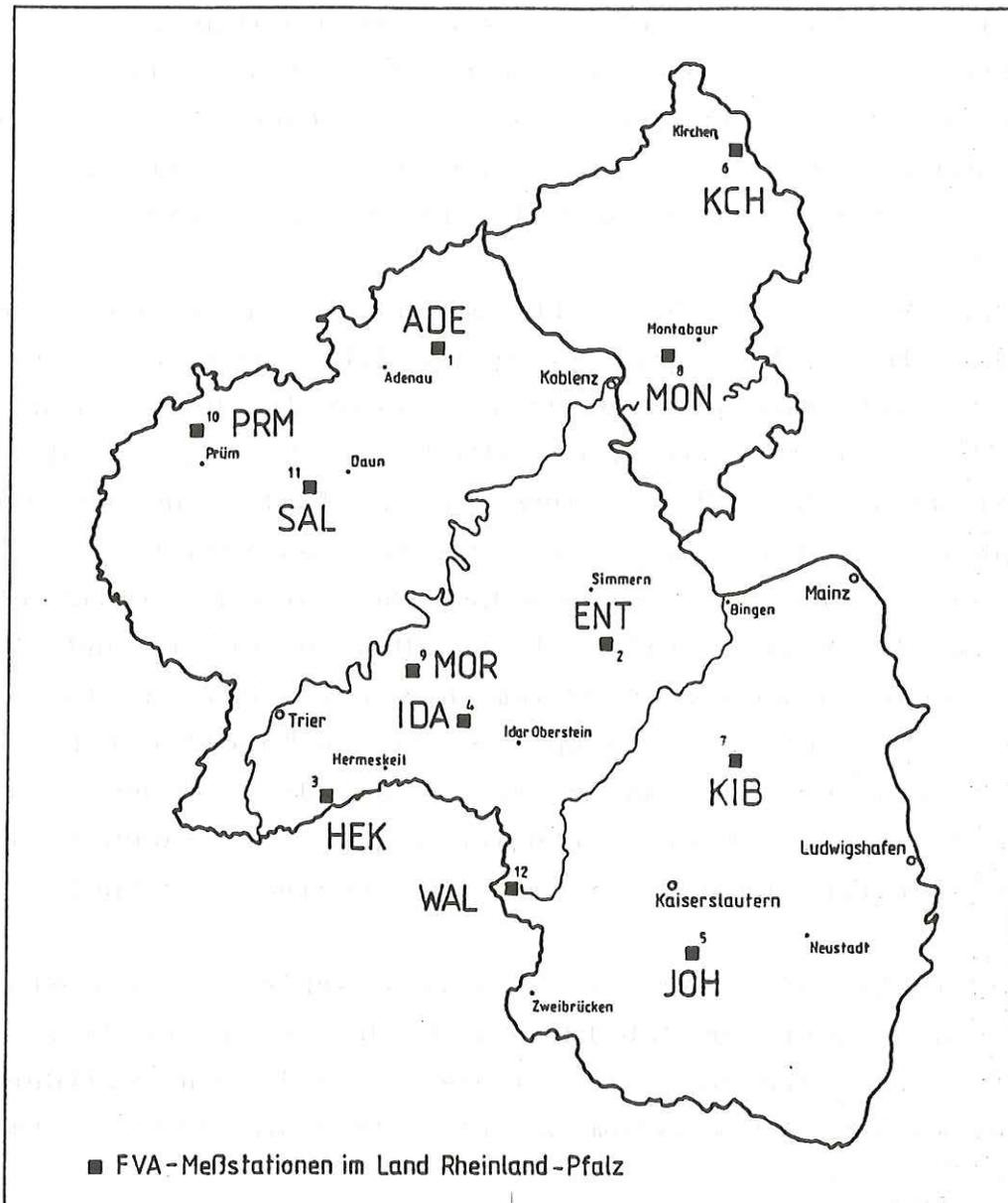
Die Meßstationen wurden mit Ausnahme der Meßorte Kirchheimbolanden und Waldmohr in großen Waldgebieten, bevorzugt in den Höhenlagen der Mittelgebirge in verhältnismäßig exponierter Lage eingerichtet. Dabei wurden die wichtigsten Waldgebiete des Landes besonders berücksichtigt. Bei der Auswahl der Standorte wurde darauf geachtet, daß Nahimmissionen die Messungen möglichst wenig beeinflussen. Allerdings ergibt sich aufgrund ihrer Lage im Großraum bereits eine Differenzierung der Stationen in sehr emissionsferne Standorte (Prüm, Salmwald, Adenau, Morbach, Idar-Oberstein, Johanniskreuz und eingeschränkt auch Hermeskeil) und vergleichsweise emissionsnähere Standorte (Waldmohr - 20 km nordöstlich des saarländischen Industrieraums, Entenpfuhl - 40 km westlich des Rhein-Main-Raumes, Montabaur - 15 km östlich des stark industrialisierten Neuwieder Beckens und Kirchen - 20 km süd-westlich des Siegener Industrieraumes). Die Stationen Kirchheimbolanden und Waldmohr können aufgrund ihrer Lage durch Emissionen aus landwirtschaftlichen Aktivitäten stärker als die übrigen Meßorte beeinflußt werden.

4 ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Stoffdepositionsmessungen sind im Anhang in Tabellen und Abbildungen zusammengestellt. Die Abbildungen I,1-12 bis XIV,1-12 enthalten Ganglinien der Niederschlagshöhe, der elektrischen Leitfähigkeit, der pH- und Basekapazitätswerte sowie der Konzentrationen der Komponenten $\text{SO}_4\text{-S}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Cl, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, Ca, K, Mg, Na, $\text{NH}_4\text{-N}$ und organisch gebundener Stickstoff (Norg)

Abb. 1

Lage der Meßstationen



Name d. Station	Höhe über NN	Rechts-u. Hochwert
1 (ADE)	600 m	3365,0 / 5589,2
2 (ENT)	610 m	3398,2 / 5530,0
3 (HEK)	600 m	2558,0 / 5495,7
4 (IDA)	650 m	2586,0 / 5512,4
5 (JOH)	570 m	3415,3 / 5460,4
6 (KCH)	440 m	3427,6 / 5626,6
7 (KIB)	370 m	3421,7 / 5506,9
8 (MON)	470 m	3413,2 / 5583,3
9 (MOR)	600 m	2572,6 / 5522,0
10 (PRM)	690 m	2527,3 / 5570,8
11 (SAL)	650 m	2550,0 / 5559,3
12 (WAL)	410 m	2594,1 / 5477,9

jeweils für den Freiland- und Waldniederschlag des gesamten Meßzeitraumes. Aus diesen Abbildungen lassen sich die Meßwertamplituden und eventuelle Jahresgänge oder Trendentwicklungen entnehmen. Darüberhinaus ist das jeweilige arithmetische Mittel der Meßwerte über den gesamten Meßzeitraum eingetragen.

In den Tabellen I,1-2 bis XXII,1-2 sind die Niederschlagshöhen, die mit der Niederschlagshöhe gewogenen Mittelwerte der Leitfähigkeiten, pH-Werte und Basekapazitäten sowie die Depositionsraten der Komponenten $\text{SO}_4\text{-S}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Cl, $\text{PO}_4\text{-P}$, Ca, K, Mg, Na, $\text{NH}_4\text{-N}$, Org.N, N_t (Summe $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N} + \text{Org-N}$), H, Al, Fe, Mn, Cd, Cu, Pb und Zn jahrweise zusammengestellt. Die Angaben beziehen sich auf die hydrologischen Jahre (November bis Oktober) und mit Ausnahme der Spurenmetalle Al, Fe, Mn, Cd, Cu, Pb und Zn auch die entsprechenden Halbjahre (Sommerhalbjahr: Mai bis Oktober, Winterhalbjahr: November bis April). In den Tabellen ist jeweils neben der Jahresdeposition der Fehler des Jahresflusses aufgeführt. Er wurde nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz (SACHS 1984) aus den Mittelwertsfehlern der einzelnen Meßtermine errechnet.

Eine Orientierung über regionale Unterschiede in der Stoffdeposition ist anhand der Abbildungen XV bis XXXIV möglich. In Übersichtskarten sind dort die mittleren jährlichen Stoffdepositionsraten für den Meßzeitraum November 1984 bis Oktober 1989 eingetragen.

4.1 Niederschlagsverhältnisse in den Meßperioden

Die wesentlichsten, bei der Deposition von Luftverunreinigungen aus der Atmosphäre auf den Boden wirkenden Prozesse sind mit Niederschlägen verbunden (vgl. DVWK-Regeln 122/1984). Daher kommt der Höhe- und Verteilung der Niederschläge im Meßzeitraum für den Stoffeintrag erhebliche Bedeutung zu.

Erwartungsgemäß weisen die luvseitig in den Mittelgebirgshochlagen befindlichen Stationen Prüm und Hermeskeil mit über 1100 mm je Jahr im mehrjährigen Mittel die höchsten Niederschlagssummen auf (Abb. XV). Vergleichsweise geringe Niederschlagsraten wurden dagegen an der im Regenschatten des Hunsrücks gelegenen Station Kirchheimbolanden ermittelt (630 mm/Jahr im mehrjährigen Durchschnitt).

Die einzelnen Meßjahre unterscheiden sich in der Niederschlagshöhe deutlich (Tab. I.1). Verhältnismäßig niederschlagsreich waren die hydrologischen Jahre 1984 und 1987, an einigen Meßorten auch 1986 und 1988, verhältnismäßig niederschlagsarm dagegen die Jahre 1985 und 1989. Die geringste Jahresniederschlagssumme wurde an der Meßstation Kirchheimbolanden im Jahr 1985 registriert (470 mm), die höchste an der Station Hermeskeil im Jahr 1987 (1387 mm).

Infolge des Interzeptionsverlusts ist der unter den Fichtenbeständen den Waldboden erreichenden Niederschlag (Waldniederschlag) deutlich geringer als der Freilandniederschlag. Über den gesamten Meßzeitraum gemittelt betrug der Waldniederschlag der einzelnen Meßstationen zwischen 55 und 77 % des Freilandniederschlages. Besonders hohe Interzeptionsverluste bis nahezu 50 % wurden an der niederschlagsarmen Meßstation Kirchheimbolanden ermittelt, besonders geringe Interzeptionsraten an den Stationen Salmwald und Prüm. In einzelnen Perioden im Winterhalbjahr lag dort der Waldniederschlag sogar höher als der Freilandniederschlag (Abb. I,1-12), was auf Auskämmeffekte von Nebel in diesen Hochlagen zurückzuführen sein dürfte.

4.2 E l e k t r i s c h e L e i t f ä h i g k e i t

Die elektrische Leitfähigkeit ist Ausdruck des Gesamtionengehalts im Niederschlagswasser. Darüberhinaus bietet sie die Möglichkeit, die Richtigkeit einer Wasseranalyse zu berechnen (vgl. Kap. 2).

Im Freilandniederschlag liegt die elektrische Leitfähigkeit überwiegend im Bereich zwischen 20 und 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, im Bestandsniederschlag zwischen 100 und 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Eine ausgeprägte Periodizität ist nicht erkennbar (Abb. II,1-12).

Im Jahresmittel wurden an den 12 Meßpunkten im Freiland Leitfähigkeiten von 21 - 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen, im Bestand 71 - 298 $\mu\text{S}/\text{cm}$. An den emittentennäheren Meßorten Entenpfuhl, Kirchheimbolanden, Kirchen, Montabaur und Waldmohr wurden im Mittel höhere Elektrolytgehalte ermittelt als an den emittentenerfernen Standorten.

4.3 p H - W e r t u n d B a s e k a p a z i t ä t

In den 14-Tages-Proben des Freilandniederschlags wurden pH-Werte zwischen 3,5 und 7 mit einem deutlichen Schwerpunkt zwischen 4 und 5 gemessen (Abb. III,1-12). Hohe pH-Werte treten vor allem bei geringen Niederschlagshöhen nach längeren Trockenphasen gehäuft im Spätsommer bis Anfang Herbst auf. Dies dürfte auf eine stärkere Neutralisation der Mineralsäuren durch erhöhte Staubeinträge in den Trockenperioden zurückzuführen sein. Niedrige pH-Werte sind dagegen vor allem im Winter bis Anfang Frühling meist in Kombination mit hohen Sulfatkonzentrationen zu beobachten.

Die in den Tabellen III.1 und III.2 aufgeführten mittleren pH-Werte wurden aus der mit der Niederschlagshöhe gewogenen mittleren Protonenkonzentration errechnet. Im Freilandniederschlag liegen die Jahresmittelwerte der einzelnen Stationen zwischen pH 4,1 und pH 4,8. Im Waldniederschlag der Fichtenbestände sind die Protonenkonzentrationen mit Jahresmittel-pH-Werten von 3,3 bis 4,1 um den Faktor 2,5 bis 10 gegenüber dem Freiflächenniederschlag erhöht. Besonders niedrige pH-Werte im Waldniederschlag ergaben sich an den vergleichsweise emittentennäheren Meßorten Entenpfuhl, Kirchen und Montabaur. Höhere Jahresmittel wurden dagegen an der besonders emissionsfernen Station Prüm verzeichnet (Abb. XVI).

Sowohl auf den Freiflächen als auch unter den Waldbeständen wurden in der Periode 1987 bis 1989 höhere pH-Werte gemessen als in der Periode 1983 bis 1986. Dies dürfte vor allem mit dem Ausbleiben von SO₂-Ferntransportepisoden in den Wintermonaten der Jahre 1987 bis 1989 zusammenhängen (vgl. Autorenkollektiv 1990).

Während der pH-Wert die freie Azidität, also die aktuelle Protonenkonzentration in einer Lösung angibt, ist die durch Titration ermittelte Basekapazität ein Maß für die Gesamtazidität. Im Freilandniederschlag ergaben sich Basekapazitäten bis zu 300 µmol/l, im Waldniederschlag bis zu 2000 µmol Protonenäquivalente/l (Abb. IV, 1-12). Im Kronendurchlaß der Fichtenbestände ist die Gesamtazidität demnach ebenso wie die freie Azidität um den Faktor 3 - 7 gegenüber dem Freilandniederschlag erhöht.

Die höchsten Jahresmittelwerte der Basekapazität ergaben sich sowohl für den Freilandniederschlag (134 µmol/l) als auch den Waldniederschlag (815 µmol/l) am Meßort Entenpfuhl (Tab. IV.1 und IV.2). Parallel zur Abnahme der sich aus dem pH-Wert errechnenden Protonenkonzentration nahm auch die Basekapazität seit 1987 ab.

4.4 S u l f a t

Trotz der im Winterhalbjahr in der Regel höheren Schwefeldioxidkonzentration in der bodennahen Atmosphäre (BORCHERT 1989) zeigen sich im Verlauf der Sulfatschwefel-Konzentrationen im Freiland- und Waldniederschlag keine ausgeprägten Jahreszyklen (Abb. V, 1-12). Allerdings treten die Maxima von 20 bis 40 mg S/l im allgemeinen im Winterhalbjahr etwas häufiger auf als im Sommerhalbjahr.

Ins Auge springt, daß die vergleichsweise emittentennäheren Standorte Entenpfuhl, Kirchen und Montabaur deutlich stärker ausgeprägte Maxima aufweisen als die vergleichsweise emittentenfernen Meßorte Idar-Oberstein, Johanniskreuz, Morbach und Prüm. Bei

einigen Standorten, z.B. Adenau und Montabaur, ist die Tendenz einer Abnahme von hohen $\text{SO}_4\text{-S}$ -Konzentrationen seit 1987 erkennbar.

Auf den Freiflächen liegen die Sulfatschwefeleinträge zwischen 7 und $21 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$, in den Beständen zwischen 21 und $72 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ (Tab. V.1 und V.2). Im Mittel der sechs Meßjahre und zwölf Standorte übersteigt die Schwefeldeposition unter den Waldbeständen die Freilanddeposition um das 3,3-fache. Diese Filterung von Schwefelverbindungen durch die Baumkronen ist am regen- und nebelreichen Standort Salmwald mit einem Quotienten Bestand/Freiland von bis zu 5,5 besonders effektiv. Am niederschlagsarmen Standort Kirchheimbolanden ist sie mit einem durchschnittlichen Quotienten von 2,8 dagegen weitaus geringer ausgeprägt.

Hohe Schwefeleinträge in die Waldbestände wurden nicht nur an den vergleichsweise emittentennäheren Standorten Montabaur, Kirchen, Entenpfuhl und Waldmohr, sondern auch an den vergleichsweise emittententfernen Standorten Salmwald, Hermeskeil, Adenau und Prüm ermittelt (Abb. XVI). Die letztgenannten Standorte scheinen aufgrund von meteorologischen Gegebenheiten besonders effektiv in der Ausfilterung von Luftverunreinigungen zu sein.

Die höchsten Schwefeleinträge wurden mit Jahresraten von bis zu 72 kg S/ha im ersten Meßjahr (Nov. 1983 bis Okt. 1984) gemessen (Tab. V.1 und V.2). In den folgenden Meßjahren gingen die Einträge an der Mehrzahl der Meßstationen zurück. Jahreseintragsraten über 50 kg S/ha wurden nicht mehr erreicht. Zum Teil lassen sich die gegenüber dem hydrologischen Jahr 1984 geringeren Schwefeleinträge mit den geringeren Jahresniederschlagssummen der folgenden Meßjahre erklären. In den Meßjahren 1988 und 1989 kommen depositions-mindernd sicherlich die Auswirkungen der anormalen Winterwitterung und des hiermit verbundenen Ausbleibens von Ferntransportepisoden hinzu. Auch die nationale Emissionsminderung

vor allem auf dem Kraftwerksbereich dürfte sich inzwischen in einer Reduktion der Schwefeleinträge niederschlagen (vgl. NICOLAI 1989).

4.5 N i t r a t

Auch bei den Nitratkonzentrationen sind keine ausgeprägten Wintermaxima zu erkennen (Abb. VI,1-12). Die Spitzenwerte im Waldniederschlag liegen bei 10 bis 20 mg N/l. Wie beim Sulfat zeigen emittentennähere Standorte eine größere Amplitude als emittentenferne Standorte. Anders als beim Sulfat ist beim Nitrat keine Abnahme der Maximalkonzentrationen in den Jahren 1987 bis 1989 zu erkennen.

Die Nitratstickstoff-Einträge liegen auf den Freiflächen zwischen 3,5 und 7 kg, in den Beständen zwischen 9 und 27 kg N · ha⁻¹ · a⁻¹ (Tab. VI, 1 und VI, 2). Im Mittel des gesamten Meßzeitraums wurde in den Beständen im Vergleich zum Freiland das 2,8-fache an Nitrat eingetragen. Als besonders effektiv in der Nitratfilterung erwies sich wiederum der Fichtenbestand am Standort Salmwald mit einem Quotienten Bestand/Freiland von bis zu 5,2. Dort finden sich auch die höchsten Nitratstickstoff-Eintragsraten von über 20 kg N · ha⁻¹ · a⁻¹ im mehrjährigen Durchschnitt, gefolgt von den Meßorten Montabaur, Kirchen und Entenpfuhl mit 18 bis 19 kg NO₃-N · ha⁻¹ · a⁻¹ (Abb. XVII).

Eine Abnahme der Nitratstickstoffeinträge in die Waldökosysteme war im Verlauf der sechs Meßjahre nicht zu verzeichnen, an einigen Standorten eher eine Tendenz zu höheren Werten (Tab. VI, 2).

4.6 C h l o r i d

Chlorid im Niederschlagswasser stammt zumindest in industriefernen Regionen überwiegend aus Meersalzspray (MARTIN und BARBER 1978, RAYNOR und HAYES 1982). Der Meersalzanteil verschiedener

Inhaltsstoffe des Niederschlagswassers läßt sich aus dem Verhältnis dieser Elemente zu Natrium im Vergleich zur Meerwasserzusammensetzung abschätzen (RODHE u.a. 1984, RAYNOR und HAYES 1982). Hierbei wird von der Annahme ausgegangen, daß Natrium keine wesentlichen terrestrischen Quellen besitzt, sondern nahezu ausschließlich als Meersalzspray in das Niederschlagswasser gelangt. Tabelle 2 enthält eine solche Abschätzung der marinen Anteile der Stoffinhalte des Freilandniederschlags an den verschiedenen Meßorten. Mit Ausnahme der Station Waldmohr läßt sich die Chloriddeposition an allen Meßorten nahezu vollständig mit Meersalzspray erklären. Am Standort Waldmohr stammen dagegen 55 % aus anderen Quellen, vermutlich aus Chlorwasserstoffemissionen des in Hauptwindrichtung vorgelagerten saarländischen Industrieraumes.

**Tab. 2: Marine Anteile im Freiflächenniederschlag,
November 1984 bis Oktober 1989**
(in $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ und in Prozent des Gesamtelementeintrags)

Station	Cl		Mg		Ca		K		S	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Adenau	6,9	84,1	0,46	46,0	0,15	3,4	0,13	8,7	0,31	3,1
Entenpfuhl	5,2	80,0	0,35	43,8	0,11	2,3	0,10	5,9	0,23	2,5
Hermeskeil	8,5	85,9	0,57	47,5	0,18	3,1	0,16	9,4	0,39	3,3
Idar-Oberstein	6,5	84,4	0,44	36,7	0,14	2,8	0,12	7,1	0,30	3,2
Johanniskreuz	6,3	87,5	0,43	39,1	0,14	2,9	0,12	8,0	0,29	2,7
Kirchen	9,7	88,2	0,66	50,8	0,21	4,0	0,19	12,7	0,44	3,6
Kirchheimbol.	4,3	79,6	0,29	29,0	0,09	2,0	0,08	3,1	0,20	2,3
Montabaur	7,4	90,2	0,50	38,5	0,16	3,5	0,14	12,7	0,34	3,1
Morbach	6,7	90,5	0,45	45,0	0,15	3,2	0,13	7,6	0,30	3,0
Prüm	10,6	96,4	0,72	48,0	0,23	4,0	0,20	11,8	0,49	4,6
Salmwald	7,4	92,5	0,50	41,7	0,16	3,4	0,14	8,2	0,34	3,7
Waldmohr	6,3	44,7	0,43	39,1	0,14	2,4	0,12	2,0	0,29	2,4

Im Jahresverlauf sind im Winterhalbjahr meist deutlich höhere Chloridkonzentrationen zu verzeichnen als im Sommerhalbjahr (Abb. VII,1-12). Die höheren Winterkonzentrationen lassen sich vermutlich auf eine höhere Zufuhr von Meersalzspray durch häufigere und stärkere Westwinde im Winterhalbjahr zurückführen.

Die Chlorideinträge liegen im Freiland zwischen 4 und 18 kg · ha⁻¹ · a⁻¹ und in den Beständen zwischen 15 und 53 kg · ha⁻¹ · a⁻¹ (Tab. VII.1 und VII.2). Die höchsten Einträge wurden am vergleichsweise industrienahen Standort Waldmohr und im Bestand des Meßortes Salmwald ermittelt (Abb. XVIII). Wie beim Sulfat und Nitrat besitzt der letztgenannte Standort auch hinsichtlich des Chlorids eine sehr hohe Filterrate. Die Deposition unter dem Kronendach ist bis zu 6 mal höher als die Freilanddeposition.

4.7 P h o s p h a t

Vor allem im Waldniederschlag weisen die Phosphatkonzentrationen eine erhebliche Variabilität auf. Während die Minima im Bereich der Nachweisgrenze von 5 µg/l liegen, erreichen die Maxima 500 bis > 1000 µg/l (Abb. VIII,1-12).

Phosphat im Niederschlagswasser stammt aus Boden- und Düngemittelstaub (REID u.a. 1981) und vermutlich zu nicht unbedeutenden Anteilen auch aus insektenbürtigen Verunreinigungen (ULRICH u.a. 1979). Für eine erhebliche Beteiligung von Insektenkot im Waldniederschlag spricht auch die Häufung von hohen PO₄-Konzentrationen im späten Frühjahr und im Sommer (Abb. VIII,1-12). Hohe Phosphatkonzentrationen im Herbst können dagegen vor allem auf Bodestaub zurückgeführt werden.

Die PO₄-P-Einträge liegen im Freiland zwischen 40 und 400 g · ha⁻¹ · a⁻¹, in den Beständen zwischen 100 und 800 g · ha⁻¹ (Tab. VIII.1 und VIII.2) · a⁻¹. Bei diesen Werten ist allerdings zu be-

rücksichtigen, daß zwischen den Parallelproben eine erhebliche Streuung auftrat und die mittleren Flußraten dementsprechend innerhalb weiter Vertrauensintervalle liegen.

4.8 Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium

Die Gehalte dieser Elemente in Niederschlagswasser stammen überwiegend aus natürlichen Quellen, vor allem Bodenstaub (Ca, Mg, K) und Meerwasserspray (Na, Mg) (REID u.a. 1981). In der Nähe zu landwirtschaftlich genutzten Flächen dürften auch Düngemittelstäube hinzukommen. Bei Kalium kann darüberhinaus die Abwehung von Pflanzenoberflächen (Insertion) eine Rolle spielen (ULRICH u.a. 1979).

Bei den teilweise aus Meersalzspray stammenden Komponenten Natrium und Magnesium treten im Winterhalbjahr meist höhere Konzentrationen auf als im Sommerhalbjahr (Abb. XI,1-12 und XII,1-12). Die Kalziumkonzentrationen erreichen im November 1985 und Anfang Dezember 1988 bei geringen Niederschlagsmengen besonders hohe Konzentrationen bis zu 25 mg/l, vermutlich infolge erhöhter Staubeinträge (Abb. IX,1-12). Die Maxima der Kaliumkonzentrationen fallen auf unterschiedliche Jahreszeiten (Abb. X,1-12). Im Waldniederschlag treten hohe Konzentrationen vor allem im Frühjahr/Sommer und im Herbst bis Anfang Winter auf. Bei der ersten Periode dürfte Insektenfraß, bei der zweiten eine verstärkte Nadelauswaschung beteiligt sein.

Für die vier Komponenten wurden folgende Spannen der Eintragsraten im Freiland und unter den Baumkronen ermittelt (vgl. auch Tab. IX,1-12 bis XII,1-12):

	Freiland (kg · ha ⁻¹ · a ⁻¹)	Bestand	mittlerer Quotient Bestand/Freiland
Calcium	3,4 - 9,3	11,3 - 31,9	3,2
Kalium	0,8 - 7,8	13,5 - 31,3	10,4
Magnesium	0,7 - 2,0	1,9 - 7,6	2,7
Natrium	1,9 - 8,0	4,3 - 23,0	2,5

Auffallend hohe Kaliumdepositionen sowohl im Freiland als auch im Bestand ergaben sich am Meßort Waldmohr (Abb. XXI). Es ist anzunehmen, daß an diesem feldnahen Meßort Kaliumeinträge aus Düngemittelstäuben beteiligt sind.

In den Waldbeständen liegen die Kaliumeintragsraten um bis zum 18-fachen höher als auf den Freiflächen. Dies dürfte vor allem auf die Auswaschung von Kalium aus den Vegetationsorganen zurückzuführen sein (ULRICH u.a. 1979, FASSBENDER 1977). Die höchsten Quotienten Walddeposition/Freilanddeposition wurden wie bei den Anionen auch bei den Komponenten Ca, K, Mg und Na am Meßort Salmwald ermittelt. Es ist anzunehmen, daß die im Vergleich zu den anderen Meßorten besonders hohen Filter- und Auswaschungsraten am Standort Salmwald auf den an diesem Standort besonders hohen Anteil der grünen Krone und damit das große Kronenvolumen zurückzuführen sein dürften. Hinzu kommt, daß dieser Standort besonders nebelreich ist.

4.9 A m m o n i u m

Im Verlauf der Ammoniumkonzentrationen (Abb. XIII,1-12) läßt sich weder ein Jahresgang noch ein langfristiger Trend zu höheren oder niedrigeren Werten erkennen. Die Konzentrationsmaxima liegen im Freilandniederschlag bei 3 - 5, im Bestandesniederschlag bei 10 - 20 mg/l.

Die Eintragsraten variieren im Freiland zwischen 2,7 und 9,2 kg N·ha⁻¹·a⁻¹, in den Beständen zwischen 5,2 und 17,4 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ (Tab. XIII, 1 u. XIII,2).

Besonders hohe Depositionsraten sind im Bestand des Meßortes Waldmohr festzustellen (Abb. XXIV). Da Ammonium überwiegend aus landwirtschaftlichen Aktivitäten stammt (SÖDERLUND und GRANAT 1982, ROELOFS u.a. 1984), sind diese hohen Eintragsraten bei der feldnahen Lage der Meßstation (vgl. Anl. 1) leicht erklärbar.

Während auf den Freiflächen der Ammoniumstickstoffeintrag den Nitratstickstoffeintrag übersteigt, wird in den Fichtenbeständen in der Regel mehr Nitrat- als Ammoniumstickstoff deponiert. Denkbar wäre, daß ein Teil des im Kronenraum interzipierten Ammoniums bereits dort nitrifiziert bzw. von der Phyllosphärenflora als N-Quelle genutzt wird. Hierauf deutet auch der im Vergleich zu anderen Komponenten verhältnismäßig niedrige Quotient Bestandeseintrag/Freilandeintrag von dem Mittel 1,8 hin.

4.10 O r g a n i s c h g e b u n d e n e r S t i c k - s t o f f

Der Gehalt des Niederschlagswassers an organischen Stickstoffverbindungen wird als Differenz des nach KJELDAHL-Aufschluß gemessenen Stickstoffgehaltes und des vor dem Aufschluß bestimmten Ammoniumstickstoffgehaltes berechnet. Die so ermittelte Konzentration

organisch gebundener Stickstoffverbindungen lag zwischen 0 und 6 mg/l. Maximalwerte traten vor allem im Spätsommer und Anfang Herbst bei geringen Niederschlagsmengen auf (Abb. XIV,1-12). Auf den Freiflächen liegen die Eintragsraten zwischen 1,3 und 5 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ in den Beständen zwischen 3,4 und 10,6 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ (Tab. XIV.1 und XIV.2). Vergleichsweise hohe Eintragsraten wurden an den Stationen Salmwald und Prüm ermittelt (Abb. XXV).

4.11 Gesamstickstoff - Eintrag

Der Gesamtstickstoff-Eintrag wird als Summe des Eintrags an Nitrat-, Ammonium- und org. gebundenen Stickstoff berechnet.

Die Gesamtstickstoff-Eintragsrate liegt auf den Freiflächen zwischen 8,4 und 19,7 kg N·ha⁻¹·a⁻¹, in den Beständen zwischen 20,2 und 49,7 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ (Tab. XV.1 und XV.2).

Besonders hohe Stickstoffeinträge mit Raten von mehr als 35 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ finden sich an den Standorten Salmwald, Montabaur, Waldmohr und Kirchen (Abb. XXVI). Wie beim Nitrat-Stickstoff sind auch beim Gesamtstickstoffeintrag bislang keine Abnahmen der Eintragsraten zu verzeichnen, sondern besonders hohe Werte im letzten Meßjahr.

4.12 Aluminium, Eisen, Mangan

Die Al, Fe und Mn-Gehalte im Niederschlagswasser dürften überwiegend auf Bodenstaub, in industrienäheren Bereichen auch auf Emissionen der Eisen- und Stahlindustrie und der Kohle- und Müllverbrennung zurückzuführen sein (ULRICH u.a. 1979, MAYER 1981). ULRICH u.a. (1979) messen zudem der Insertion von Mangan von Pflanzenoberflächen eine erhebliche Bedeutung zu.

Bei den Eintragsraten dieser drei Komponenten auf den Freiflächen und unter den Beständen wurden folgende Spannen ermittelt (vgl. Tab. XVII bis XIX):

	Freiland (g·ha ⁻¹ ·a ⁻¹)	Bestand	mittlerer Quotient Bestand/Freiland
Aluminium	111 - 583	403 - 2122	4,2
Eisen	63 - 437	220 - 1446	2,9
Mangan	46 - 292	910 - 9935	25,4

Die Eintragsraten variieren von Jahr zu Jahr erheblich. Die größten Aluminium- und Eiseneintragsraten finden sich an den Standorten Waldmohr, Kirchen und Montabaur (Abb. XXVIII bis XXX). Am Standort Waldmohr dürften hierfür Bodenstaubeinträge aus benachbarten landwirtschaftlichen Nutzflächen, am Standort Kirchen auch Abwehungen nahegelegener Bergbauhalden verantwortlich sein. Alle drei Standorte liegen vergleichsweise emissionsnah (vgl. Anlage 1).

Hohe Manganeinträge werden auf den Freiflächen der nahe an ackerbaulich genutzten Flächen gelegenen Meßorte Waldmohr und Kirchheimbolanden gemessen. Mangan ist von allen untersuchten Stoffen die Komponente, deren Depositionsrate in den Waldbeständen am stärksten gegenüber dem Freilandniederschlag erhöht ist. Der größte Teil des Mangans im Waldniederschlag dürfte auf ökosysteminterne Umsätze zurückzuführen sein (MAYER 1981).

Die Manganflußraten im Waldniederschlag sind außerordentlich unterschiedlich. Besonders hohe Flußraten wurden an den Standorten Salmwald, Entenpfuhl, Waldmohr und Kirchheimbolanden ermittelt, vergleichsweise deutlich niedrigere an den Standorten Hermeskeil, Prüm, Montabaur und Johanniskreuz. An Standorten mit hohen Manganflußraten liegen auch die Mangangehalte im Mineralboden und die Manganspiegelwerte in den Nadeln vergleichsweise hoch (vgl. Anlage 1). Hohe Manganumsätze in den Waldbeständen zeigen an, daß

dort zur Zeit die eingetragenen Säuren durch Manganoxide gepuffert werden (ULRICH u.a. 1979), während an anderen, stärker versauerten Standorten Mangan bereits weitgehend aus dem durchwurzelten Boden ausgewaschen worden ist.

4.13 Cadmium, Kupfer, Blei, Zink

Die Deposition der Schwermetalle Cadmium, Kupfer, Blei und Zink ist überwiegend auf anthropogene Quellen zurückzuführen (MAYER 1983, SCHLADOT und NÜRNBERG 1982, FIEDLER und RÖSLER 1988).

Folgende Spannen der Eintragsraten auf Freiflächen und unter Beständen wurden ermittelt:

	Freiland (g · ha ⁻¹ · a ⁻¹)		Bestand		mittlerer Quotient Bestand/Freifland
Cadmium	1,1	- 21,7	2,1	- 9,8	1,1
Kupfer	18	- 142	17	- 124	1,1
Blei	36	- 156	38	- 248	1,5
Zink	182	- 1048	236	- 1007	1,2

Bei diesen Angaben ist zu berücksichtigen, daß vor allem die Spitzenwerte zum Teil mit hohen Mittelwertsfehlern behaftet sind (vgl. Tab. XX bis XXIII). In einigen Fällen drängt sich der Verdacht auf, daß gerade bei diesen Spitzenwerten Kontaminationen bei der Probenahme oder im Labor vorliegen. Konkrete Anhaltspunkte konnten allerdings nicht gefunden werden.

Im Landesvergleich verhältnismäßig hohe Depositionsraten der vier Schwermetalle finden sich an den Meßorten Kirchen, Montabaur, Hermeskeil und Waldmohr (Abb. XXXI - XXXIV). Die Stationen Hermeskeil und Waldmohr dürften durch Emissionen aus dem saarländischen Industrieraum beeinflusst werden. Montabaur liegt dem

Koblenzer und Neuwieder Industrieraum in Hauptwindrichtung nachgelagert. Die Station Kirchen befindet sich im Einflußbereich des Siegerländer Industrieraumes. Zudem kann an dieser Station die Abwehung von belastetem Material aus alten Bergbauhalden beteiligt sein. Auffällig sind besonders hohe Kupferdepositionen, sowohl auf der Freifläche als auch im Bestand, am Meßort Prüm. Eine Erklärung hierfür konnte bislang nicht gefunden werden.

4.14 S ä u r e e i n t r a g

Zur Ermittlung der Gesamtsäurebelastung eines Waldökosystems ist eine möglichst vollständige Quantifizierung der ökosystemaren Ionenflüsse in der Lösungs- und Festphase erforderlich (BREDEMEIER 1987). Neben den Stoffeinträgen müssen hierzu auch die Stoffaussträge mit dem Sickerwasser und Vorratsveränderungen ermittelt werden. Eine solch vollständige Bilanzierung ist jedoch nur an wenigen ausgewählten Standorten (vgl. BLOCK 1987), nicht aber an einem umfangreichen Depositionsmeßnetz möglich. Daher erlauben die nachfolgend aufgeführten Säureeintragsraten nur eine grobe Abschätzung der Säurebelastung der Waldökosysteme.

Die aus den pH-Werten und der Niederschlagshöhe errechnete H^+ -Depositionsrate (vgl. Tab. XVI.1 u. XVI.2) reicht als Angabe des Säureeintrags in ein Ökosystem nicht aus, da auch andere Komponenten, insbesondere Ammoniumionen im Ökosystem versauernd wirken können (ULRICH 1983). Hinzu kommt, daß ein Teil der deponierten Säuren bereits im Kronenraum durch Kationenumtausch abgepuffert wird. Zur "Rückladung" des Puffers müssen die Bäume eine äquivalente Menge basischer Kationen über die Wurzeln aufnehmen. Dies ist mit einer entsprechenden Protonenfreisetzung im wurzelnahen Bereich verbunden (MATZNER u. ULRICH 1984).

Tabelle 3 enthält eine Abschätzung der durchschnittlichen jährlichen Gesamt-Säureeinträge in die Waldbestände der 12 Meßorte für den Zeitraum November 1984 bis Oktober 1989. Der Säureeintrag

wurde aus dem gemessenen Protonenfluß mit dem Waldniederschlag (vgl. Tab. XVI.2), der errechneten Protonenabpufferung im Kronenraum und dem gemessenen NH_4 -Eintrag abgeleitet. Die Kronenraumpufferung wurde nach dem von MATZNER und ULRICH (1984) beschriebenen Bilanzierungsansatz berechnet. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß diese Methode nur sehr grobe Näherungswerte liefern kann (vgl. BLOCK u. BARTELS 1985).

**Tab. 3: Gesamt-Säureeintrag in den Beständen der 12 Meßorte
November 1984 bis Oktober 1989
(kmol H^+ -Äquivalente $\cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)**

Meßort	H^+ -Fluß im Waldnieder- schlag	H^+ -Pufferung im Kronenraum	NH_4^+ -Eintrag	Gesamtsäure- eintrag (Summe)
Adenau	1,13	0,39	0,75	2,27
Entenpfuhl	1,65	0,29	0,74	2,68
Hermeskeil	1,24	0,50	0,75	2,49
Idar-Oberstein	1,06	0,32	0,49	1,87
Johanniskreuz	1,30	0,03	0,71	2,04
Kirchen	1,56	0,23	0,83	2,62
Kirchheimbol.	0,60	0,68	0,76	2,04
Montabaur	1,60	0,55	0,91	3,06
Morbach	0,97	0,11	0,67	1,75
Prüm	0,97	0,50	0,71	2,18
Salmwald	1,40	0,00	0,87	2,27
Waldmohr	1,18	0,59	1,09	2,86

Bei der Berechnung der H^+ -Äquivalente aus der Ammoniumdeposition wurde pro mol NH_4 die Freisetzung von einem mol H^+ zugrunde gelegt. Da vor allem die Austragsraten des ionaren Stickstoffs für eine Berechnung des Überschusses der $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ -Aufnahme aus der Deposition (BREDEMEIER 1987) nicht zur Verfügung stehen, wird stark vereinfachend angenommen, daß der NH_4 -Eintrag quantitativ von der Vegetation aufgenommen und das eingetragene NO_3^- dagegen mit dem Sickerwasser ausgewaschen wird. Diese Annahmen erscheinen aufgrund der vorliegenden Ergebnisse von Ökosystem-Bilanzierungen

(z.B. BREDEMEIER 1987) zumindest für stärker versauerte Standorte, an denen bei der N-Mineralisation die Ammonium-Nachlieferung vorherrscht, gerechtfertigt.

Die so abgeleiteten Säureeinträge liegen zwischen 1,8 und 3,1 $\text{kmol} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$. Vergleichsweise hohe Säureeinträge ergaben sich an den Meßorten Montabaur, Waldmohr, Kirchen und Entenpfuhl, vergleichsweise niedrigere an den sehr emissionsfernen Meßorten Morbach und Idar-Oberstein.

5 VERGLEICH DER IN RHEINLAND-PFALZ ERMITTELTEN DEPOSITIONSRATEN MIT MESSERGEBNISSEN DER NACHBARLÄNDER

Zum Vergleich mit den rheinland-pfälzischen Werten wurden Depositionsraten aus den Nachbarländern Nordrhein-Westfalen (GEHRMANN 1990), Hessen (BALAZS 1990) und Baden Württemberg (GRÄF 1990) herangezogen. In allen vier Ländern wurden vergleichbare Meßverfahren zur Depositionsermittlung angewandt. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß sich die Meßzeiträume z.T. unterscheiden. Trotz dieser, die Vergleichbarkeit einschränkenden Tatsache, läßt sich aus den Abbildungen XXXVI bis XXXIX und den Tabellen IV und V (im Anhang) ein Eindruck über die räumliche Struktur der Depositionsverhältnisse im mittleren Teil der Bundesrepublik gewinnen.

Die in den rheinland-pfälzischen Waldgebieten ermittelten Protonen-Eintragsraten befinden sich im Rahmen der auch in den Nachbarländern gemessenen Werte. Allerdings wurden in Rheinland-Pfalz nicht so hohe Maximalbelastungen erreicht wie auf der Luvseite des Sauerlandes, dem nördlichen Ruhrgebietsrand, im Odenwald und an den luvseitig exponierten Schwarzwaldstationen.

Die Sulfatschwefeldeposition liegt insbesondere auf den Freiflächen, weniger ausgeprägt in den Beständen in Rheinland-Pfalz meist unter den in den Nachbarländern gemessenen Werten. Beson-

ders hohe Depositionsraten werden in Ruhrgebietsnähe und in luvseitiger Lage entlang der Rheinschiene ermittelt. Die höchstbelasteten Waldgebiete in Nordrhein-Westfalen erhalten einen um 20 bis 30 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ höheren Schwefeleintrag als die rheinland-pfälzischen Waldgebiete.

Auch Nitratstickstoff wird in Rheinland-Pfalz meist in geringeren Mengen in die Waldökosysteme eingetragen als in den Nachbarländern. Allerdings sind die Unterschiede in den Depositionsraten in den Fichtenbeständen weit weniger ausgeprägt als auf den Freiflächen. Hohe Einträge werden vor allem im Eggegebirge, im Taunus, im Odenwald und vor allem an der Meßstation Rotenfels im nordwestlichen Schwarzwald gemessen.

Hinsichtlich des Ammoniumeintrags finden sich sehr ähnliche Werte wie in Rheinland-Pfalz auch in den hessischen und baden-württembergischen Mittelgebirgen, in der Nordeifel und im Sauerland. Deutlich höhere Eintragsraten wurden dagegen am Niederrhein nahe der niederländischen Grenze und im Eggegebirge, das sich im Osten an die intensiv landwirtschaftlich genutzte westfälische Bucht anschließt, ermittelt. In diesen Regionen liegt die Ammoniumdeposition z.T. um das 3 bis 4fache höher als in den rheinland-pfälzischen Waldgebieten.

Hohe Chloriddepositionen sind an industrienahen Standorten, z.B. in Nordrhein-Westfalen am nördlichen Ruhrgebietsrand, vorzufinden.

Die Schwermetalleintragsraten zeigen in den vier Ländern eine geringere Variabilität, als aufgrund der z.T. doch sehr unterschiedlichen Lage zu Emissionsquellen erwartet werden konnte. Die in Hessen ermittelten Maximalbelastungen liegen bei Cadmium, Blei und Zink über den rheinland-pfälzischen Werten. Auch in Nordrhein-Westfalen wurden bei Blei und Kupfer z.T. höhere Depo-

sitionsraten als in Rheinland-Pfalz gemessen, wobei bei der Komponente Kupfer allerdings in Nordrhein-Westfalen eine Kontamination der Proben nicht auszuschließen ist (GEHRMANN 1990).

6 WERTUNG DER ERGEBNISSE DER STOFFEINTRAGSMESSUNGEN IM HINBLICK AUF DIE GEFÄHRDUNG DER WALDÖKOSYSTEME

Eine Gefährdung der Waldökosysteme durch die Deposition von Luftverunreinigungen ist vor allem durch die versauernde Wirkung einiger Komponenten, eine mögliche Änderung der Nährelementvorräte und -gleichgewichte und von einer Akkumulation von potentiellen toxischen Substanzen, vor allem Schwermetallen, zu erwarten.

Im März 1988 befaßte sich ein von der UN-ECE und dem Ministerrat der nordischen Länder organisierter Workshop in Skokloster, Schweden, mit der Wirkung von Schwefel- und Stickstofffrachten in Ökosystemen (NILSSON u. GRENNFELT 1988). Basierend auf einer sehr eingehenden Auswertung und Wertung des derzeitigen Wissens zu diesem Themenkomplex wurden von verschiedenen Arbeitsgruppen "kritische Frachten" für Schwefel- und Stickstoffverbindungen zum Schutz terrestrischer und aquatischer Ökosysteme abgeleitet.

Die "kritische Fracht" wurde definiert als "quantitative Angabe der Exposition gegenüber einem oder mehreren Schadstoffen, unter der nach dem derzeitigen Stand des Wissens keine signifikant schädigenden Auswirkungen auf bestimmte sensitive Elemente der Umwelt auftreten". Bezogen auf den Waldboden bedeutet dies, daß die höchsten, und tolerierbaren Depositionsraten der Anionen starker Mineralsäuren keine chemischen Veränderungen im Boden verursachen sollen, die langfristig, d.h. im Zeitrahmen einer oder mehrerer Umtriebszeiten, schädliche Auswirkungen auf die Waldökosysteme haben. Insbesondere soll der Boden vor einer gravierenden Verringerung der pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräte geschützt werden.

Unter diesem Gesichtspunkt wird die kritische Fracht an versauernd wirkenden Komponenten von der Silikatverwitterung und der Auflösung von Carbonaten bestimmt. Die noch tragbare Säuredeposition ist auf Standorten, auf denen vor allem inerte oder sehr langsam verwitternde Minerale z.B. Quarz, Kalifeldspäte, Plagioklas und Muskowit vorherrschen, gering, auf Standorten mit ausreichenden Mengen an Carbonaten oder rasch verwitternden Mineralen wie z.B. Pyroxen, Olivin und Epidot dagegen verhältnismäßig hoch. Eine Mittelstellung nehmen Standorte mit Biotit und Amphibolen als vorherrschende Minerale ein.

Diesen Vorgaben entsprechend wurden für den Schutz der Waldböden in dem o.a. Workshop folgende kritische Säure- und Schwefeleinträge vorläufig festgelegt:

- Silikatarme Böden mit vorherrschend langsam verwitternden Mineralen (z.B. aus Granit, Quarzit und Hauptbuntsandstein): $< 0,2 - 0,5 \text{ kmol H}^+ \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ entsprechend $< 3 - 8 \text{ kg S ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$
- Mittlere Böden (z.B. aus Tonschiefer, Grauwacke): $0,5 - 1 \text{ kmol H}^+ \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ entsprechend $8 - 16 \text{ kg S ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$
- Silikatreiche Böden mit rascher verwitternden Mineralen (z.B. aus Basalt): $1 - 2 \text{ kmol H}^+ \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ entsprechend $16 - 32 \text{ kg S ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$.

Neben den mineralogischen Gegebenheiten wird die Empfindlichkeit eines Ökosystems gegenüber Säureeinträgen auch von anderen Faktoren beeinflusst, z.B. den klimatischen und hydrologischen Verhältnissen, morphologischen Gegebenheiten, den physikalischen und chemischen Bodencharakteristika sowie der aktuellen und geschichtlichen Bestockung. Besonders geringe Frachten sollten in Koniferenwäldern in Hochlagen mit hohen Niederschlagssummen auf gut drainierenden sandigen Böden aus basenarmen Ausgangsgesteinen

eingehalten werden. Gerade solche, gegenüber den Säurebelastungen besonders empfindliche Waldflächen nehmen in Rheinland-Pfalz einen hohen Flächenanteil ein.

Die in den rheinland-pfälzischen Waldgebieten ermittelten Säure- und Schwefeleintragsraten liegen beträchtlich, z.T. um mehr als eine Größenordnung, über den kritischen Werten. Der im Vergleich der 12 Meßorte hinsichtlich der Säure- und Schwefelfrachten höchstbelastete Fichtenbestand im Forstamt Montabaur stockt auf einer podsoligen Braunerde, die sich aus Quarzit entwickelt hat. Nach den o.a. Vorgaben wäre eine Säuredeposition von weniger als $0,2 \text{ kmol H}^+ \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ und eine Schwefeldeposition von weniger als $3 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ tolerierbar. Tatsächlich liegt die Belastung im mehrjährigen Mittel bei $3 \text{ kmol H}^+ \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ und über $40 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$. Der Fichtenbestand im Forstamt Kirchen wächst auf dem im Vergleich der 12 Meßorte silikatreichsten Bodensubstrat, einer Braunerde aus Bänderschiefer mit Feldspatbasalt. Dieser Standort ist im Übergangsbereich zwischen mittleren Böden und silikatreichen Böden einzuordnen. Tolerierbar wäre eine H^+ -Fracht von bis zu $1 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ und eine S-Fracht von $16 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$. Tatsächlich liegt an diesem Standort die H^+ -Fracht jedoch bei $2,6 \text{ kmol}$ und die S-Fracht bei $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$, also ca. um das 2,5fache über diesen Schwellenwerten.

Die Deposition von Stickstoff aus Verbrennungsprozessen (Nitrat) oder landwirtschaftlichen Produktionsverfahren (Ammonium) kann nicht nur zur Bodenversauerung beitragen und Ungleichgewichte in der Nährstoffversorgung der Ökosysteme auslösen, sondern auch zu erhöhten Stickstoffausträgen mit dem Sickerwasser und damit zu einer Gefährdung der Qualität des Grund- und Quellwassers führen (BOXMAN u.a. 1988, HENRIKSEN 1988).

Dementsprechend wurde in dem o.a. Workshop die gerade noch tragbare Stickstoff-Eintragsrate aus der Fähigkeit der Ökosysteme, Stickstoff zu speichern, abgeleitet. Diese Schwelle ist erreicht, wenn die Stickstofffreisetzung durch die Mineralisierung und ex-

terne Stickstoffzufuhr die Stickstoff-Absortionskapazität der Biomasse und des Bodens übersteigt, bzw. langfristig zu übersteigen droht.

Auf Standorten, die bereits eine Stickstoffsättigung zeigen, wird jegliche zusätzliche Stickstoffzufuhr als schädlich erachtet. Auf noch nicht stickstoffgesättigten Standorten ist die kritische Stickstofffracht von der Produktivität bzw. dem Biomasseentzug abhängig. Auf schwachen Standorten wird ein Maximaleintrag von 3 - 11 kg N·ha⁻¹·a⁻¹, auf guten Standorten 7 - 20 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ empfohlen. In Laubwäldern ist im allgemeinen eine höhere Stickstoffdeposition tragbar als in Nadelwäldern.

Die an den 12 Meßorten in Rheinland-Pfalz ermittelten Stickstoffeintragsraten von 24 bis 41 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ im mehrjährigen Mittel liegen erheblich über den kritischen Werten. Da die Mehrzahl der Waldökosysteme in Rheinland-Pfalz noch nicht stickstoffgesättigt sind, wird die hohe N-Deposition zu einer weiteren Stickstoffanreicherung im System führen. Dies kann zwar ein besseres Wachstum der oberirdischen Biomasse bewirken, aber auch eine Erhöhung des Wasserverbrauchs und eine Verschärfung der Sturm- und Schneebruchgefährdung. Zudem steigt bei zunehmender Stickstoffsättigung die Gefahr von Nährstoffungleichgewichten, einer Reduzierung der Frosthärte und einer Erhöhung der Pilzinfektionsgefahr (ROELOFS u.a. 1984).

Da Stickstoff- und Schwefeldepositionen meist gemeinsam auftreten, muß auch die kombinierte Wirkung beider Komponenten beachtet werden. Abbildung 2 enthält einen in dem o.a. Workshop erarbeiteten Vorschlag für eine derartige Kombination. In der Grafik sind die mehrjährigen Mittelwerte der Stickstoff- und Schwefel einträge an den 12 Fichtenmeßstellen in Rheinland-Pfalz ergänzt. Die gemessenen Einträge übersteigen selbst die für Kalkstandorte vorgegebenen Schwellenwerte. Die für die in den rheinland-pfälzischen Waldgebieten vorherrschenden kalkfreien und silikatarmen Böden aus Hauptbundsandstein (überwiegender Teil des Pfäl-

zerwaldes), Quarzit (große Teile der Hunsrück-Kammlagen) und Tonschiefer, Grauwacke (überwiegender Bereich in Hunsrück, Eifel und Westerwald) vorgegebenen kritischen Frachten werden um ein vielfaches von den gemessenen Eintragsraten überschritten. Bei einer andauernden Belastung in der bisherigen Größenordnung sind daher schwerwiegende Schäden in den Waldökosystemen, aber auch am Quell- und Grundwasser zu erwarten.

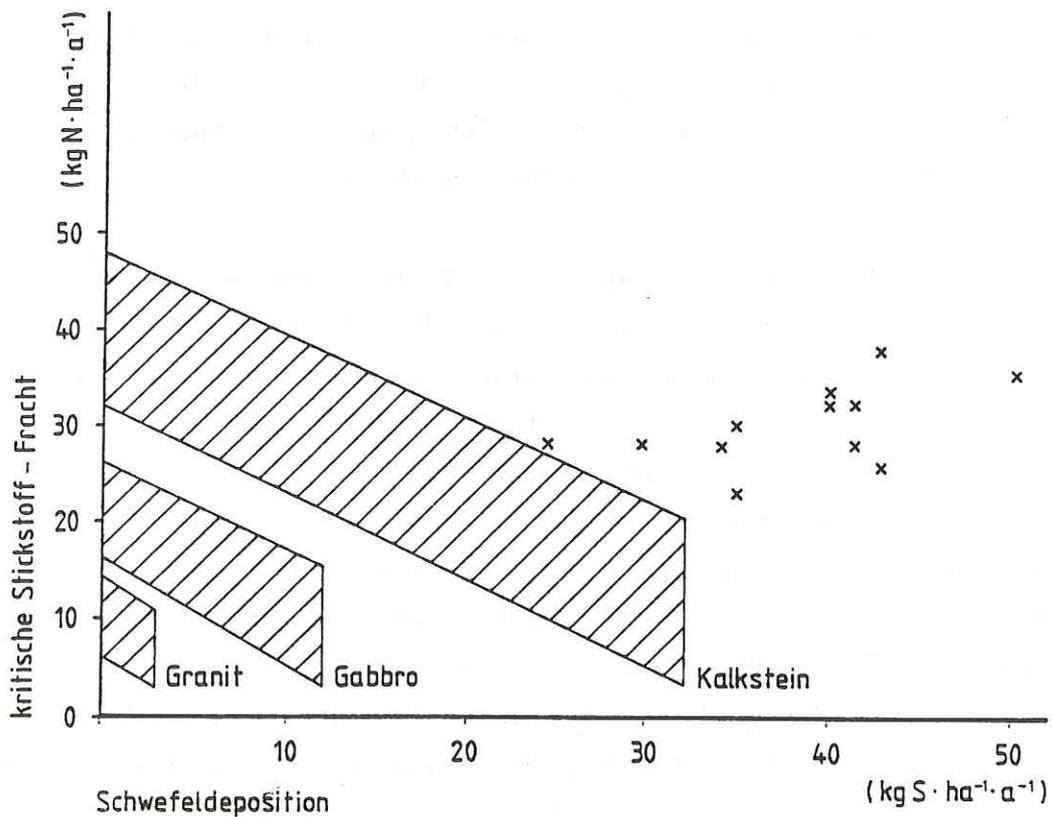


Abb. 2: Kritische Stickstoff-Frachten in Abhängigkeit von der Schwefeldeposition bei unterschiedlichen Ausgangsgesteinen der Bodenbildung (aus NILSSON und GRENNFELT 1988, geringfügig verändert). Die Kreuze kennzeichnen die mehrjährigen Mittel der Stickstoff- und Schwefeldeposition (Kronendurchlaß Fichte) an den 12 rheinland-pfälzischen Meßstationen

Über die ökologischen Auswirkungen der Deposition von **Schwermetallen** ist weit weniger bekannt, als über die Wirkung von Säuren und Säurebildnern in den Waldökosystemen. Eine abschließende Bewertung der Schwermetalleinträge im Hinblick auf die Gefährdung der Waldökosysteme ist daher bislang nicht möglich.

Bei einigen Schwermetallen ist bei weiterer atmosphärischer Deposition eine Akkumulation im Ökosystem zu erwarten. MAYER (1983) konnte durch Schwermetallbilanzierungen im Solling aufzeigen, daß sich Blei und Kupfer aus der atmosphärischen Deposition vor allem in der organischen Substanz anreichern, während bei Zink der Aus-
trag größer war als der Eintrag. Bei Cadmium ergab sich eine ausgeglichene Bilanz.

Mit der im Kronendurchlaß gemessenen Eintragsrate der Komponenten Blei und Kupfer wird deren tatsächliche atmosphärische Gesamtdeposition vermutlich beträchtlich unterschätzt. Nach Ökosystembilanzierungen von MAYER (1983) wurden bei beiden Elementen im Fichtenbestand des Sollings nur etwa ein Drittel der atmosphärischen Gesamtdeposition dem Waldboden mit den Niederschlägen zugeleitet, während zwei Drittel im Kronenraum zumindest vorübergehend festgelegt werden. Der größte Teil dieser im Kronenraum interzipierten Schwermetalle gelangt mit dem Streufall auf den Boden, ein geringerer Teil wird nach den Sollinguntersuchungen in der Rinde und im Holzzuwachs gespeichert.

Die Deposition von Blei und Kupfer mit dem Kronendurchlaß und dem Streufall kann in Fichtenbeständen einige $100 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ erreichen. Verglichen mit den Vorräten dieser Elemente im Auflagehumus (Solling-Fichte: 25 kg Blei/ha und 4,7 kg Kupfer/ha - MAYER und HEINRICHS 1980) ist dies verhältnismäßig viel und läßt bei einer nur geringen Austragsrate dieser Elemente mit dem Sickerwasser eine rasche Gehaltserhöhung im Auflagehumus erwarten.

Eine Akkumulation in der Humusaufgabe muß deshalb als besonders kritisch angesehen werden, weil dieser Pool bei Kahlhieb oder sturmwurfbedingter Kahllage rasch mobilisiert werden kann. Die

dann in der Bodenlösung zu erwartenden hohen Schwermetallkonzentrationen dürften vor allem für die Bodenlebewesen, aber auch für die Wurzeln höherer Pflanzen gefährlich werden (FIEDLER und RÖSLER 1988). Zudem ist in solchen Situationen ein Durchbruch der Schwermetalle bis ins Grundwasser nicht auszuschließen.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Seit Herbst/Winter 1983/84 werden von der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz im Rahmen eines umfassenden Waldökosystem-Überwachungsprogramms Stoffdepositionsmessungen in Waldgebieten durchgeführt. An 12 über das Land verteilten Meßorten wird jeweils auf Freiflächen und unter Fichtenbeständen die Konzentration und der Eintrag folgender Komponenten ermittelt: H, SO₄, NO₃, Cl, PO₄, NH₄, K, Na, Ca, Mg, Org. N, Fe, Mn, Al, Pb, Zn, Cu, Cd.

In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse der Meßperiode November 1983 bis Oktober 1989 vorgestellt und diskutiert. Darüberhinaus dient dieser Bericht der dauerhaften Dokumentation der Meßdaten.

Die Untersuchungen zeigen eine hohe Belastung der rheinland-pfälzischen Waldökosysteme durch den Eintrag von Luftverunreinigungen auf. Über die Meßperiode gemittelt wurden an den 12 Meßorten 24 bis 43 kg Schwefel und 28 bis 41 kg Stickstoff/ha⁻¹·a⁻¹ in die Fichtenbestände eingetragen. Hiermit verbunden war eine Gesamtsäuredeposition von 1,8 bis 3,1 kmol·ha⁻¹·a⁻¹.

Die ermittelten Schwefel-, Stickstoff- und Säuredepositionsraten übersteigen die standörtlich tolerierbaren Schwellenwerte um ein Vielfaches. Bei einer andauernden Belastung in der bisherigen Größenordnung ist eine Zunahme der Bodenversauerung mit einer grundlegenden Destabilisierung der Waldökosysteme zu erwarten.

Eine fortschreitende Bodenversauerung und ein anhaltend überhöhter Stickstoffeintrag kann zudem zunehmend die Qualität des Grund- und Quellwassers gefährden.

Rückläufige Einträge konnten nur für den Sulfatschwefel, nicht aber für die Stickstoffverbindungen festgestellt werden. Bei letzteren zeigte sich sogar eine Tendenz zu höheren Eintragsraten.

An Schwermetallen gelangten im Mittel der 6 Meßjahre 2 - 6 g Cadmium, 40 - 100 g Kupfer, 50 - 150 g Blei und 280 - 710 g Zink $\cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ mit dem Kronendurchlaß auf die Waldböden der Fichtenbestände. Eine abschließende ökotoxikologische Bewertung dieser Schwermetalleinträge ist beim gegenwärtigen, noch unzureichenden Kenntnisstand über die Wirkungen von Schwermetallen in Waldökosystemen nicht möglich. Allerdings muß vor allem die bei einigen Schwermetallen zu erwartende Akkumulation in der Humusaufgabe als erhebliches Risiko erachtet werden, da dieser Pool bei Eingriffen in das Waldökosystem plötzlich mobilisiert werden kann.

Die in den rheinland-pfälzischen Waldgebieten ermittelten Stoffdepositionsraten liegen im Rahmen der auch in den Nachbarländern Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg gemessenen Werte. Allerdings wurden an den verhältnismäßig emittententfernten Meßorten in Rheinland-Pfalz nicht so hohe Maximalbelastungen ermittelt wie an einigen emittentennäheren Meßorten der Nachbarländer.

8 SUMMARY

Title of the paper:

Results of Deposition Measurements in Forest Areas of Rheinland-Pfalz

Since autumn/winter 1983/84 deposition measurements in forest areas have been performed by the Forest Research Institute of Rheinland-Pfalz as a part of an extensive forest ecosystem monitoring program.

At 12 sites distributed over the whole state the concentration and bulk deposition of the following compounds have been measured in the open field as well as in spruce stands: H, SO₄, NO₃, Cl, PO₄, NH₄, K, Ca, Mg, org.N, Fe, Mn, Al, Pb, Zn, Cu, Cd.

In this paper the results of the period November 1983 till Oktober 1989 are presented and discussed. Beyond it this report aims at a lasting documentation of the collected data.

The results of the measurements show a high deposition input of air pollutants into the forest ecosystems. At the 12 locations a mean annual deposition of 24 - 43 kg sulphur and 28 - 41 kg nitrogen·ha⁻¹·y⁻¹ were found. The total acid deposition was calculated from the H⁺-input via crown throughfall, the NH₄⁺-input (1 mol H⁺ per mol NH₄⁺) and the proton-buffering in the canopy summed up to 1,8 til 3,1 kmol H⁺ equivalents·ha⁻¹·y⁻¹.

The measured S-, N- and H-deposition rates exceed the critical loads proposed by the UN-ECE by far. Thus, an increasing soil acidification leading to a destabilisation of forest ecosystems has to be expected.

Beyond it, continuing soil acidification and input of excess nitrogen can affect the quality of spring- and groundwater.

Within the observation period, decreasing deposition rates could be found only for sulfate but not for nitrogen compounds. On the contrary, for nitrate a tendency towards higher input rates was observed.

As a mean of the 6 monitoring years 2 - 6g cadmium, 40 - 100g copper, 50 - 150g lead and 280 - 710g zinc were deposited via crown throughfall on the soil of the spruce stands. According to the lack in knowledge about the impacts of heavy metals in forest ecosystems a conclusive evaluation of the ecotoxicological effects of these input rates is not yet possible.

Nevertheless, the accumulation of several heavy metals in the humus layer has to be regarded as a considerable risk since this pool can easily be mobilized for instance after clear cut or storm damages.

The observed amount of depositions in Rheinland-Pfalz corresponds very well with values from forest regions of the neighbour states Nordrhein-Westfalen, Hessen and Baden-Württemberg. However, as the sites in Rheinland-Pfalz are located comparatively far from emission sources the measured deposition rates do not reach the high input rates of highly polluted forest areas in the adjacent countries.

9 LITERATURVERZEICHNIS

- AUTORENKOLLEKTIV (1990):** [BLOCK, J., BOCKHOLT, B., BORCHERT, H., FINGERHUT, M., HEIDINGSFELD, N., SCHRÖCK, H.-W.]: Immissions-, Wirkungs- und Zustandsuntersuchungen in Waldgebieten von Rheinland-Pfalz - Sondermeßprogramm Wald, Schlußbericht 1983-1989 - Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz Nr. 14.
- BALAZS, A. (1990):** Ergebnisse von Messungen der Niederschlagsdeposition in Hessen. - Meßjahre 1983/84 bis 1987/88. Forschungsberichte der Hess. Forstlichen Versuchsanstalt Nr. 11.
- BLOCK, J. (1987):** Umweltkontrolle im Wald. Immissions- und Wirkungsuntersuchungen in Rheinland-Pfalz. Der Forst- und Holzwirt Nr. 15, 42. Jahrgang, S. 412-414.
- BLOCK, J. u. BARTELS, U. (1985):** Ergebnisse der Schadstoffdepositionsmessungen in Waldökosystemen in den Meßjahren 1981/82 und 1982/83. Forschung und Beratung, Reihe C, Heft 39, Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung, NRW, 296 S.
- BORCHERT, H. (1989):** Fortlaufende Messungen von Luftschadstoffen in den Waldgebieten von Rheinland-Pfalz. Allgem. Forstz. Nr. 35-36, S. 945-948.
- BOXMAN, D., van DIJK, H., HOUDIJK, A. a. ROELOFS, J. (1988):** Critical loads for nitrogen with special emphasis on ammonium. In NILLSON, J. a. GRENNFELT, P. (eds.) (1988): Critical loads for Sulphur and Nitrogen, report from a workshop held at Skokloster, Sweden, Miljörapport 1988: 15, pp. 295-322.

- BREDEMEIER, M. (1987):** Stoffbilanzen, interne Protonenproduktion und Gesamtsäurebelastung in verschiedenen Waldökosystemen Norddeutschlands. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme der Universität Göttingen, Reihe A, Bd. 33.
- DVWK - Regeln (1984):** Ermittlung der Stoffdeposition in Waldökosystemen Nr. 112, Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin, 6 S.
- FASSBENDER, H.W. (1977):** Modellversuch mit jungen Fichten zur Erfassung des internen Nährstoffumsatzes. Ecol. Plant. 12 (3), S. 263-272.
- FIEDLER, H.J. u. RÖSLER, H.J. (1988):** Spurenelemente in der Umwelt, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 278 S.
- GEHRMANN, J. (1990):** Umweltkontrolle am Waldökosystem. Forschung und Beratung, Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung, Recklinghausen, Heft 47, September 1990.
- GRÄF, E. (1990):** Ergebnisse niederschlagsanalytischer Untersuchungen in südwestdeutschen Wald-Ökosystemen, Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Baden-Württemberg, Heft 151.
- HENRIKSEN, A. (1988):** Critical loads of nitrogen to surface water. In NILSSON, J. a. GRENNFELT, P. (eds.) (1988): Critical loads for Sulphur and Nitrogen, report from a workshop held at Skokloster, Sweden, Miljörapport 1988: 15, pp. 385-412.
- MARTIN, A.W. a. BARBER, F.R. (1978):** Some observations of acidity and sulphur in rain water from rural sites in central England and Wales. Atmospheric Environment 17, pp. 1481-1487.

- MATZNER, E. u. ULRICH, B. (1984):** Raten der Deposition, der internen Produktion und des Umsatzes von Protonen in zwei Wald-ökosystemen. Z. Pflanzenernähr. u. Bodenk., 147, S. 290-308.
- MAYER, R. (1981):** Natürliche und anthropogene Komponenten des Schwermetallhaushalts von Waldökosystemen, Göttinger Bodenkundliche Berichte 70, 292 S.
- MAYER, R. (1983):** Interaction of forest canopies with atmospheric constituents. Aluminium and heavy metals. In ULRICH, B., a. PANKRATH, J. (eds.): Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland pp. 47-55.
- MAYER, R. u. HEINRICHS, H. (1980):** Flüssebilanzen und aktuelle Änderungsraten der Schwermetallvorräte in Waldökosystemen des Solling. Z. Pflanzenernähr. u. Bodenk., 143, S. 232-246.
- NICOLAI, R. (1989):** Entwicklung der Luftverunreinigung in der Bundesrepublik Deutschland bis 1995. Allgem. Forstz. Nr. 35-36, S. 943-944.
- NILLSSON, J. a. GRENNFELT, P. (eds.) (1988):** Critical Loads for Sulphur and Nitrogen. Report from a workshop held at Skokloster, Sweden, Miljörapport 1988: 15, 418 pp.
- RAYNOR, G.S. a. HAYES, J.V. (1982):** Concentrations of some ionic species in Central Long Island, New York, precipitation in relation to meteorological variables. Water, Air and Soil Pollution 17, pp. 309-335.
- REID, J.U., MCLEOD, D.A. a. CRESSER, M.S. (1981):** Factors affecting the chemistry of precipitation and river water in an upland catchment. Journal of Hydrology 50, pp. 129-145.

ROELOFS, J.G.M., KEMPERS, A.J., HOUDIJK, A.L.F.M. a. JANSEN, H. (1984): The effects of air-borne ammonium sulphate deposition on pinus nigra var. maritima in the Netherlands. Plant and Soil 84, pp. 45-56.

RODHE, H., GRANAT, L. a. SÖDERLUND, R. (1984): Sulfate in precipitation. A chemistry network, Department of Meteorology, University of Stockholm, Report, CM-64.

SACHS, L. (1984): Angewandte Statistik, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio.

SCHLADOT, J.D. u. NÜRNBERG, H.W. (1982): Atmosphärische Belastung durch toxische Metalle in der Bundesrepublik Deutschland. Emission und Deposition, Berichte der KFA Jülich Nr. 1776.

SÖDERLUND, R. a. GRANAT, L. (1982): Ammonium (NH_4^+) in precipitation A presentation of data from the European Air Chemistry Network, Department of Meteorologie, University of Stockholm, Report CM-59.

ULRICH, B. (1983): Interaction of forest canopies with atmospheric constituents: SO_2 , alkali and earth alkali cations and chloride. In ULRICH, B. a. PANKRATH, J.: Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, pp. 33-45.

ULRICH, B., MAYER, R., KHANNA, P.K. (1979): Deposition von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen im Solling. Schriften aus der Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen und Nieders. Forstl. Versuchsanstalt (1979), Bd. 58, 291 S.

10 ANHANG

Anhang	1.1:	Kurzbeschreibungen der Meßorte
Appendix	1.1:	<i>Site characteristics</i>
Anhang	1.2:	Beschreibung der Meßstellenbestände
Appendix	1.2:	<i>Stand characteristics</i>
Anhang	2:	Ergebnisdarstellungen
Appendix	2:	<i>Results (figures and tables)</i>

Abb. I,1-12 bis Abb. XIV,1-12: Ganglinien der Niederschlagshöhe, Leitfähigkeiten, pH-Werte, Basekapazitäten und der Konzentrationen der Komponenten $\text{SO}_4\text{-S}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Cl, $\text{PO}_4\text{-P}$, Ca, K, Mg, Na, $\text{NH}_4\text{-N}$ und org.N.

Fig. I,1-12 till Fig. XIV, 1-12: Variations in precipitation rate, conductivity, pH, base capacity and concentration of $\text{SO}_4\text{-S}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Cl, $\text{PO}_4\text{-P}$, Ca, K, Mg, Na, $\text{NH}_4\text{-N}$ and org.N.

Abb. XV bis XXXIV: Mittlere jährliche Niederschlagssumme und Stoffdepositionsraten einschließlich 95 % Vertrauensbereiche im Meßzeitraum November 1984 bis Oktober 1989.

Fig. XV till XXXIV: Mean annual precipitation rate and deposition of anorganic compounds (\pm 95 % confidence limits) for the period Nov. 1984 till Oct. 1989.

Abb. XXXV: Lage der Depositionsmeßstationen in Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg.

Fig. XXXV: Location of monitoring sites in Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Hessen and Baden-Württemberg.

Abb. XXXVI,1-2 bis XXXIX,1-2: Mittlere Depositionsraten der Komponenten H, $\text{SO}_4\text{-S}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ und $\text{NH}_4\text{-N}$ auf Freiflächen und in Fichtenbeständen an Meßorten der Länder Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg.

Fig. XXXVI till XXXIX: Deposition rates of H, $\text{SO}_4\text{-S}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$ in the open field and in spruce stands at monitoring sites in Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Hessen and Baden-Württemberg.

Tab. I,1-2 bis Tab. XXIII,1-2: Zusammenstellung der Niederschlagshöhen, Mittelwerte der Leitfähigkeiten, pH-Werte und Basekapazitäten sowie der Depositionsraten der Komponenten SO₄-S, NO₃-N, Cl, PO₄-P, Ca, K, Mg, Na, NH₄-N, org.N, Nt, H, Al, Fe, Mn, Cd, Cu, Pb und Zn in den einzelnen Meßjahren des Untersuchungszeitraumes November 1983 bis Oktober 1989.

Tab. I, 1-2 till Tab. XXIII, 1-2: Annual precipitation rates, means of conductivity, pH and base capacity as well as annual deposition rates of SO₄-S, NO₃-N, Cl, PO₄-P, Ca, K, Mg, Na, NH₄-N, org.N, Nt, H, Al, Fe, Mn, Cd, Cu, Pb and Zn. Period of investigation: Nov. 1983 till Oct. 1989.

Tab. XXIV,1-2: Vergleich der in Rheinland-Pfalz ermittelten Depositionsraten auf Freiflächen und in Fichtenbeständen mit Meßergebnissen der Nachbarländer Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg.

Tab. XXIV, 1-2: Range of deposition rates in the open field and in spruce stands in Rheinland-Pfalz compared with neighbour states.

Anhang 1.1: Kurzbeschreibungen der Meßorte

Appendix 1.1: Site characteristics

A D E N A U (ADE)

Forstamt : Adenau Forstrevier: Langhardt
Waldort : Freilandmeßstelle Abt. 41a¹, Bestandesmeßstelle Abt. 37b
Wuchsgebiet : Osteifel Wuchsbezirk: Westliche Osteifel

Immissionssituation: inmitten eines größeren, geschlossenen Waldgebietes gelegen; etwa 15-20 km westlich des Industrieraumes Andernach/Neuwied; mittlere Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 15 µg/m³, NO₂: 18 µg/m³, O₃: 62 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 580 - 620 m Neigung/Exposition: 7°/SO
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 6,5 - 7°C/12,5°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 800 mm/350 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Quarzit mit Decklehmüberlagerung
Bodentyp : mäßig podsolige Braunerde
Humusform : rohhumusreicher Moder
Wasserversorgung: ziemlich frisch Nährstoffversorgung: oligo-mesotroph
Austauschbare Kationen (0-5 cm, µmol IÄ/g): H 44.8, Na 0.3, K 0.9, Ca 7.4,
Mg 1.0, Fe 5.8, Mn 0.7, Al 51.8
(Ake 113)

E N T E N P F U H L (ENT)

Forstamt : Entenpfuhl Forstrevier: Entenpfuhl
Waldort : Freiland: Abt. 421 c²; Bestand: Abt. 423 a¹
Wuchsgebiet : Hunsrück Wuchsbezirk: Soonwald

Immissionssituation: in Soonwaldkammlage, inmitten eines größeren geschlossenen Waldgebietes gelegen; ca. 12 km süd-östlich der Kleinstadt Simmern.
Immissionsbelastungen (1984 bis 1989): SO₂: 18 µg/m³, NO₂: 19 µg/m³, O₃: 65 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 570 - 610 m Neigung/Exposition: 11°/NW
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 6,5 - 7°C/ 13°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 800 - 850 mm/350 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Quarzit mit diluvialem Decklehm
Bodentyp : schwach podsolige, im Unterboden pseudovergleyte Braunerde
Humusform : typischer Moder
Wasserversorgung: ziemlich frisch Nährstoffversorgung: oligo - mesotroph
Austauschbare Kationen (0-5 cm, µmol IÄ/g): H 20.7, Na 0.6, K 0.8, Ca 5.8,
Mg 1.2, Fe 5.6, Mn 1.4, Al 54.7
(Ake 88)

HERMESKEIL - WEST (HEK)

Forstamt : Hermeskeil-West Forstrevier: Klink
Waldort : Freiland: Abt. 150 b; Bestand: Abt. 174 a
Wuchsgebiet : Hunsrück Wuchsbezirk: Hoch- und Idarwald

Immissionssituation: inmitten eines großen geschlossenen Waldgebietes in Hunsrückkammlage, ca. 12 km nordwestl. d. Kleinstadt Hermeskeil gelegen; zum 25 - 30 km südl. gelegenen saarländ. Industrieraumes hin exponiert.

Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 16 µg/m³, NO₂: 15 µg/m³, O₃: 62 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 560 - 615 m Neigung/Exposition: 6°/NW
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 6,5 - 7°C/ 12,5 - 13°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 1000 - 1200 mm/450 - 500 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Quarzit
Bodentyp : schwach podsolige Braunerde
Humusform : feinhumusreicher Moder
Wasserversorgung: mäßig frisch Nährstoffversorgung: meso - oligotroph
Austauschbare Kationen (3-8 cm, µmol IÄ/g): H 0.6, Na 0.5, K 0.4, Ca 0.9,
Mg 0.5, Fe 2.8, Mn 0.1, Al 80.1
(Ake 86)

IDAR - OBERSTEIN (IDA)

Forstamt : Idar-Oberstein Forstrevier: Leisel
Waldort : Freiland: Abt. 119; Bestand: Abt. 119
Wuchsgebiet : Hunsrück Wuchsbezirk: Hoch- und Idarwald

Immissionssituation: fernab von größeren Emissionsquellen in Hunsrückkammlage inmitten eines größeren geschlossenen Waldgebietes gelegen, ca. 12 km nordwestl. d. Stadt Idar-Oberstein

Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 12 µg/m³, NO₂: 15 µg/m³, O₃: 71 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 620 - 665 m Neigung/Exposition: 8°/SO
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 6,5 - 7°C/ 12,5°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 950 - 1000 mm/350 - 450 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Decklehmüberlagerter Quarzit
Bodentyp : mäßig podsolige Braunerde
Humusform : rohhumusartiger Moder
Wasserversorgung: ziemlich frisch Nährstoffversorgung: oligo - mesotroph
Austauschbare Kationen (0-5 cm, µmol IÄ/g): H 53.1, Na 0.7, K 1.5, Ca 5.8,
Mg 1.5, Fe 5.1, Mn 0.4, Al 86.1
(Ake 153)

JOHANNISKREUZ (JOH)

Forstamt : Johanniskreuz Forstrevier: Hofstätten
Waldort : Freiland: Abt. VIII 9 b³; Bestand: Abt. VIII 7 b³
Wuchsgebiet : Pfälzerwald Wuchsbezirk: Innerer Pfälzerwald

Immissionssituation: Fernab von größeren Emissionsquellen inmitten d. Pfälzerwaldes gelegen; ca. 20 km südl. der Stadt Kaiserslautern.

Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 18 µg/m³, NO₂: 19 µg/m³, O₃: 65 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 570 m Neigung/Exposition: 2°/NW
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 7,5 - 8°C/ 13,5°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 950 mm/400 - 450 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Hauptbuntsandstein
Bodentyp : mäßig podsolige Braunerde
Humusform : feinhumusreicher Moder
Wasserversorgung: ziemlich frisch Nährstoffversorgung: oligotroph
Austauschbare Kationen (3-8 cm, µmol IÄ/g): H 0.8, Na 0.7, K 0.7, Ca 2.7,
Mg 1.0, Fe 6.9, Mn 0.1, Al 48.7
(Ake 62)

KIRCHEN (KCH)

Forstamt : Kirchen Forstrevier: Herdorf
Waldort : Freiland: Abt. 28 a¹; Bestand: Abt. 28 c
Wuchsgebiet : Sauerland Wuchsbezirk: Siegerland

Immissionssituation: in unmittelbarer Nähe d. Siegerländer Indurstrieraumes, 12 km südwestl. v. Siegen auf einem bewaldeten Bergrücken gelegen. In den Tal-lagen kleinere und mittlere Industriebetriebe; in der näheren Umgebung Abraum-halden früheren Erzabbaus.

Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 18 µg/m³, NO₂: 19 µg/m³, O₃: 65 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 440 m Neigung/Exposition: 15°/SW-NW
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 7°C/ 13 - 13,5°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 1000 - 1100 mm/400 - 450 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : oberer Bänderschiefer mit
Feldspatbasalt
Bodentyp : Braunerde
Humusform : mullartiger Moder
Wasserversorgung: fri. - sehr fri. Nährstoffversorgung: mesotroph
Austauschbare Kationen (3-8 cm, µmol IÄ/g): H 0.2 , Na 1.5, K 1.0, Ca 8.6,
Mg 3.1, Fe 0.0, Mn 5.8, Al 117.9
(Ake 138)

M O R B A C H (MOR)

Forstamt : Morbach **Forstrevier:** Horath
Waldort : Freiland: 282 b¹; Bestand 282 b⁴
Wuchsgebiet : Hunsrück **Wuchsbezirk:** Mosel-Hunsrück

Immissionssituation: in Hunsrückkammlage, inmitten eines größeren geschlossenen Waldgebietes gelegen; ca. 9 km westl. d. Kleinstadt Morbach mit einigen größeren holzverarbeitenden Industriegebieten

Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 15 µg/m³, NO₂: 15 µg/m³, O₃: 63 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 600 m **Neigung/Exposition:** 5°/S-SO
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 6,5 - 7°C/ 12,5 - 13°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 900 - 950 mm/400 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Decklehmüberlagerter Quarzit
Bodentyp : mäßig podsolige Braunerde
Humusform : feinhumusreicher Moder
Wasserversorgung: mäßig - zieml. fr. **Nährstoffversorgung:** oligo - mesotroph
Austauschbare Kationen (0-5 cm, µmol IÄ/g): H 23.8, Na 0.9, K 1.4, Ca 5.0, Mg 1.4, Fe 10.2, Mn 0.3, Al 93.0
(Ake 136)

P R Ü M - N O R D (PRM)

Forstamt : Prüm-Nord **Forstrevier:** Elbert
Waldort : Freiland: Abt. 265 b; Bestand: Abt. 205 a
Wuchsgebiet : Westeifel **Wuchsbezirk:** Islek und Oesling

Immissionssituation: fernab von größeren Emissionsquellen auf dem Schneifelrücken gelegen; 11 km nördl. der Kleinstadt Prüm.

Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 16 µg/m³, NO₂: 14 µg/m³, O₃: 71 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 690 m **Neigung/Exposition:** 0/-
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 6°C/ 12°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 1000 - 1050 mm/400 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Decklehmüberlagerter Quarzit
Bodentyp : mäßig podsolige pseudogley-Braunerde
Humusform : feinhumusarmer Moder
Wasserversorgung: frisch **Nährstoffversorgung:** oligo - mesotroph
Austauschbare Kationen (0-5 cm, µmol IÄ/g): H 28.6, Na 0.3, K 1.4, Ca 5.3, Mg 1.2, Fe 7.0, Mn 0.3, Al 58.7
(Ake 103)

K I R C H H E I M B O L A N D E N (KIB)

Forstamt : Kirchheimbolanden Forstrevier: Kriegsfeld
Waldort : Freiland: IV.6a¹; Bestand: IV.1a²
Wuchsgebiet : Saar-Nahe-Berg- und Hügelland Wuchsbezirk: Glan-Alsens-Berg- und Hügelland

Immissionssituation: in einem kleineren Waldgebiet, umgeben von landwirtschaftlichen Nutzflächen, ca. 8 km nordwestl. d. Kleinstadt Kirchheimbolanden gelegen.

Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 21 µg/m³, NO₂: 20 µg/m³, O₃: 65 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 330 - 375 m Neigung/Exposition: 4°/NW
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 7,5 - 8°C/ 14,5°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 680 mm/300 - 350 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Unterrotliegendes, Lebach Gruppe
Bodentyp : im Unterboden pseudovergleyte Braunerde
Humusform : mullartiger Moder
Wasserversorgung: mäßig frisch Nährstoffversorgung: mesotroph
Austauschbare Kationen (3-8 cm, µmol IÄ/g): H 0.3, Na 0.6, K 2.3, Ca 7.6,
Mg 2.0, Fe 0.0, Mn 9.1, Al 47.6
(Ake 69)

M O N T A B A U R (MON)

Forstamt : Montabaur Forstrevier: Elbert
Waldort : Freiland: Abt. 43 a²; Bestand: Abt. 14 b
Wuchsgebiet : Westerwald Wuchsbezirk: Niederwesterwald

Immissionssituation: inmitten eines größeren geschlossenen Waldgebietes in Westerwaldkammlage; etwa 15 km östl. d. Industrieraumes Koblenz/Neuwied.

Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 18 µg/m³, NO₂: 21 µg/m³, O₃: 60 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 455 - 480 m Neigung/Exposition: 6°/NW
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 7,5 - 8°C/ 13,5°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 850 - 950 mm/400 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Quarzit
Bodentyp : podsolige, im Oberboden pseudovergleyte Braunerde
Humusform : rohhumusartiger Moder
Wasserversorgung: mäßig trocken Nährstoffversorgung: oligotroph
Austauschbare Kationen (3-8 cm, µmol IÄ/g): H 1.3, Na 0.7, K 0.9, Ca 3.0,
Mg 0.7, Fe 3.4, Mn 0.1, Al 36.9
(Ake 47)

S A L M W A L D (SAL)

Forstamt : Salmwald Forstrevier: Salm
Waldort : Freiland: Abt. 11 c¹; Bestand: Abt. 156 f
Wuchsgebiet : Westeifel Wuchsbezirk: Kyllburger Waldeifel

Immissionssituation: fernab von größeren Emissionsquellen, inmitten eines größeren geschlossenen Waldgebietes gelegen; ca. 10 km südöstl. d. Kleinstädte Gerolstein und Daun.

Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 18 µg/m³, NO₂: 19 µg/m³, O₃: 65 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 650 m Neigung/Exposition: 4°/NO
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 6,5 - 7°C/ 12,5°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 900 - 950 mm/350 - 400 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Quarzit, Grauwacke
Bodentyp : Braunerde
Humusform : feinhumusreicher Moder
Wasserversorgung: frisch Nährstoffversorgung: mesotroph
Austauschbare Kationen (3-8 cm, µmol IÄ/g): H 0.5, Na 1.3, K 1.6, Ca 2.9,
Mg 1.3, Fe 1.4, Mn 8.5, Al 95.1
(Ake 113)

W A L D M O H R (WAL)

Forstamt : Waldmohr Forstrevier: Schöneberg-Kübelberg
Waldort : Freiland: VII 4⁵ An der Kuseler Str.;
Bestand: VII 2³ Ob der Eselstränke
Wuchsgebiet : Saar-Nahe-Berg- und Hügelland Wuchsbezirk: Westricher Berg- und Hügelland

Immissionssituation: ca. 10 km nordöstl. d. Industriestadt Bexbach (Kohlekraftwerk) gelegen; kleines Waldgebiet umgeben von landwirtschaftl. Nutzflächen, zumeist Ackerbau.

Immissionsbelastungen (1984-1989): SO₂: 18 µg/m³, NO₂: 19 µg/m³, O₃: 65 µg/m³

Standörtliche Situation des Meßstellenbestandes:

Höhe über NN : 410 m Neigung/Exposition: 4°/NW
Mittlere Lufttemperatur (Jahr/Mai-Sept.) : 7,5 - 8°C/ 14 - 14,5°C
Mittlere Niederschlagshöhe (Jahr/Mai-Sept.): 850 - 900 mm/300 - 350 mm
Geologisches Ausgangssubstrat : Unter -Rotliegendes - Kuseler Schichten
Bodentyp : leicht pseudovergleyte Braunerde
Humusform : mullartiger Moder
Wasserversorgung: ziemlich frisch Nährstoffversorgung: mesotroph
Austauschbare Kationen (3-8 cm, µmol IÄ/g): H 0.3, Na 0.8, K 1.2, Ca 3.5,
Mg 1.0, Fe 0.5, Mn 3.3, Al 48.4
(Ake 59)

Anhang 1.2: Beschreibung der Meßstellenbestände
Appendix 1.2: Stand characteristics

	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL
Baumart	Fi											
Alter (1989)	100	89	88	115	103	83	66	82	106	83	96	77
Ertragsklasse	II.0	II.0	I.5	II.0	II.0	II.0	I.0	II.0	II.0	II.5	I.5	I.5
Bestockungsgrad	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,7	1,0	1,0	0,9	0,9	0,7
Mittlerer Nadelverlustprozent (1989)	17,0	17,0	19,4	13,7	19,6	14,5	15,9	14,9	16,4	14,7	19,2	17,4
Anteil Bäume in Schadstufe ≥ 2 (1989) (%)	7,9	10,3	9,3	3,1	13,9	1,5	4,0	11,1	5,5	11,1	17,8	5,1
Anteil vergilbter Bäume (%)	10,6	14,4	23,2	2,1	7,6	0	0,7	29,3	5,5	29,3	31,4	0
Nadelspiegelwerte 1 Ndjg., 7. Quirl												
N (%)	1,51	1,44	1,39	1,53	1,34	1,54	1,49	2,09	1,39	1,57	1,40	1,76
P (%)	0,14	0,15	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15
K (ppm)	4700	4666	5200	5355	5600	4666	6267	7681	4666	4833	4483	6300
Ca (ppm)	2750	3217	3200	2197	3533	3800	5417	1952	3217	2883	3417	3156
Mg (ppm)	592	683	528	692	603	943	723	558	683	578	792	614
S (ppm)	990	1021	1141	1146	1105	1018	1100	1392	1021	1022	892	1333
Mn (ppm)	2633	2166	345	1159	1340	1950	3316	658	2166	765	2150	2489
Cl (ppm)	714	653	684	602	740	571	982	776	653	570	662	1017
Al (ppm)	107	111	123	79	133	107	98	84	111	85	123	97
Si (ppm)	1867	3100	2833	2833	3233	3800	4333	2800	3100	2067	2167	3567

Abb. I,1-12 bis XIV,1-12:

Ganglinien der Niederschlagshöhe, Leitfähigkeiten, pH-Werte, Basikapazitäten und der Konzentrationen der Komponenten $\text{SO}_4\text{-S}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Cl , $\text{PO}_4\text{-P}$, Ca , K , Mg , Na , $\text{NH}_4\text{-N}$ und org.N .

Durchgezogene Linie: Freilandniederschlag;

gepunktete Linie : Kronendurchlaß Fichte

Die waagrechten Linien bezeichnen die arithmetischen Mittelwerte des gesamten Meßzeitraumes.

Fig. I, 1-12 till XIV, 1-12:

Variations in precipitation rate, conductivity, pH, base capacity and concentrations of $\text{SO}_4\text{-S}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Cl , $\text{PO}_4\text{-P}$, Ca , K , Mg , Na , $\text{NH}_4\text{-N}$ and org.N .

solid line : open field precipitation

dashed line : throughfall precipitation

horizontal line: arithmetic mean of the whole monitoring period

Abb. I. 1: ADE. Niederschlagshöhe

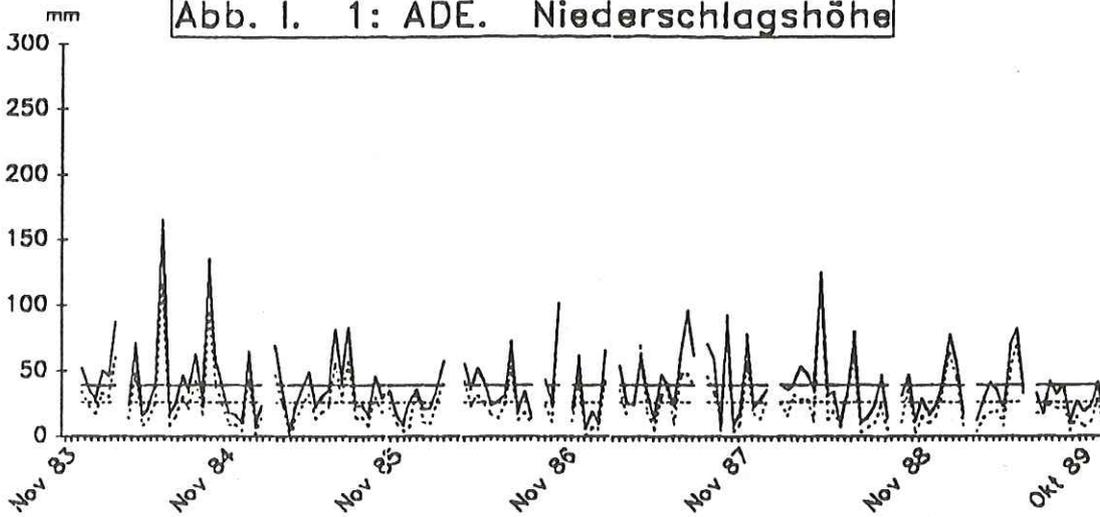


Abb. I. 2: ENT. Niederschlagshöhe

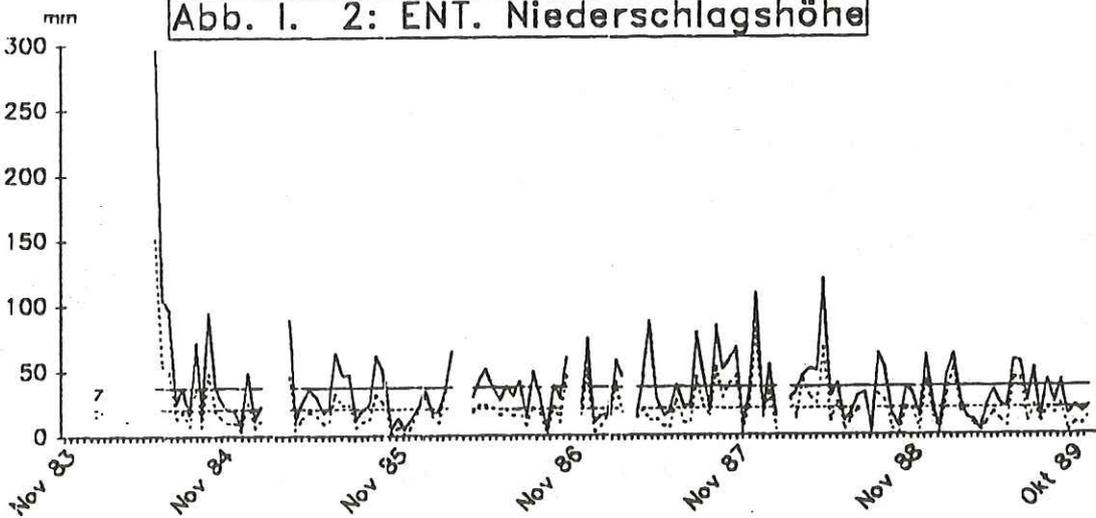


Abb. I. 3: HEK. Niederschlagshöhe

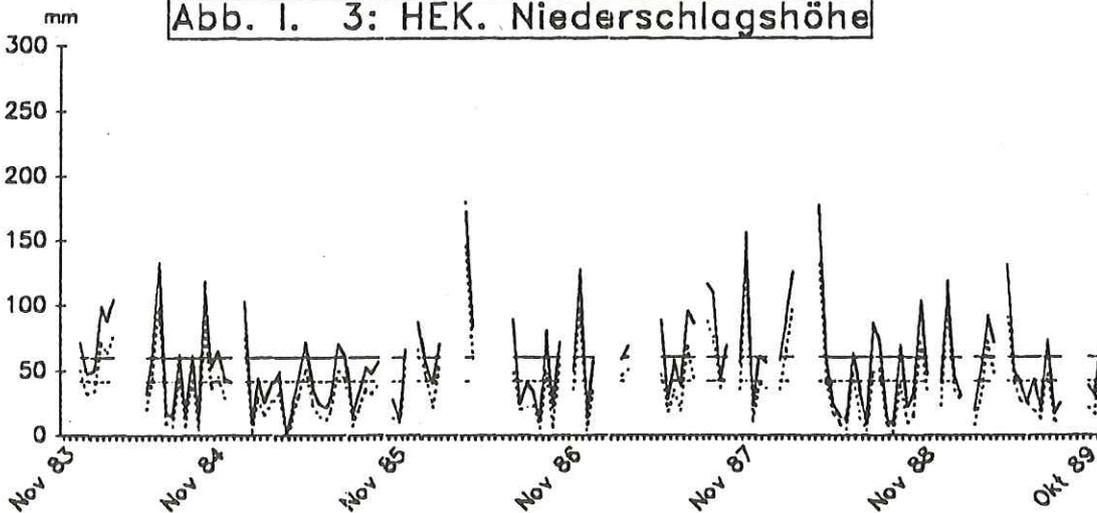


Abb. I. 7: KIB. Niederschlagshöhe

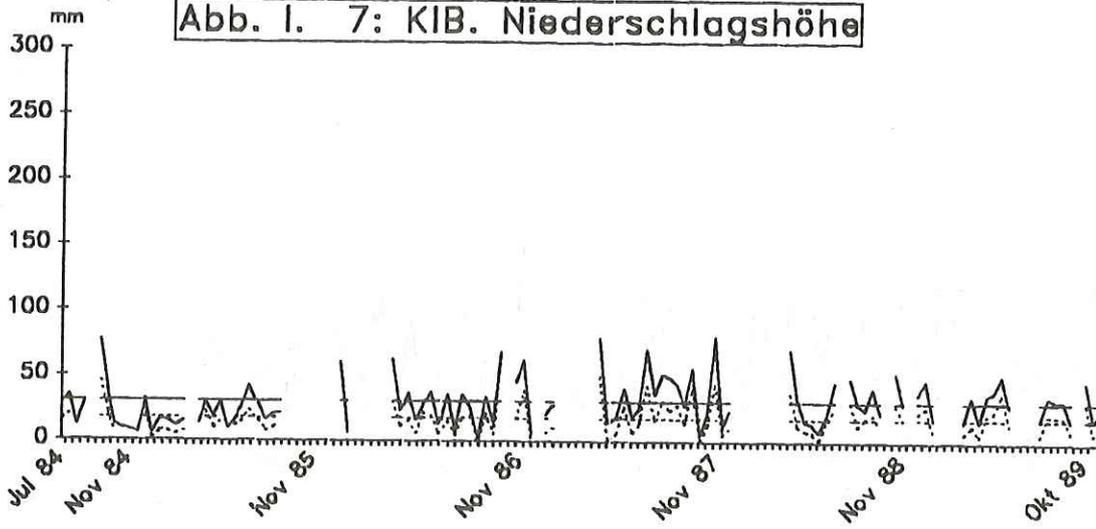


Abb. I. 8: MON. Niederschlagshöhe

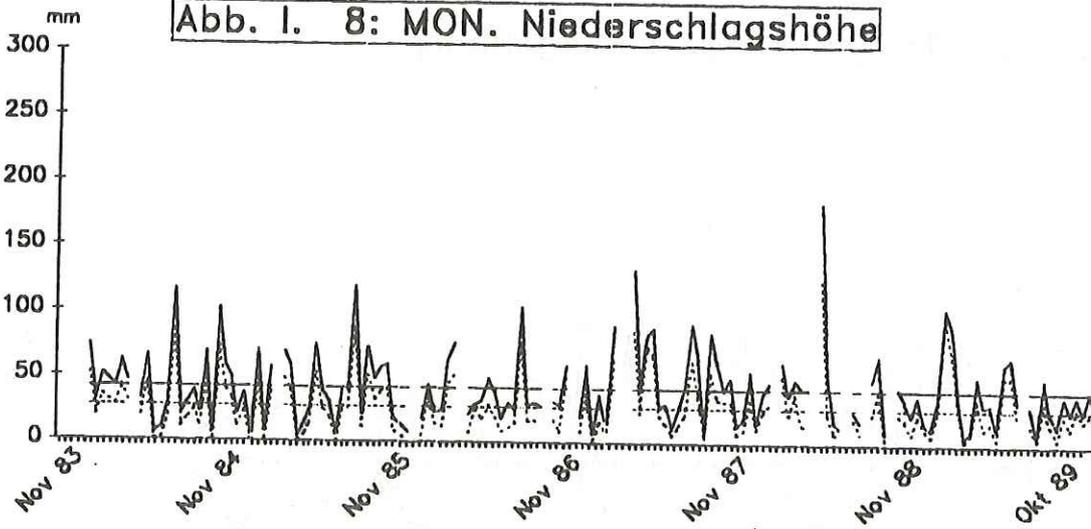


Abb. I. 9: MOR. Niederschlagshöhe

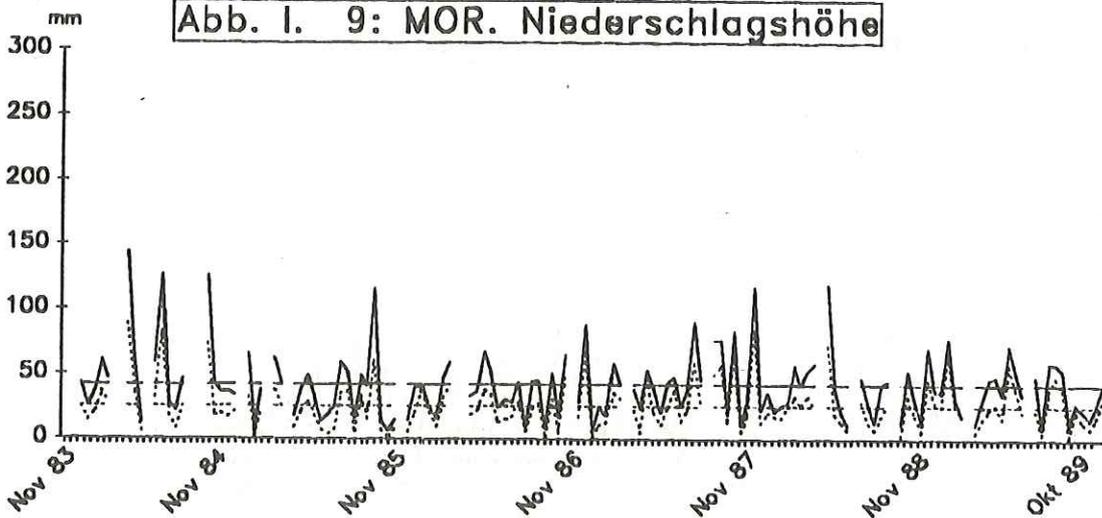


Abb. I. 10: PRM. Niederschlagshöhe

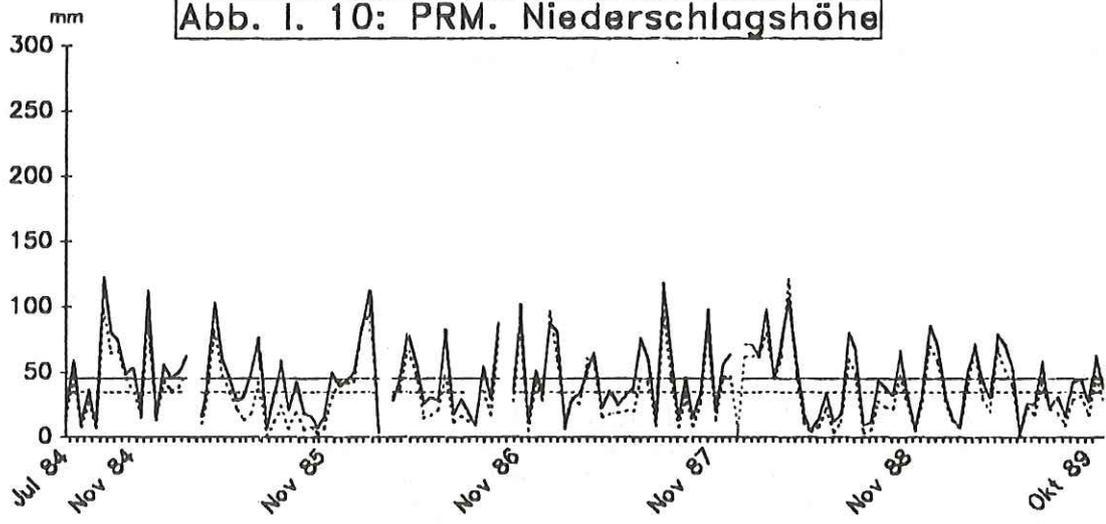


Abb. I. 11: SAL. Niederschlagshöhe

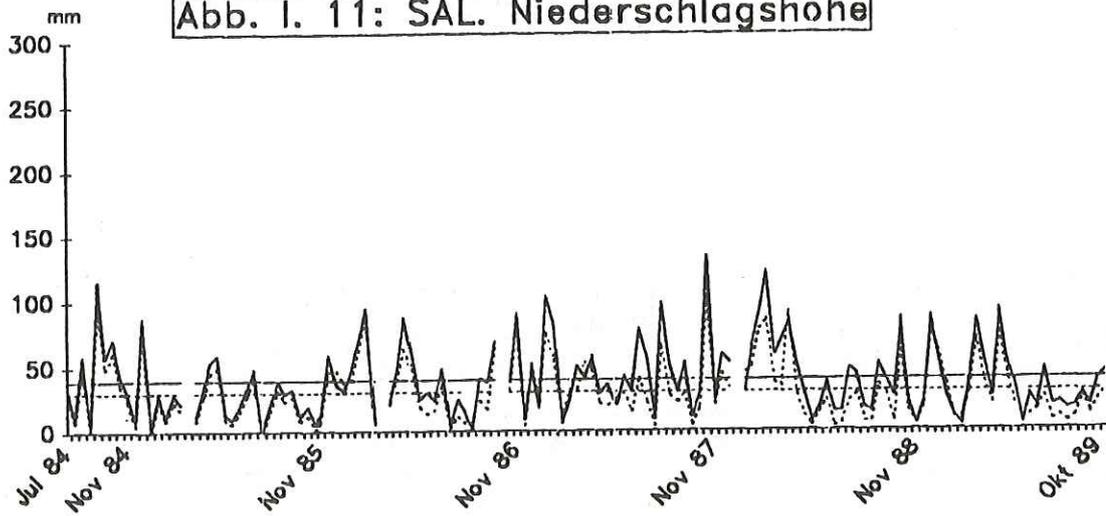


Abb. I. 12: WAL. Niederschlagshöhe

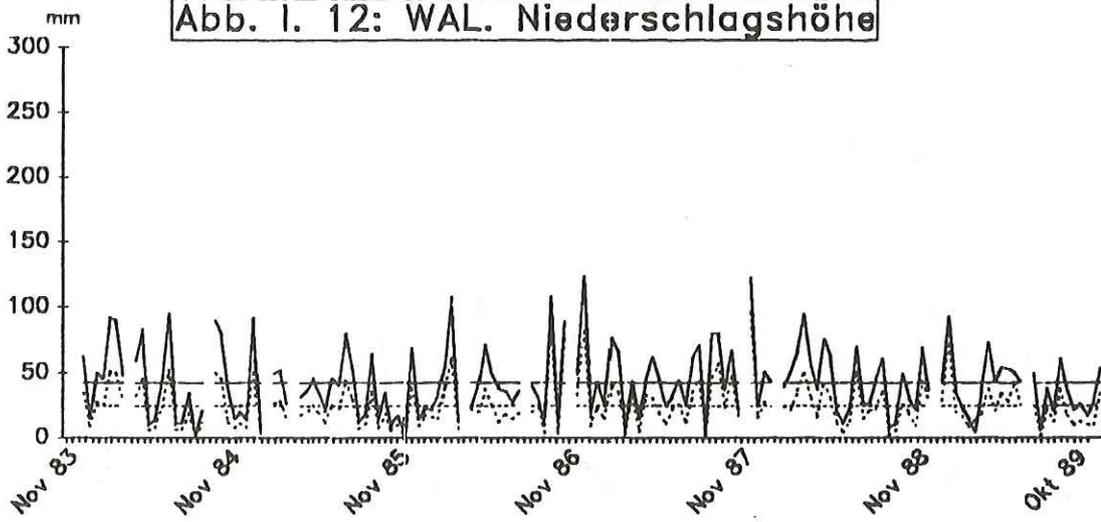


Abb. II. 1: ADE. Leitfähigkeit

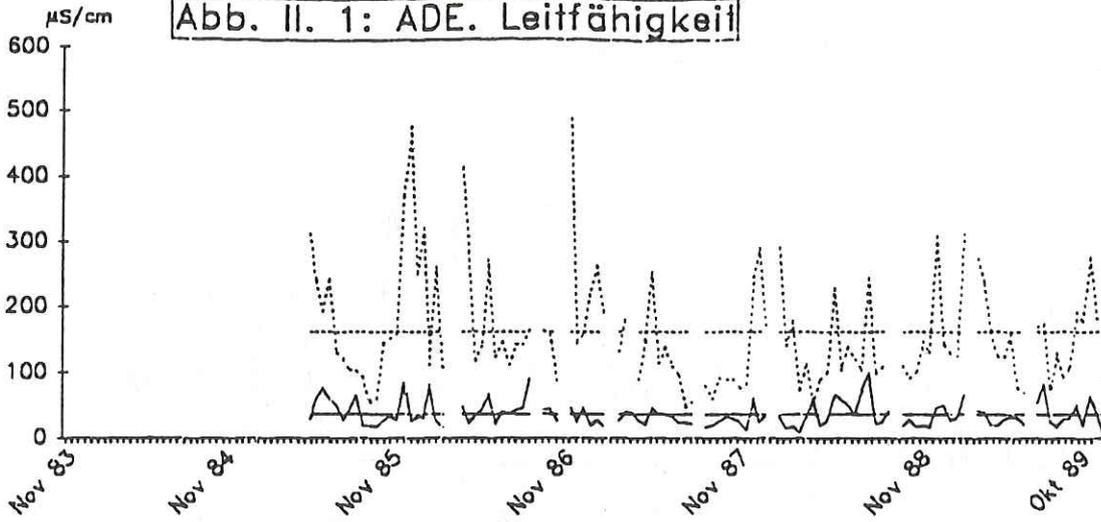


Abb. II. 2: ENT. Leitfähigkeit

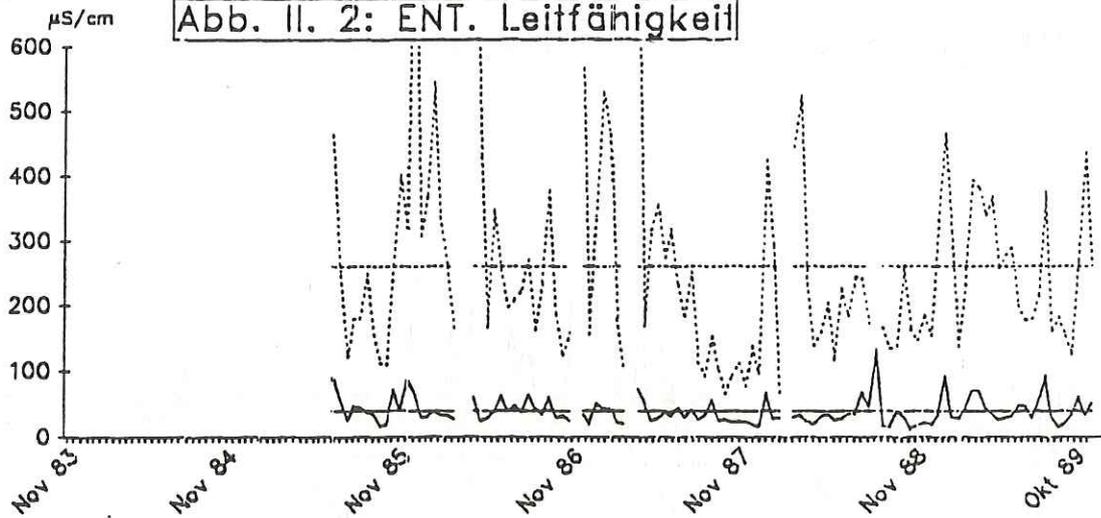


Abb. II. 3: HEK. Leitfähigkeit

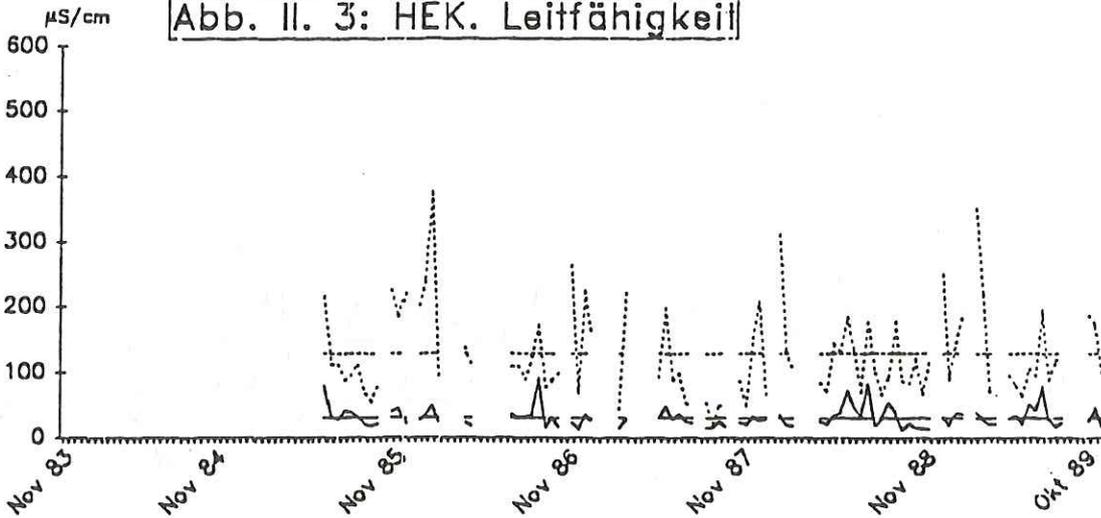


Abb. I. 4: IDA. Niederschlagshöhe

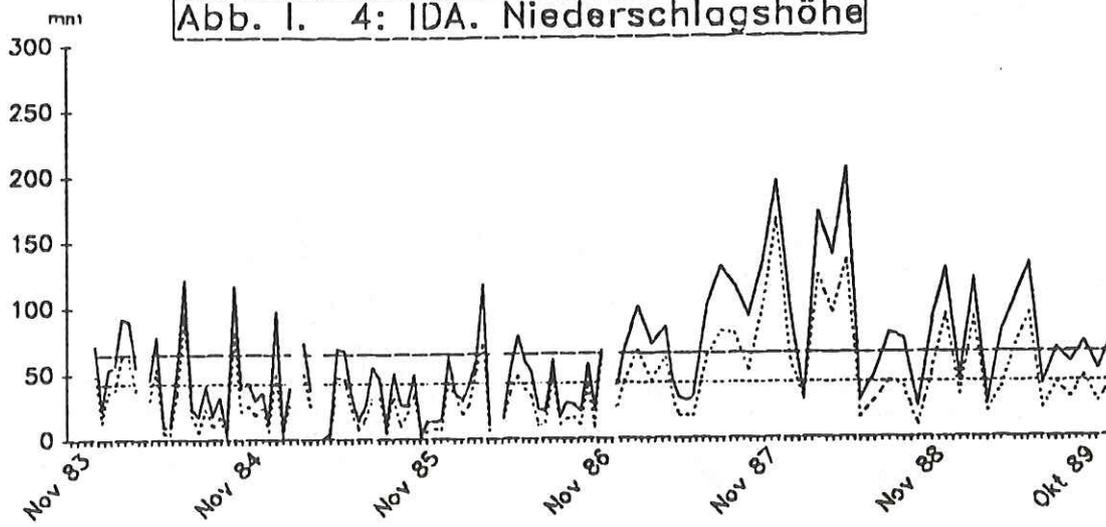


Abb. I. 5: JOH. Niederschlagshöhe

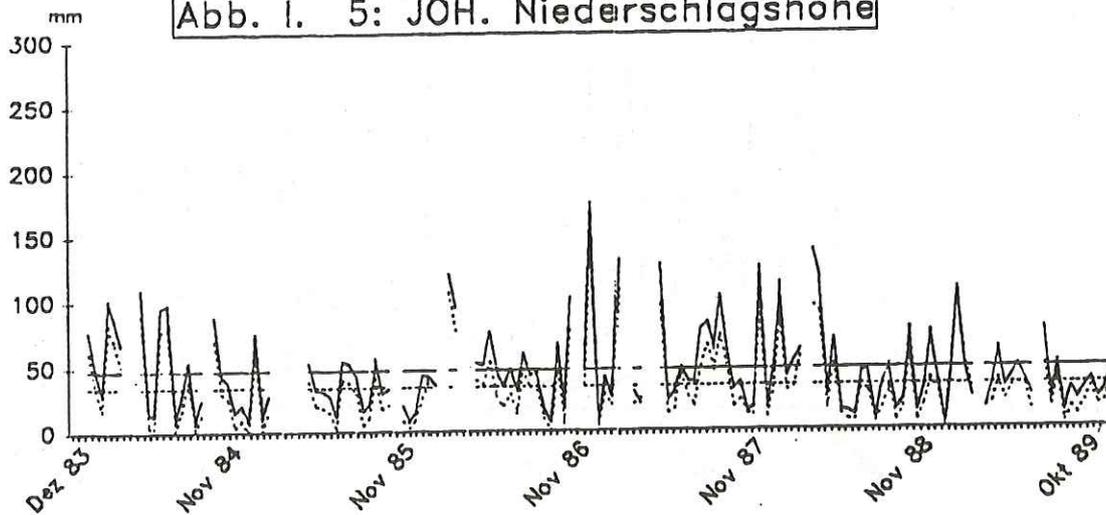
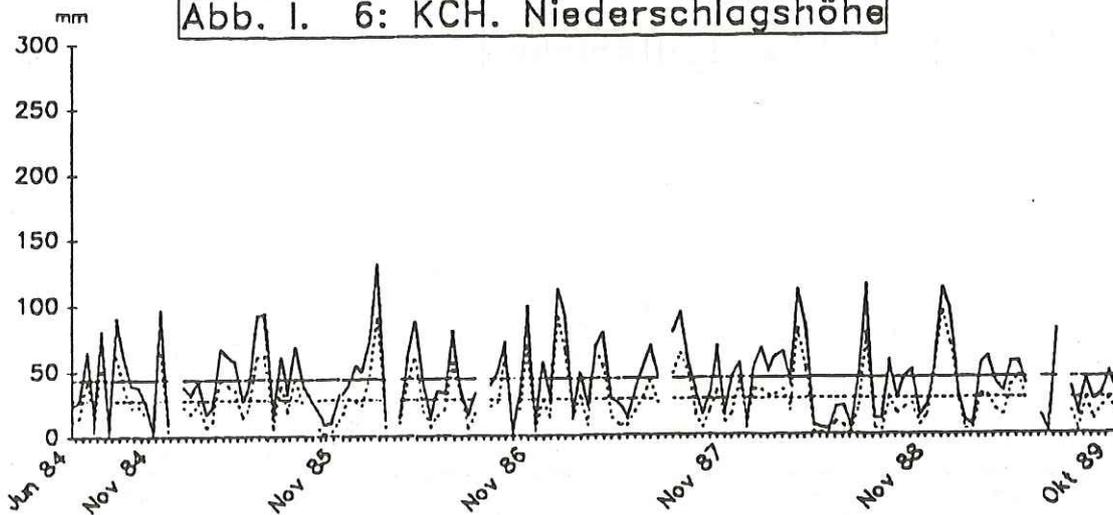
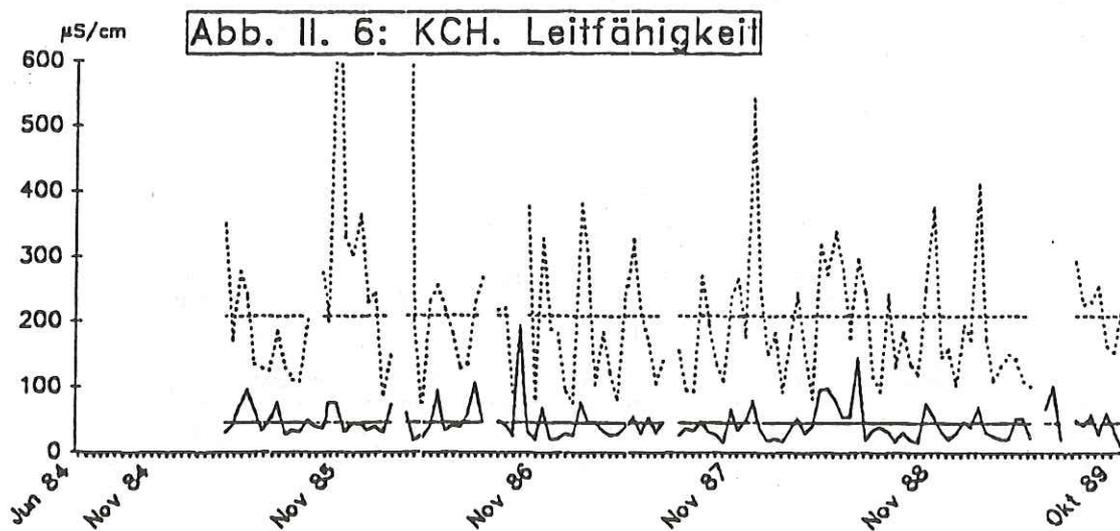
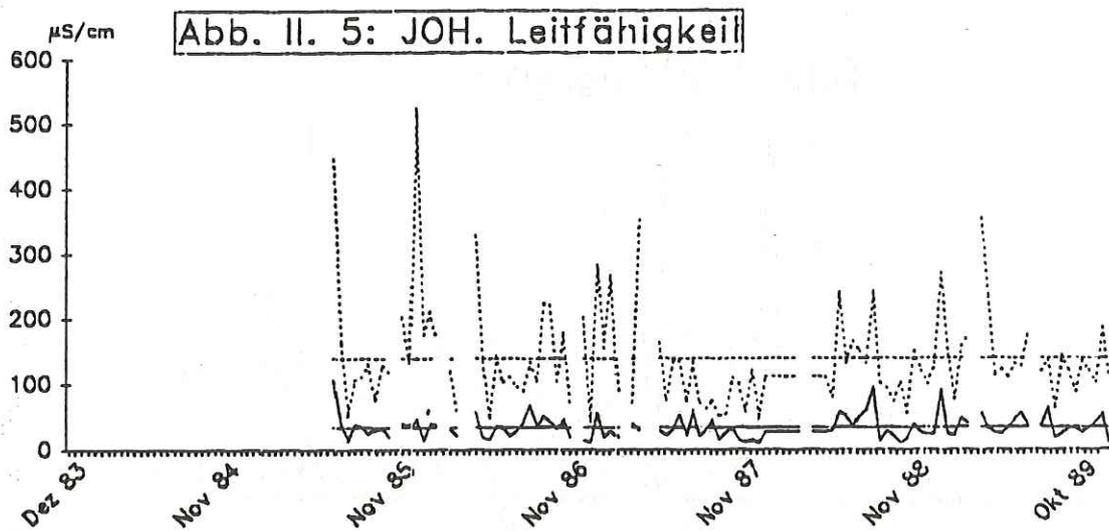
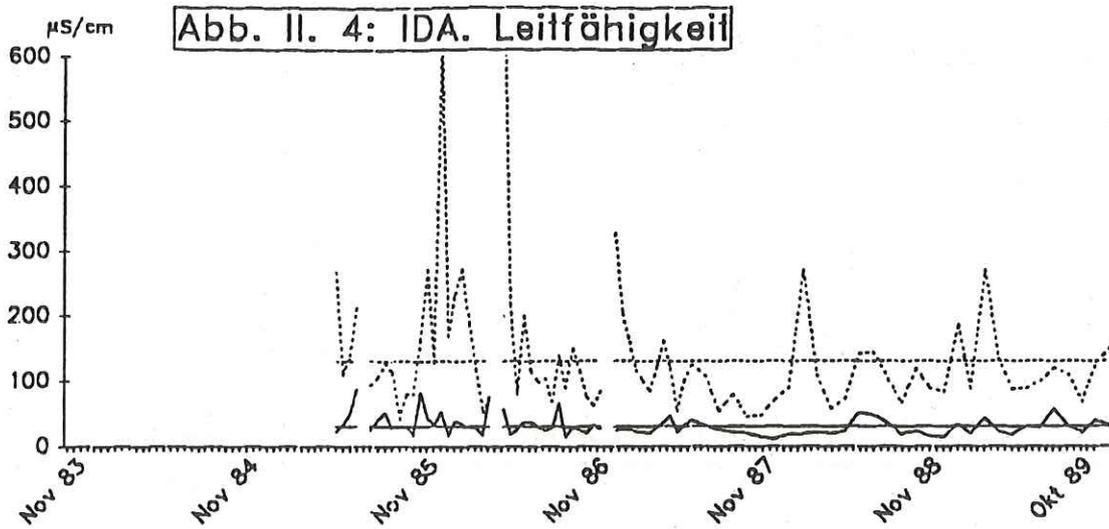
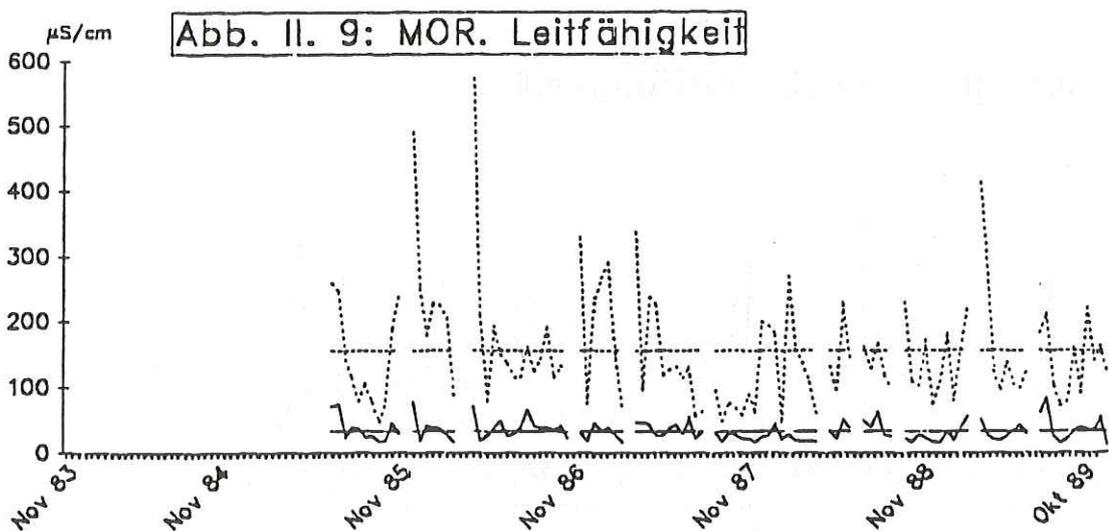
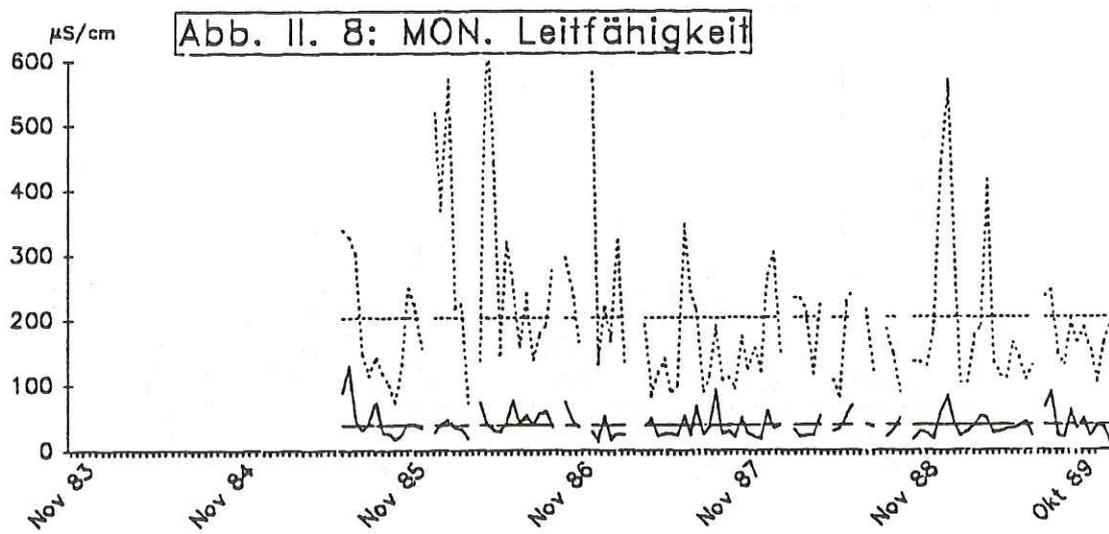
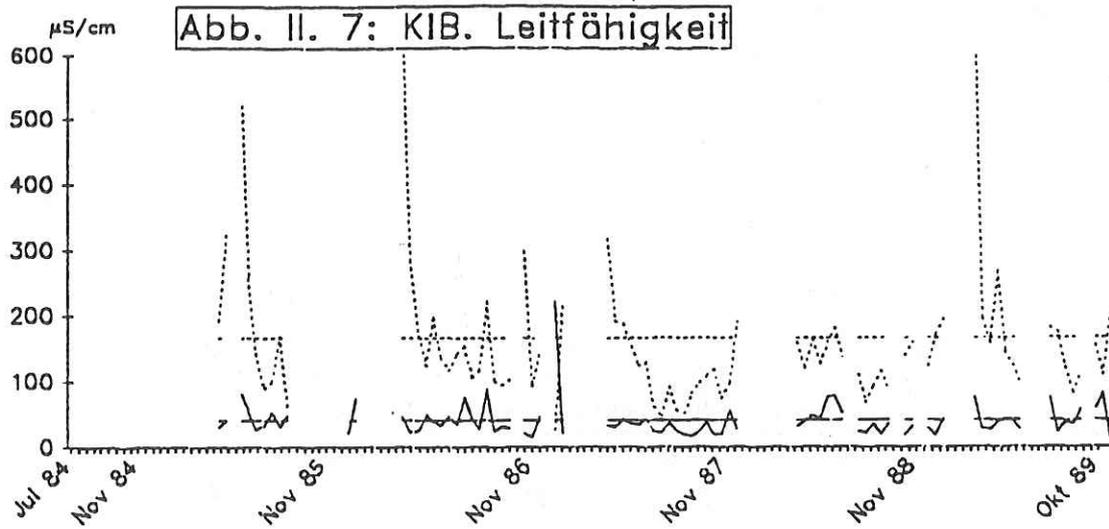


Abb. I. 6: KCH. Niederschlagshöhe







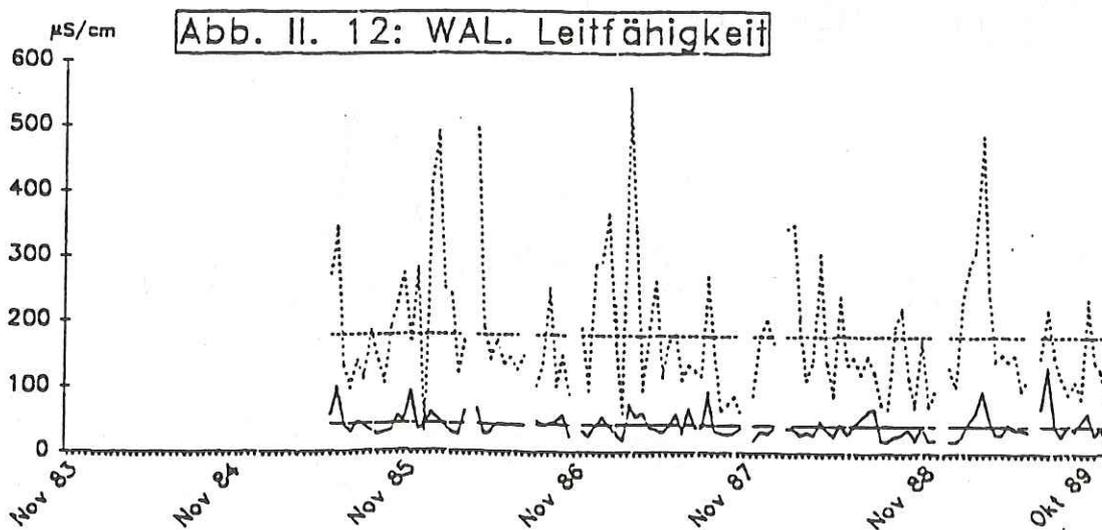
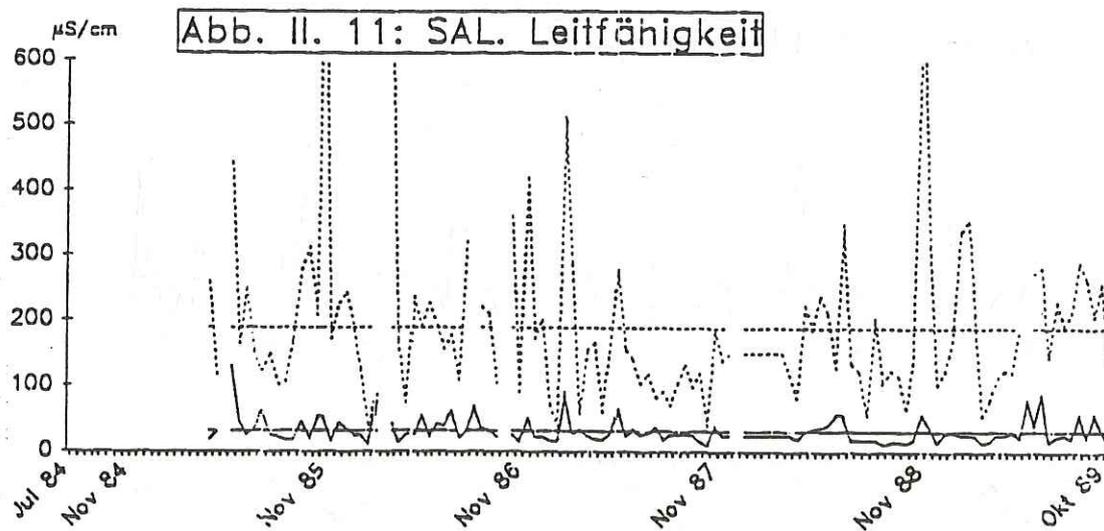
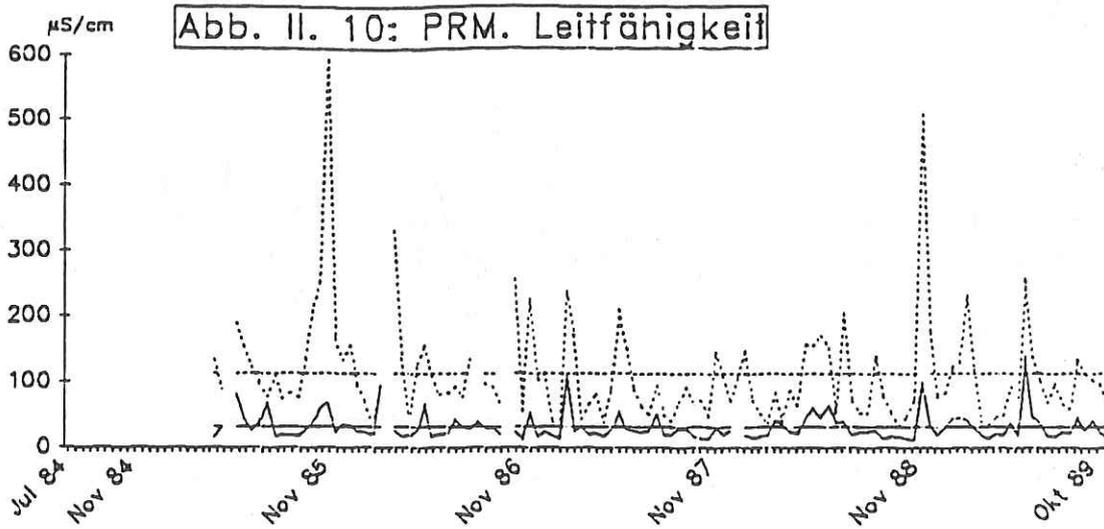


Abb.III. 1: ADE. pH-Wert

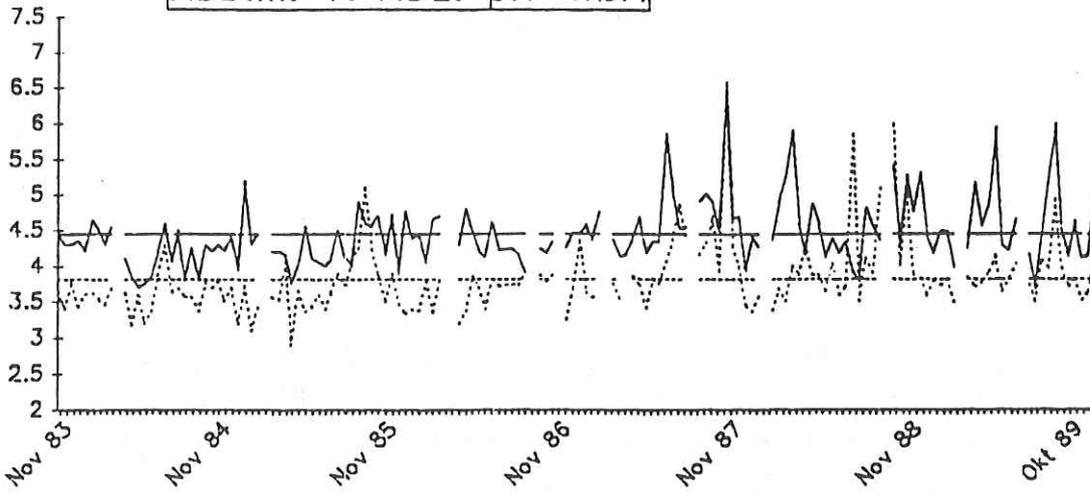


Abb. III. 2: ENT. pH-Wert

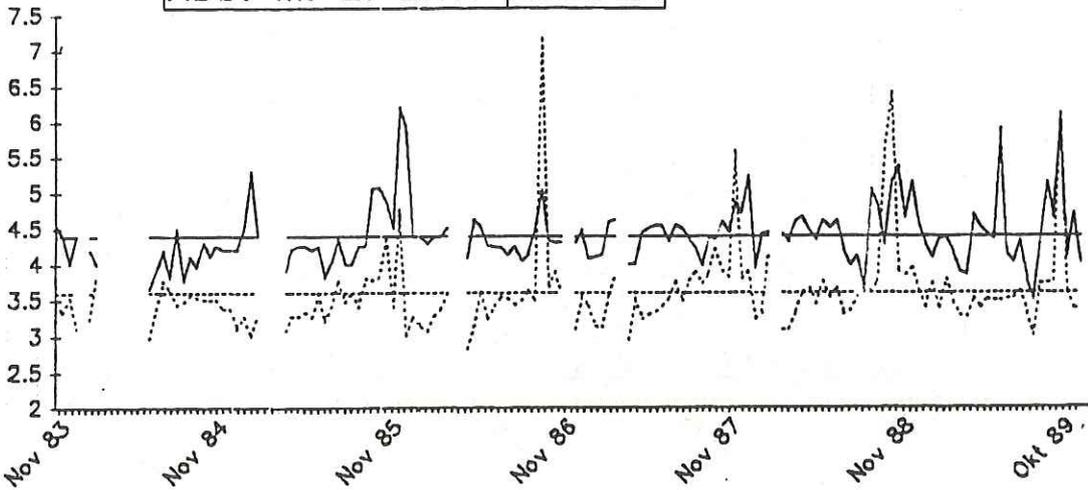


Abb.III. 3: HEK. pH-Wert

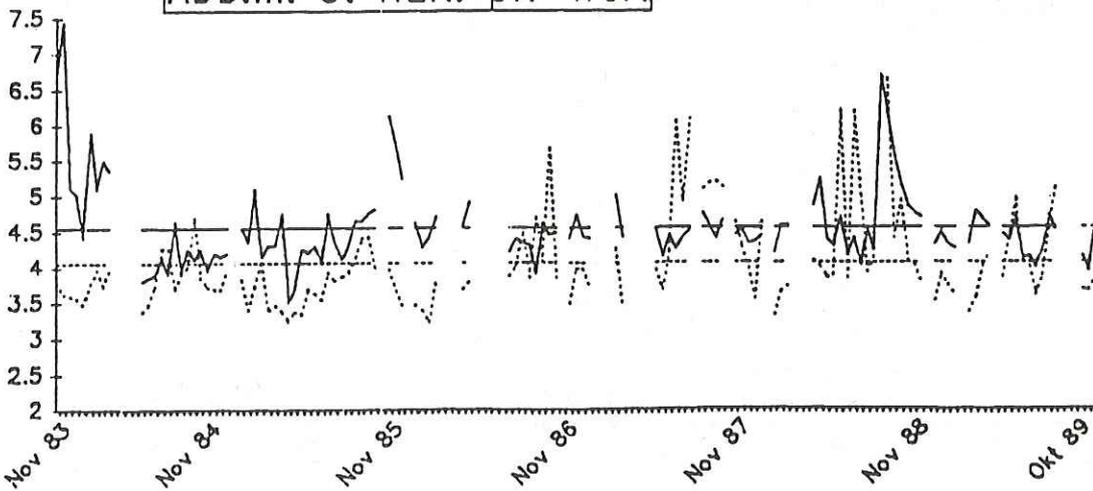


Abb.III. 4: IDA. pH-Wert

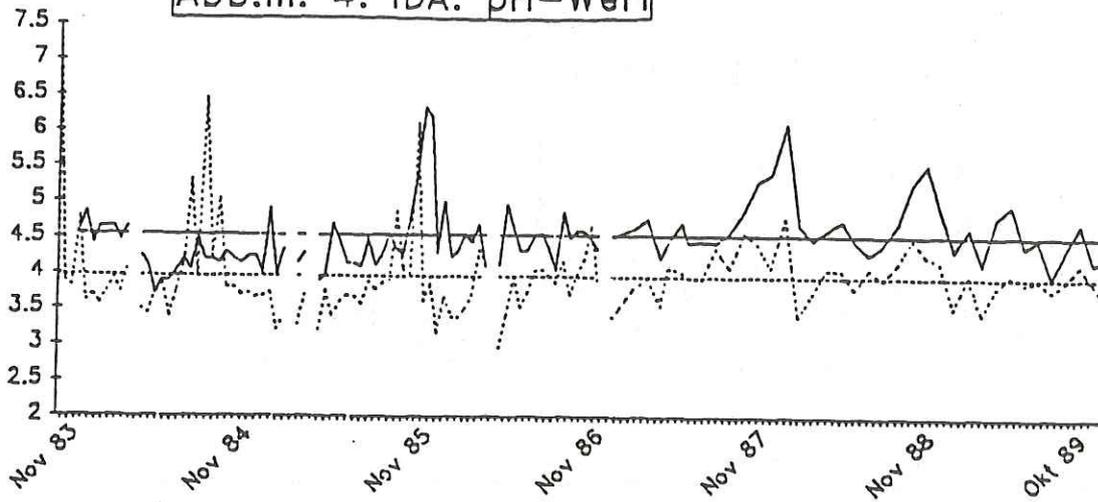


Abb. III. 5: JCH. pH-Wert

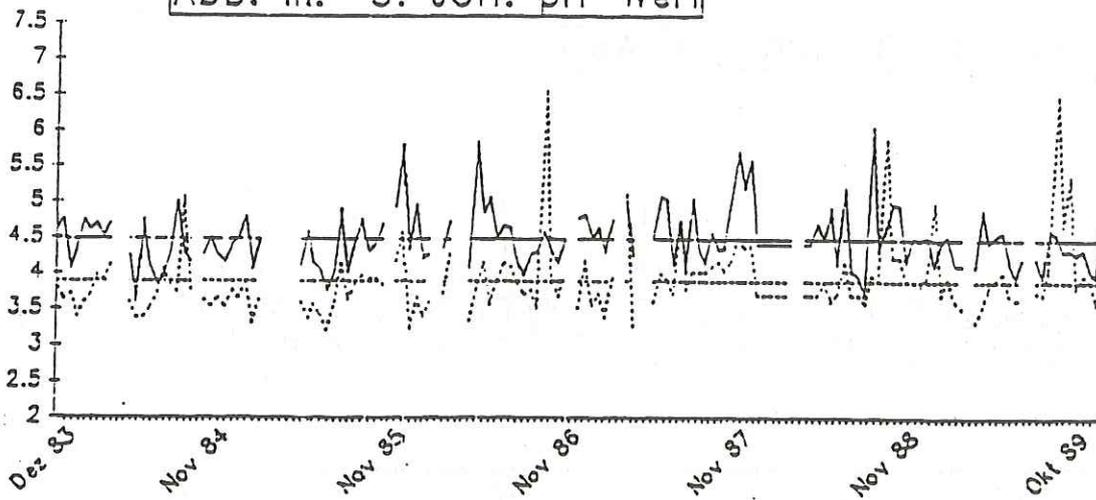


Abb. III. 6: KCH. pH-Wert

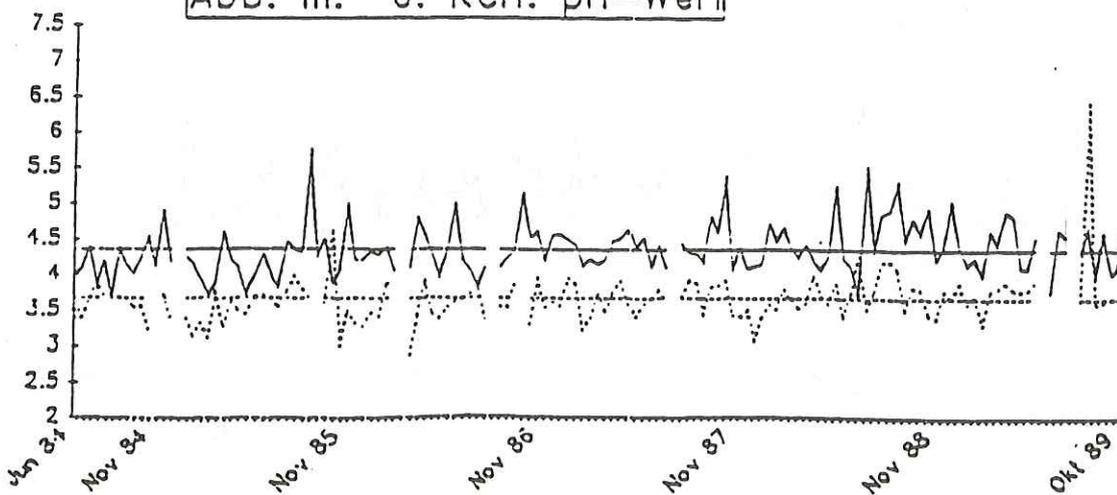


Abb. III. 7: KIB. pH-Wert

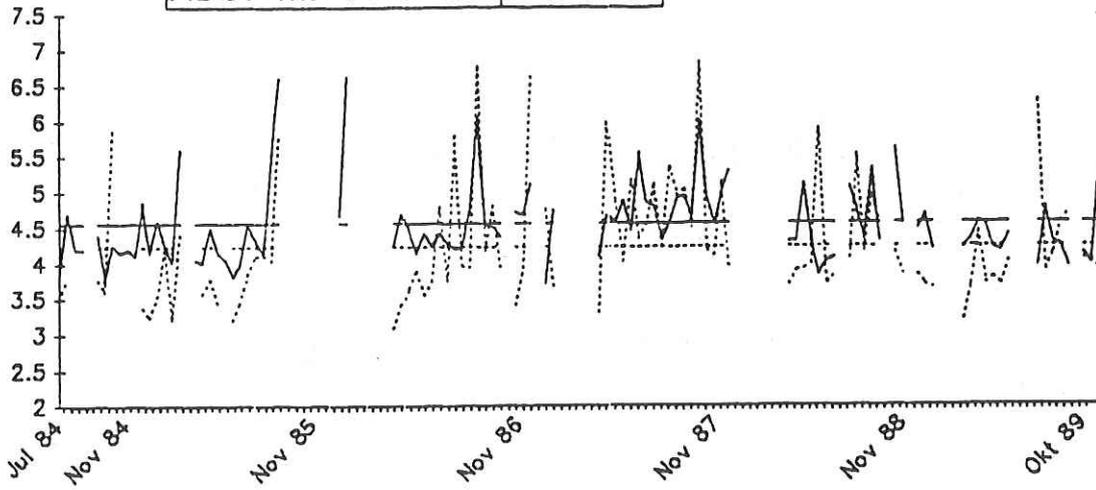


Abb. III. 8: MON. pH-Wert

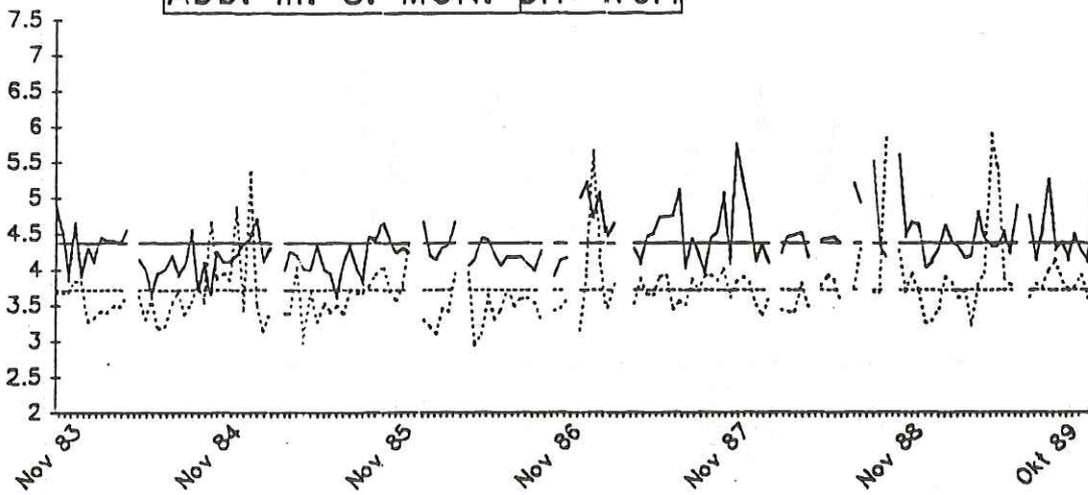


Abb. III. 9: MOR. pH-Wert

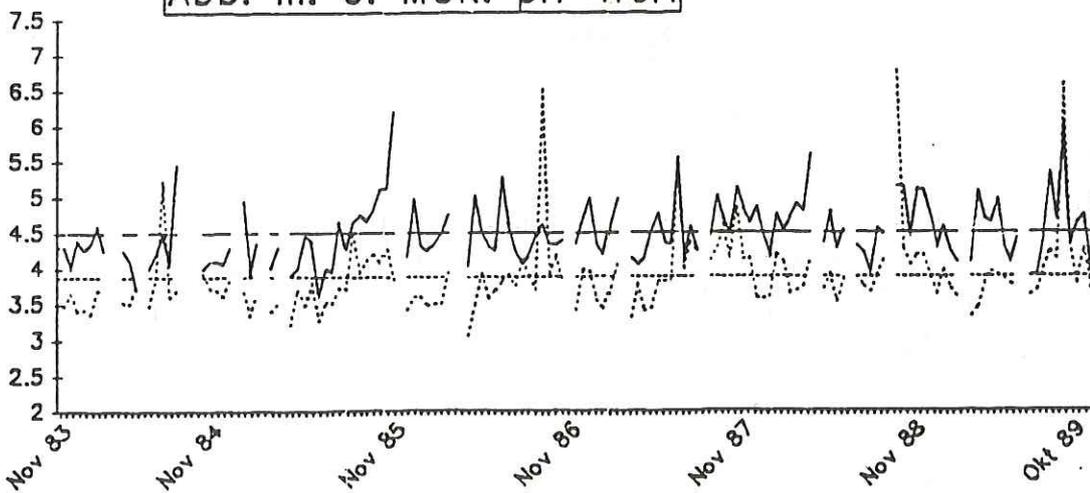


Abb. III. 4: IDA. pH-Wert

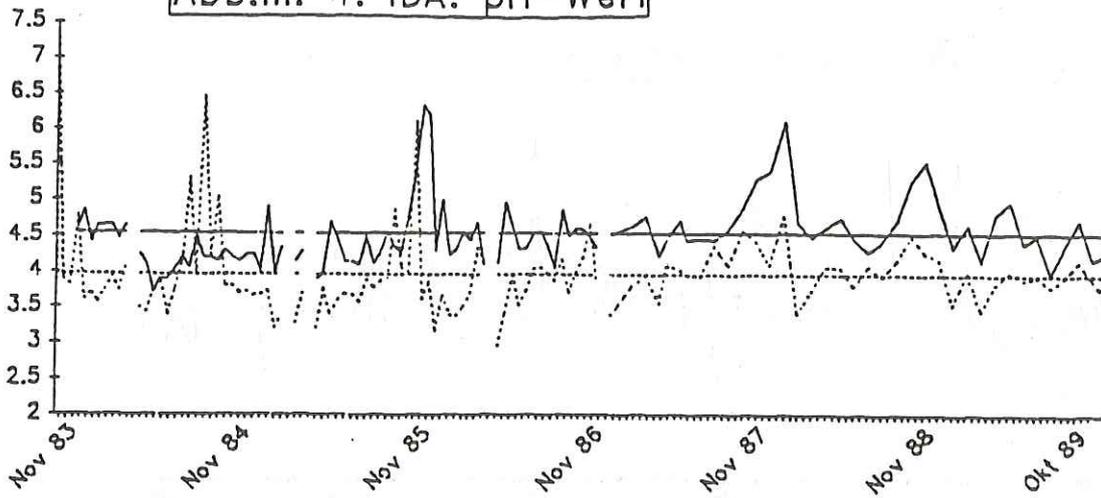


Abb. III. 5: JCH. pH-Wert

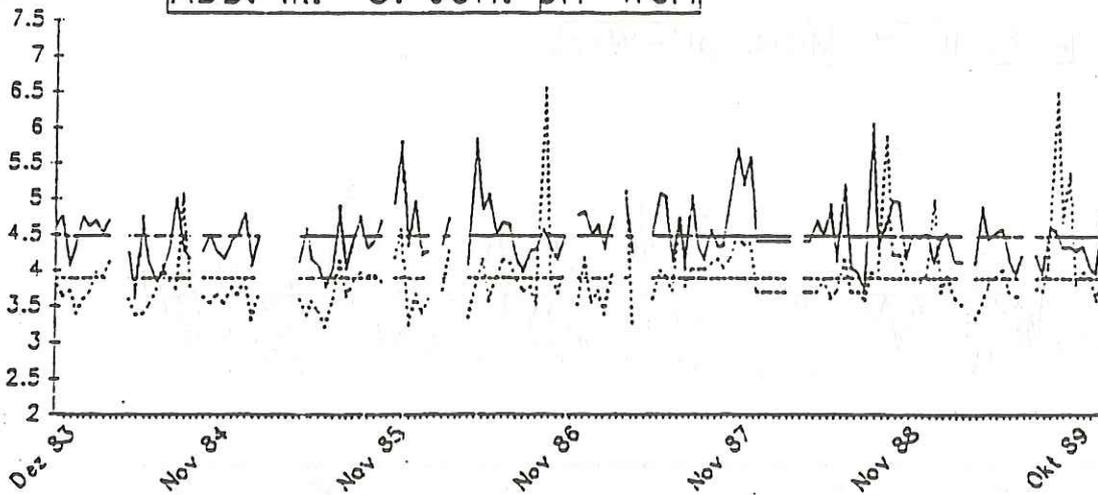


Abb. III. 6: KCH. pH-Wert

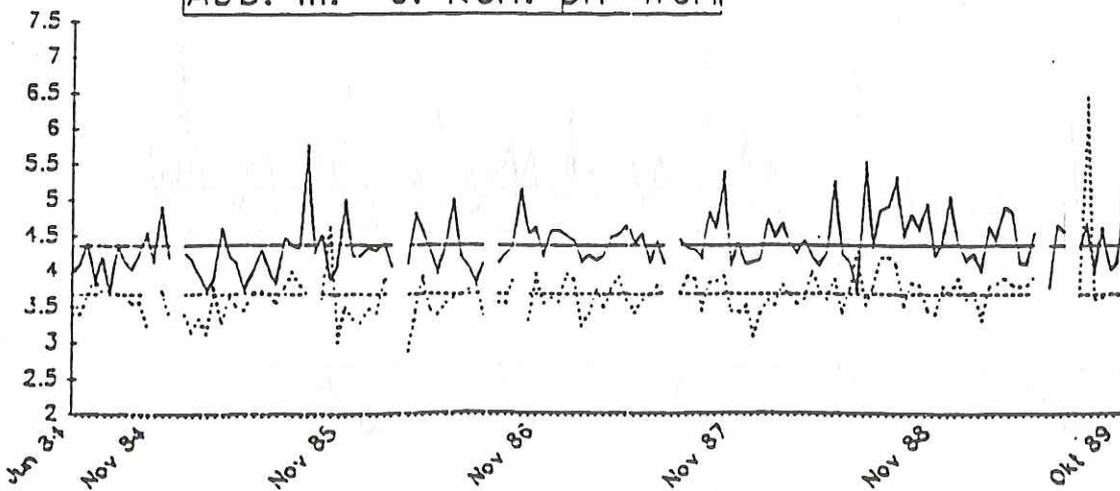


Abb. III. 7: KIB. pH-Wert

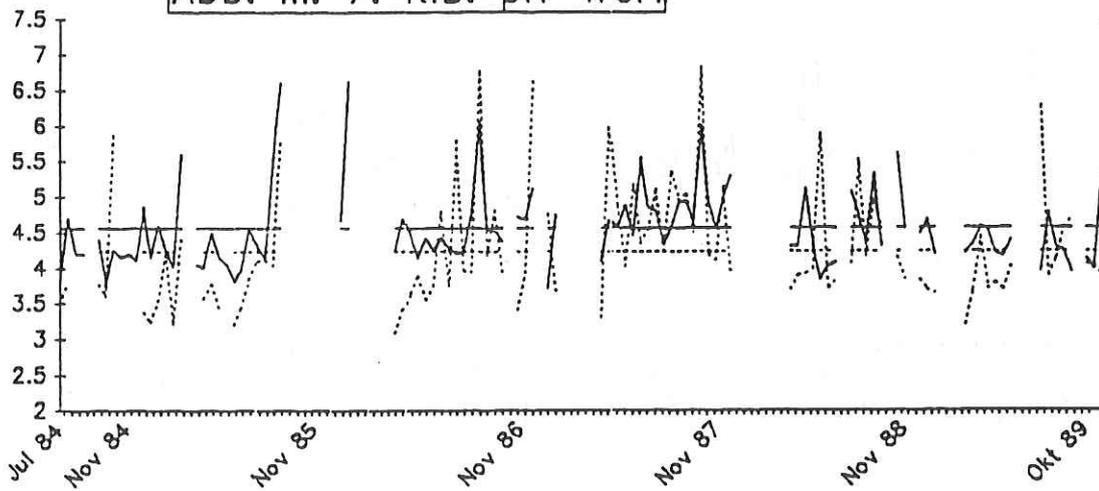


Abb. III. 8: MON. pH-Wert

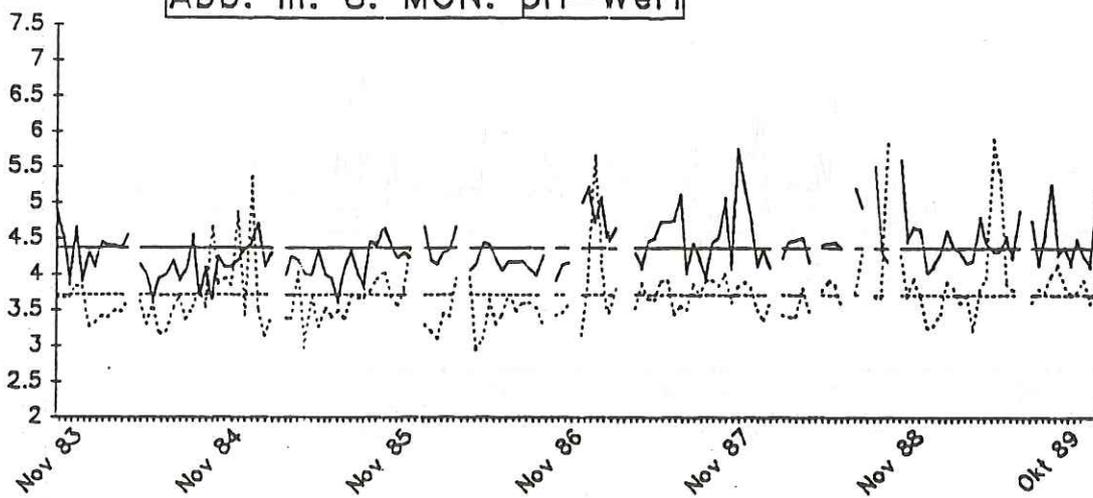


Abb. III. 9: MOR. pH-Wert

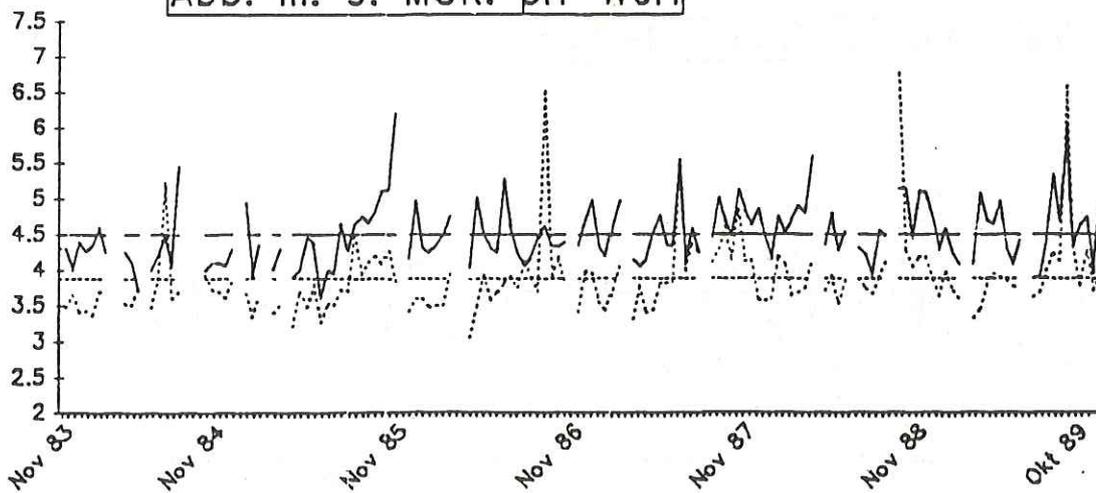


Abb. III. 10: PRM. pH-Wert

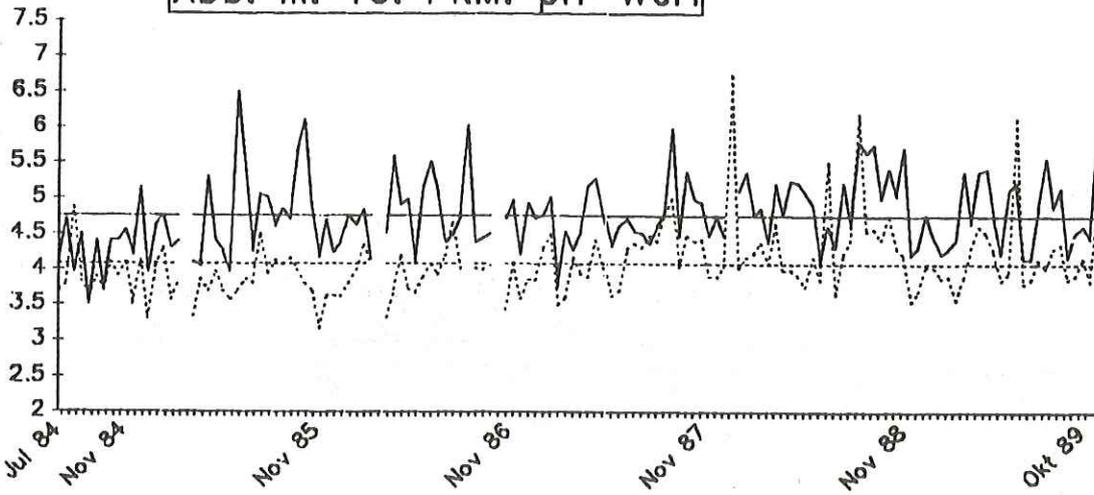


Abb. III. 11: SAL. pH-Wert

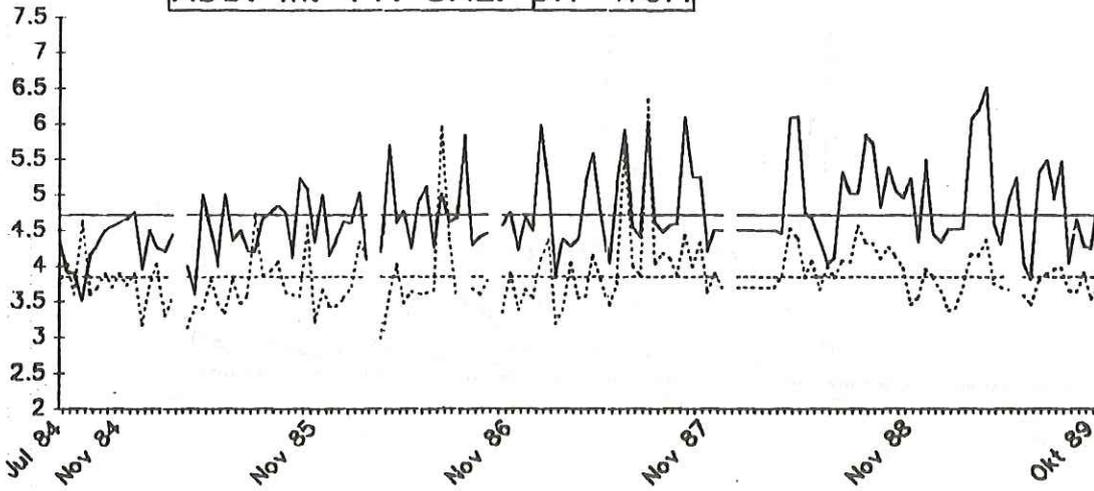


Abb. III. 12: WAL. pH-Wert

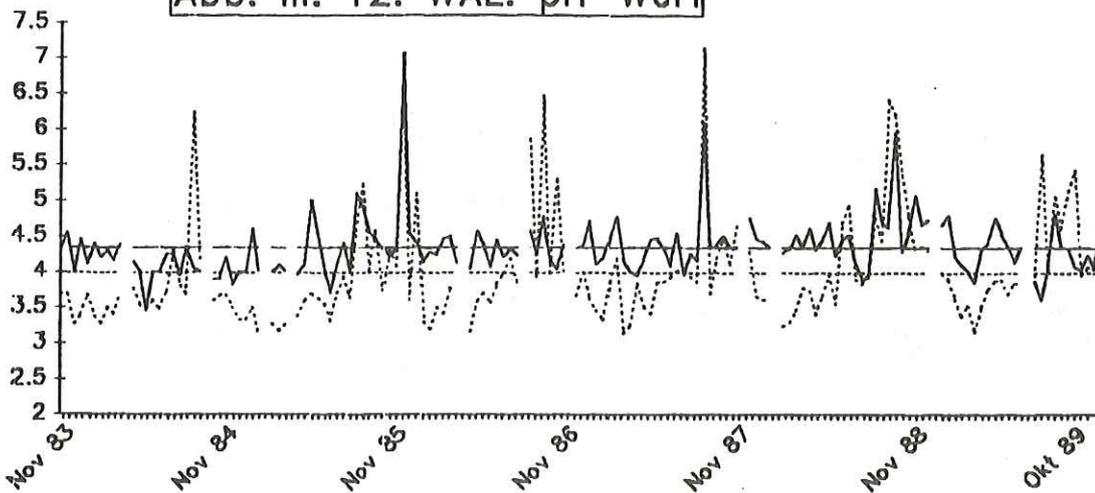


Abb. IV. 1: ADE. Basekapazität

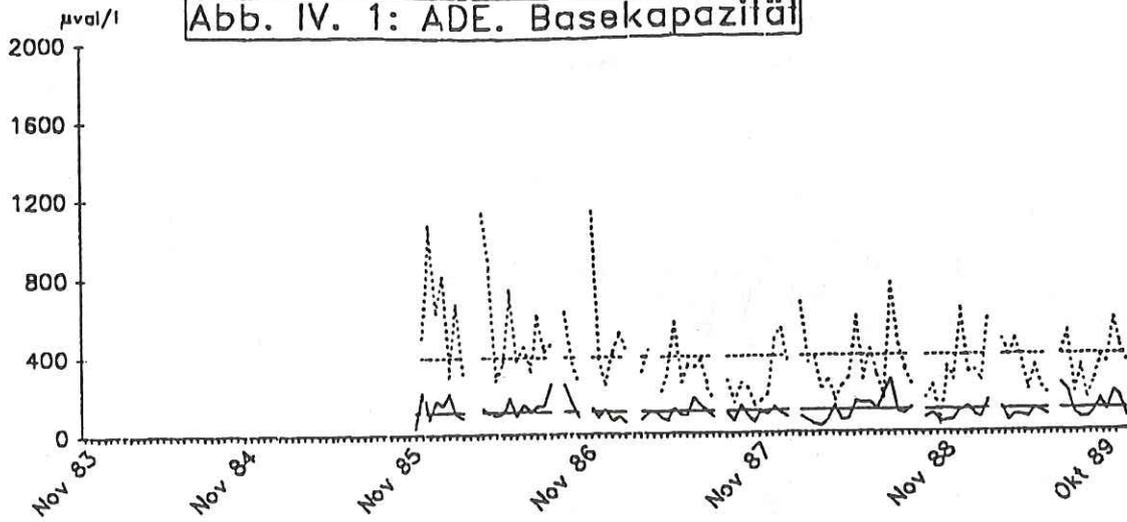


Abb. IV. 2: ENT. Basekapazität

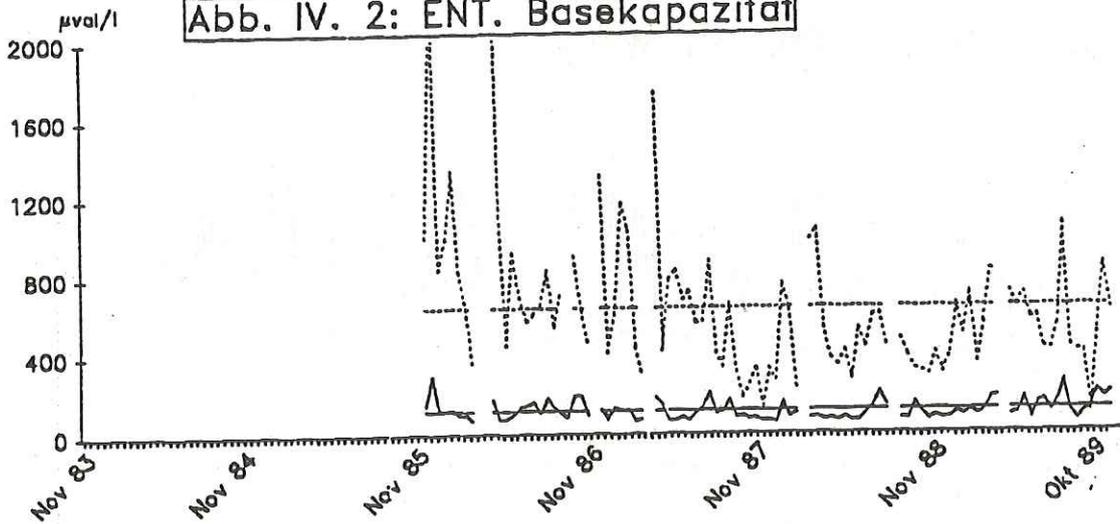


Abb. IV. 3: HEK. Basekapazität

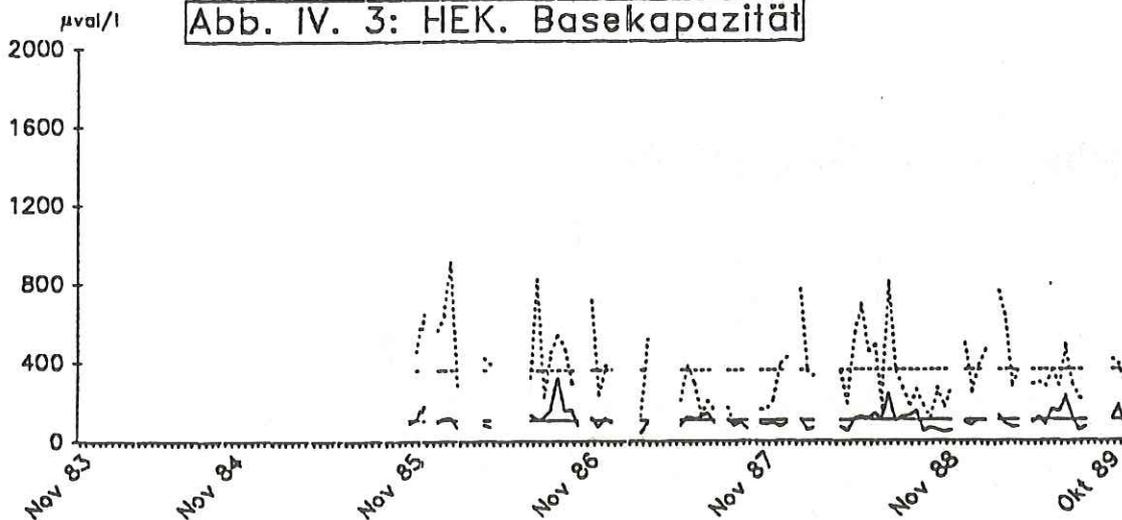


Abb. IV. 4: IDA. Basekapazität

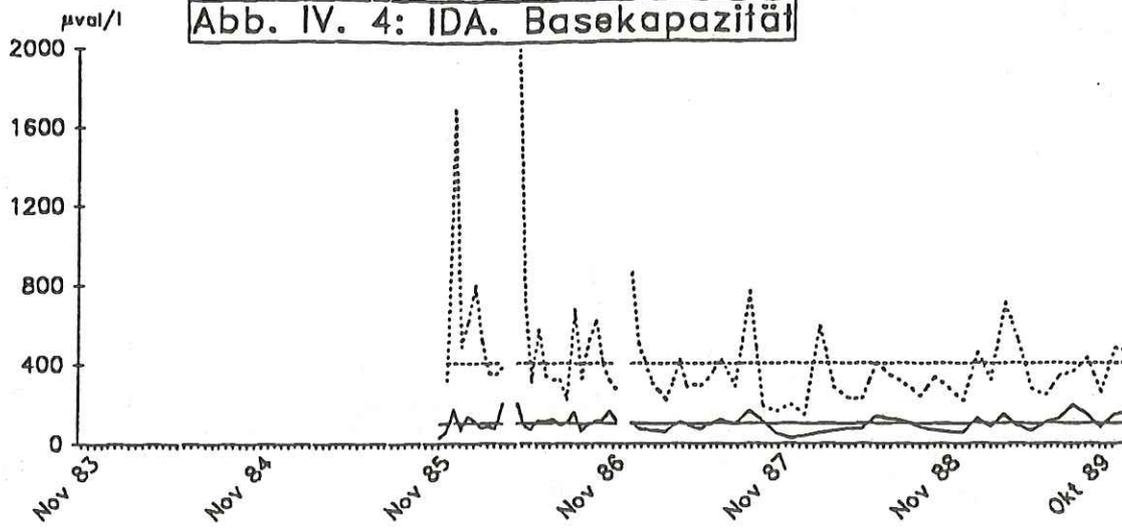


Abb. IV. 5: JOH. Basekapazität

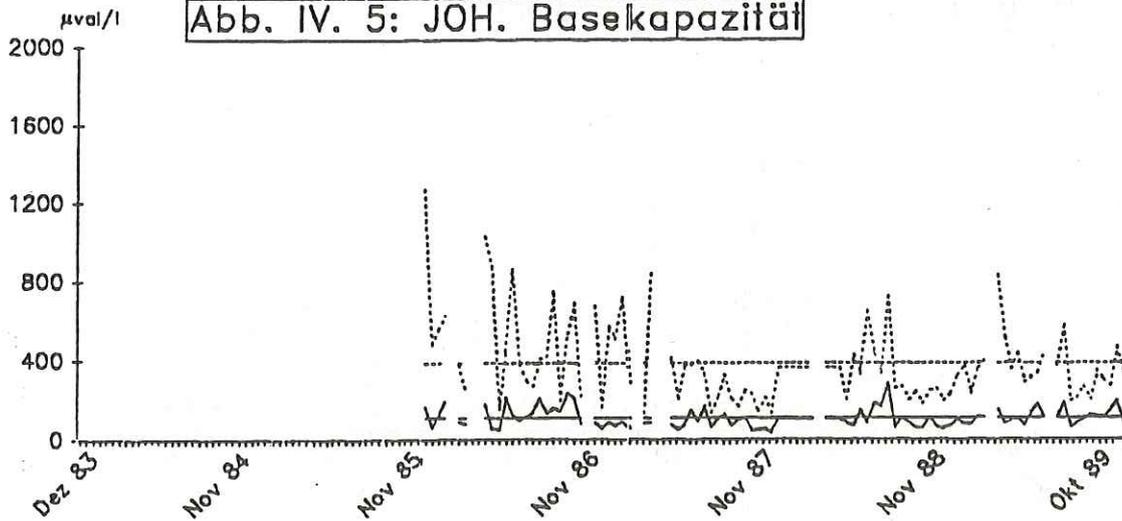
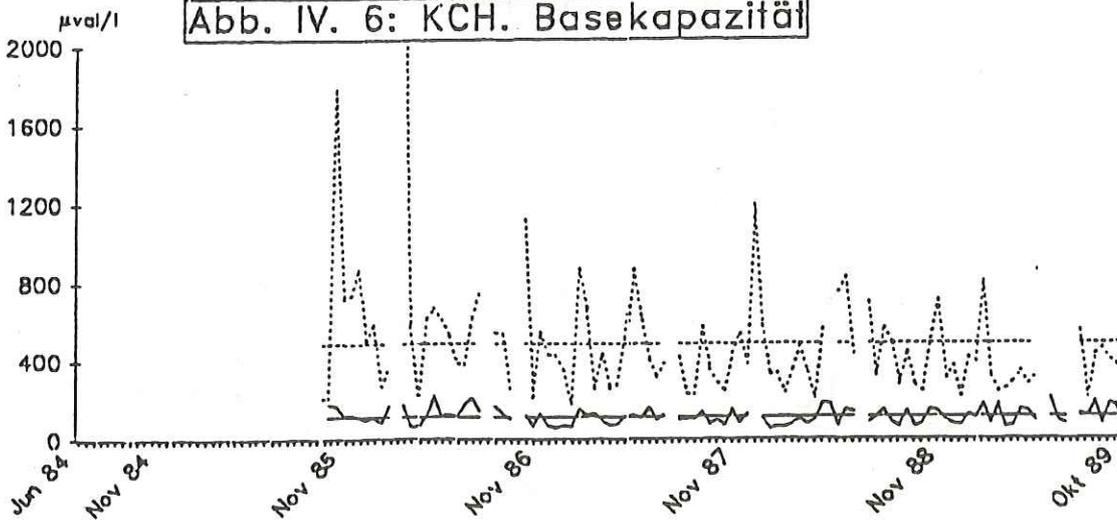
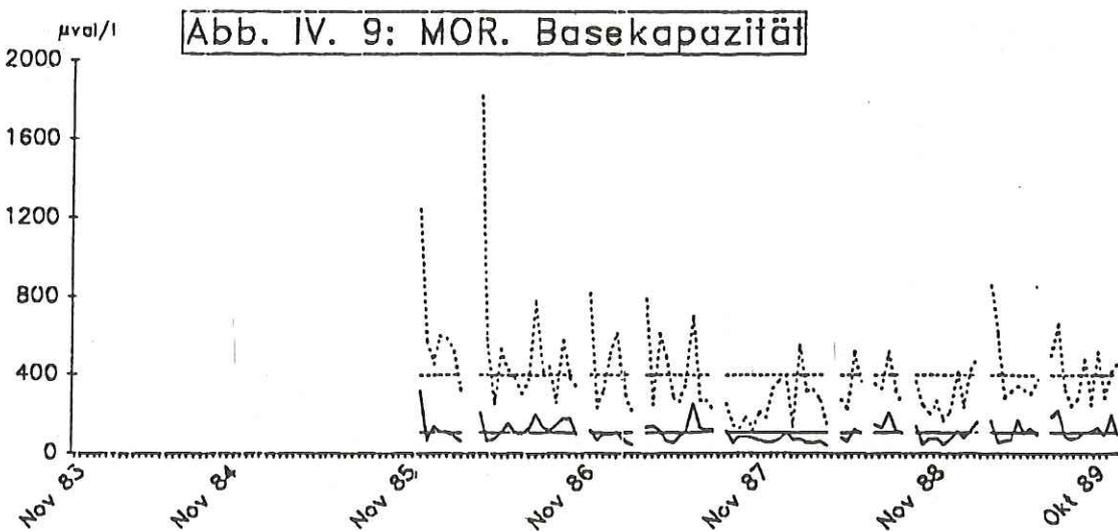
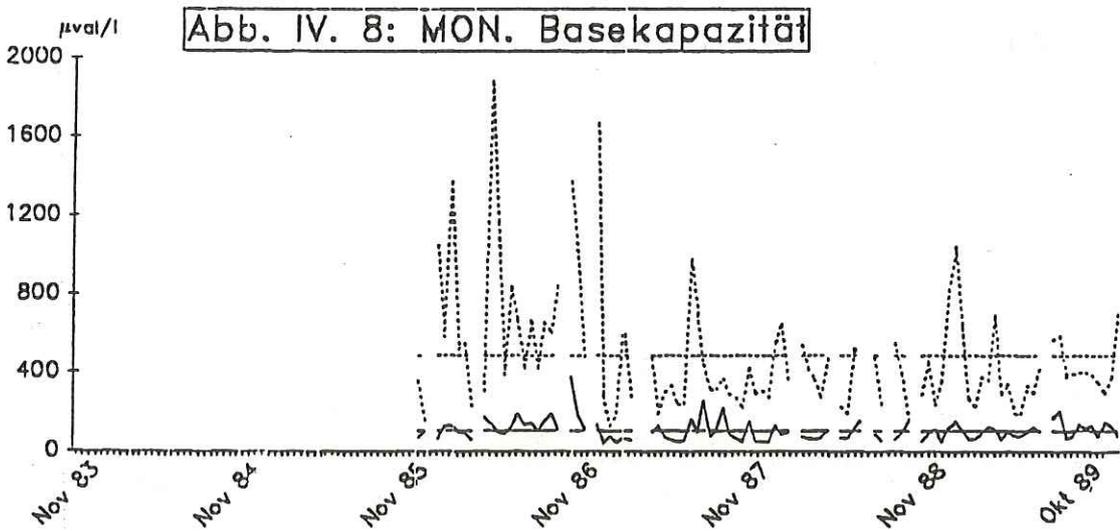
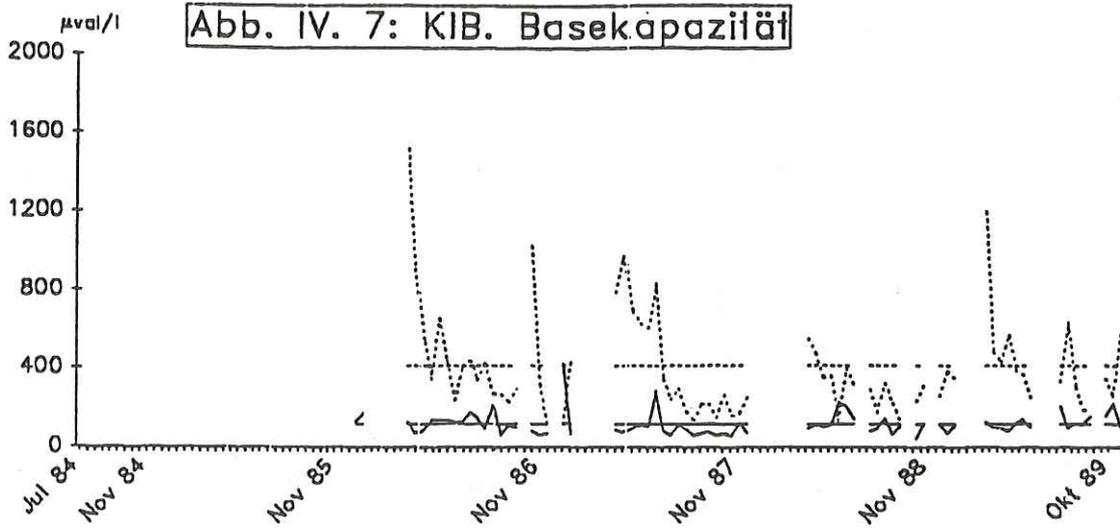


Abb. IV. 6: KCH. Basekapazität





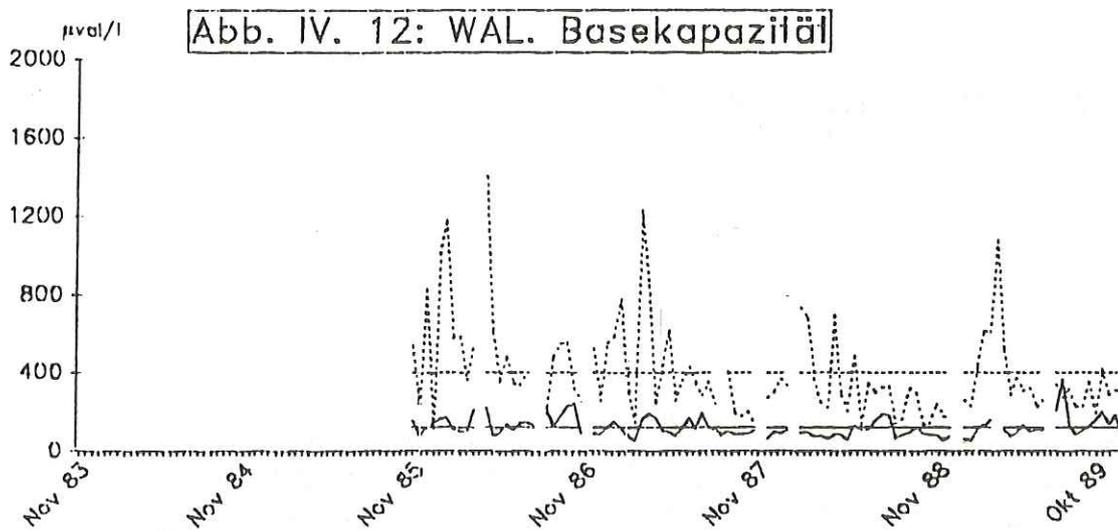
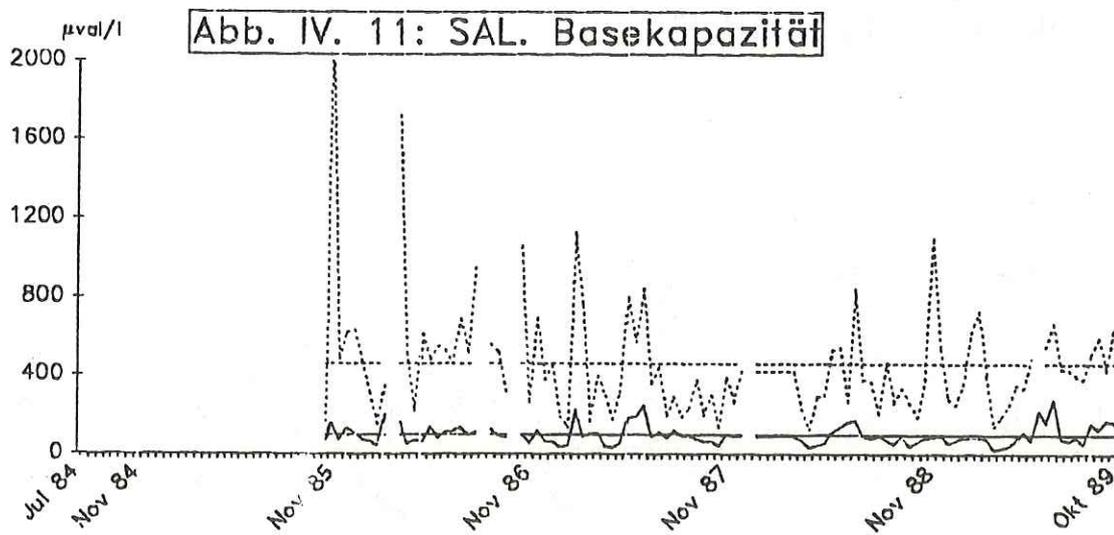
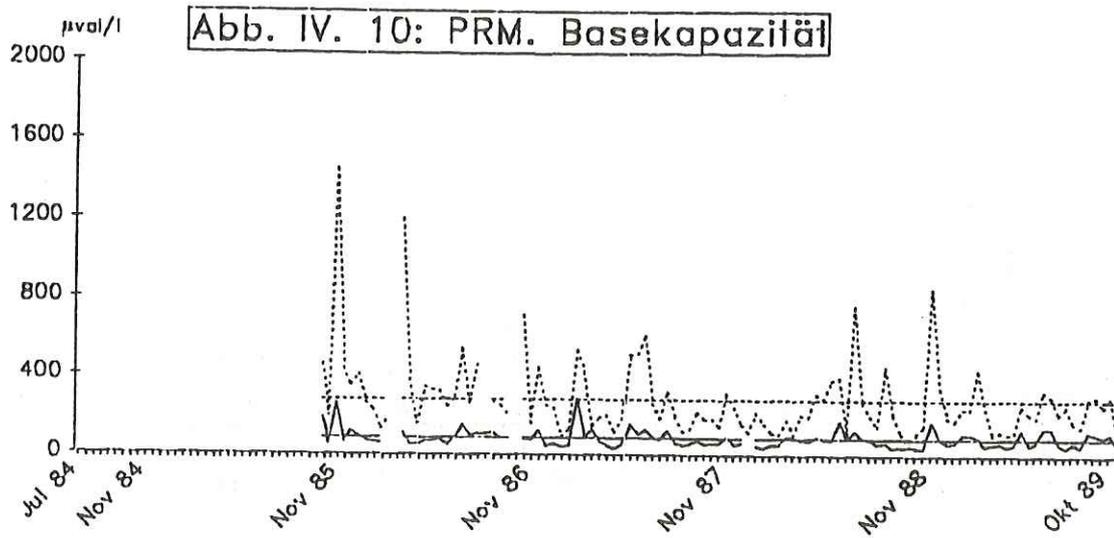


Abb. V. 1: ADE. SO₄S

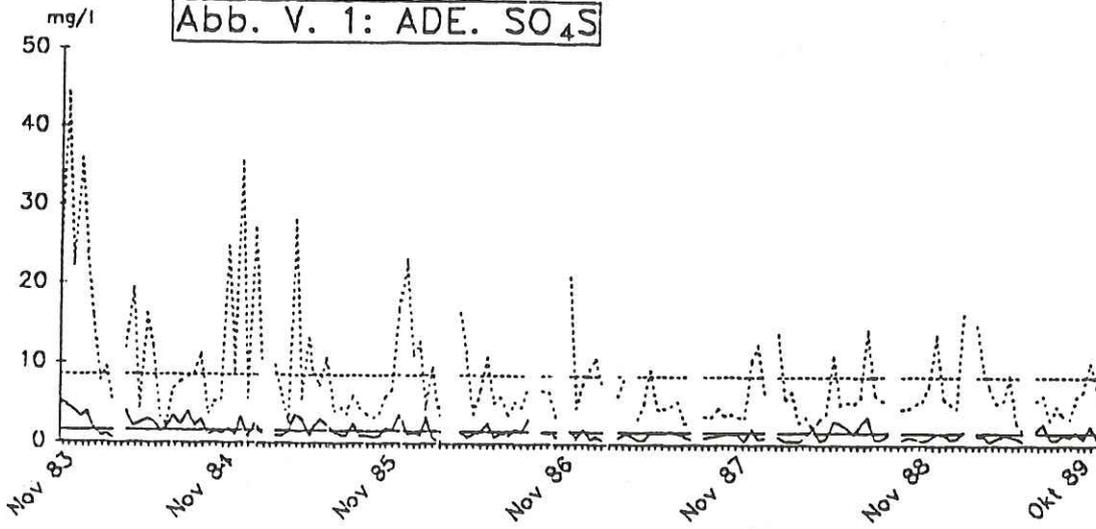


Abb. V. 2: ENT. SO₄S

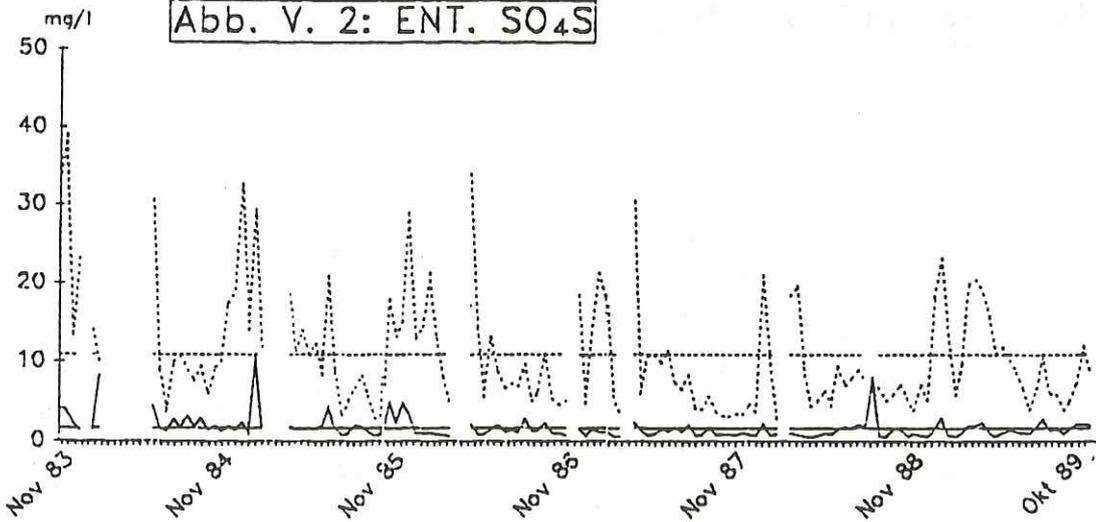
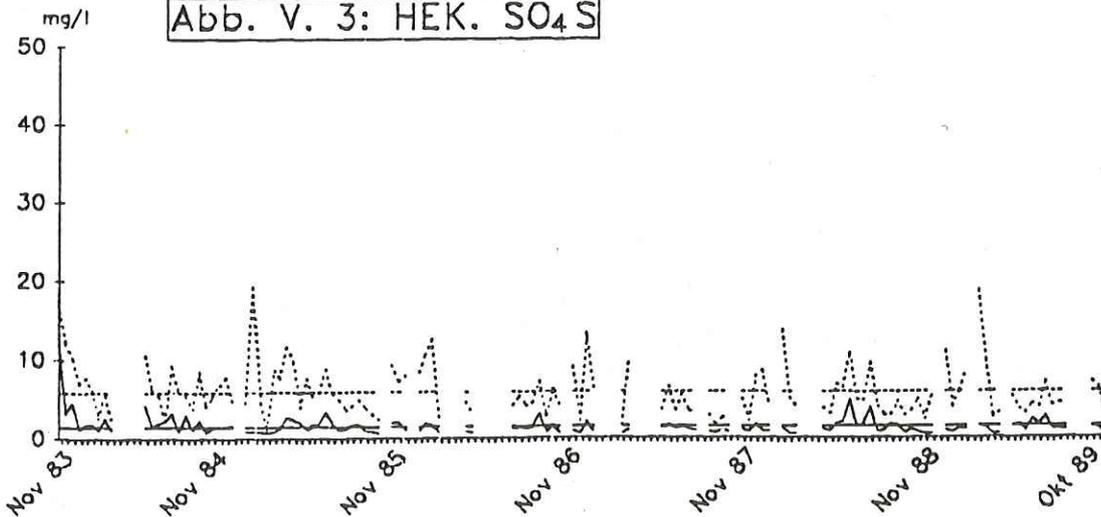


Abb. V. 3: HEK. SO₄S



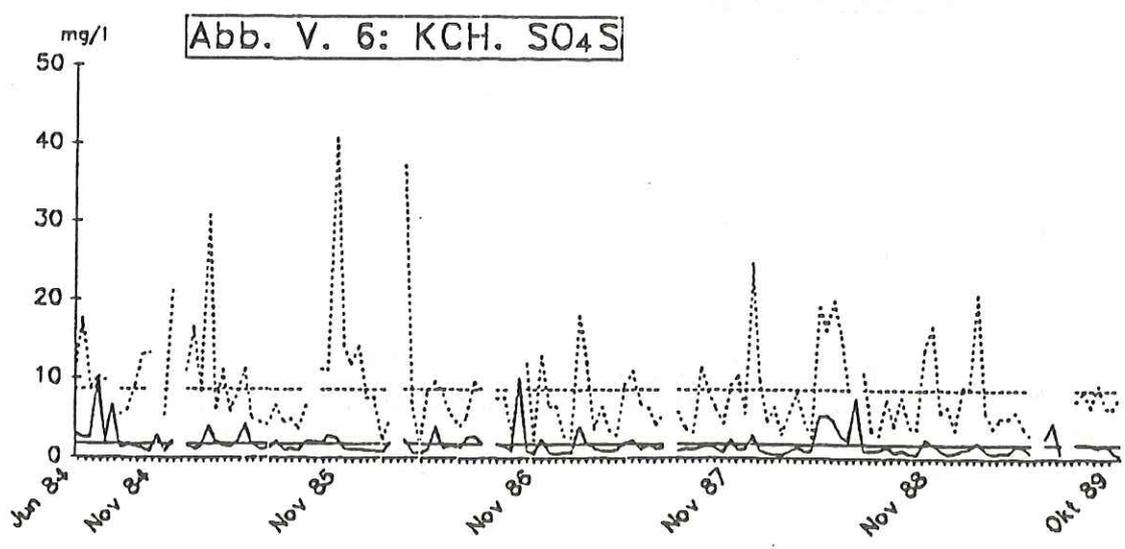
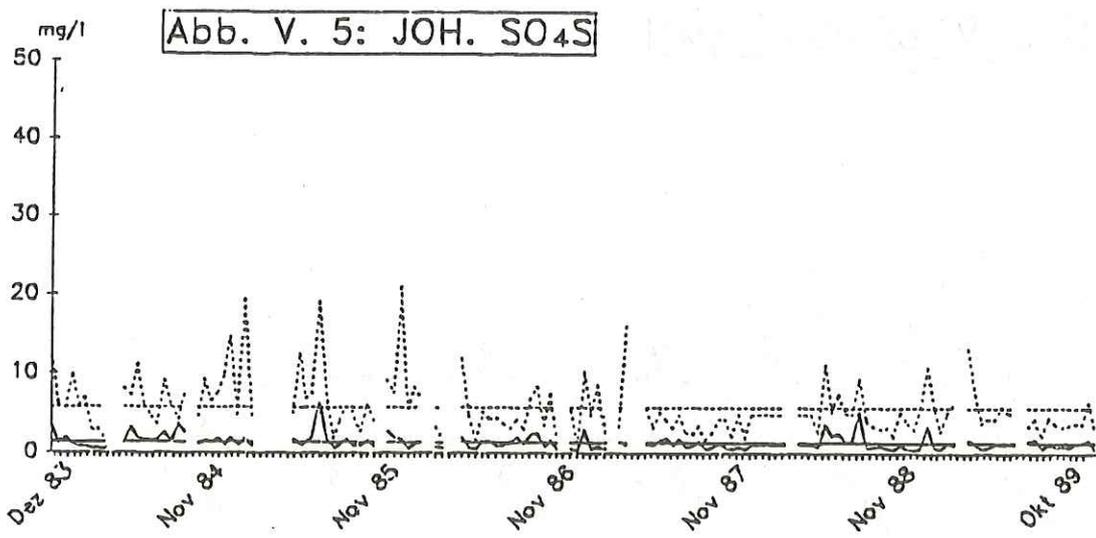
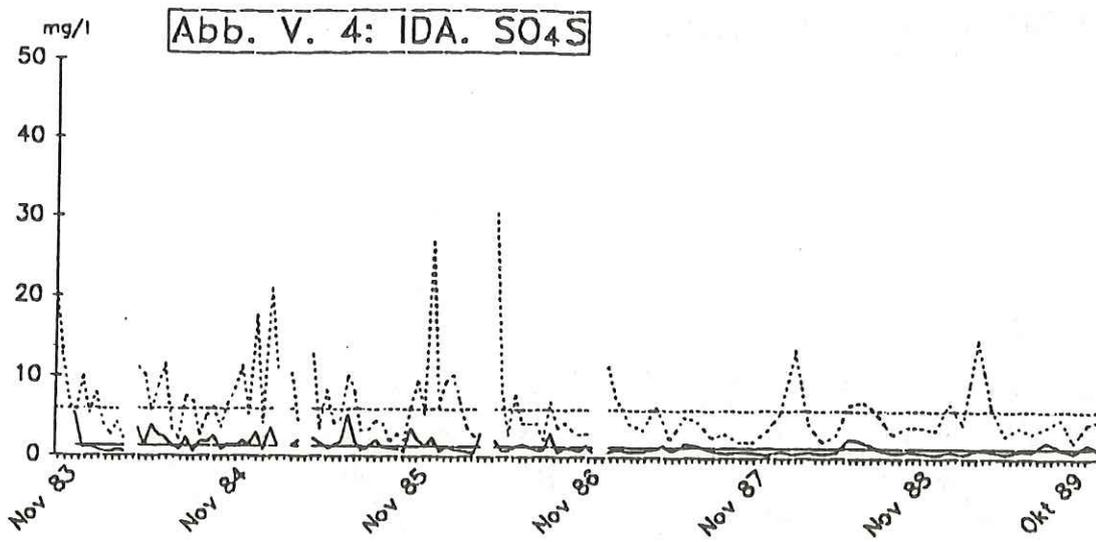


Abb. V. 7: KIB. SO₄S

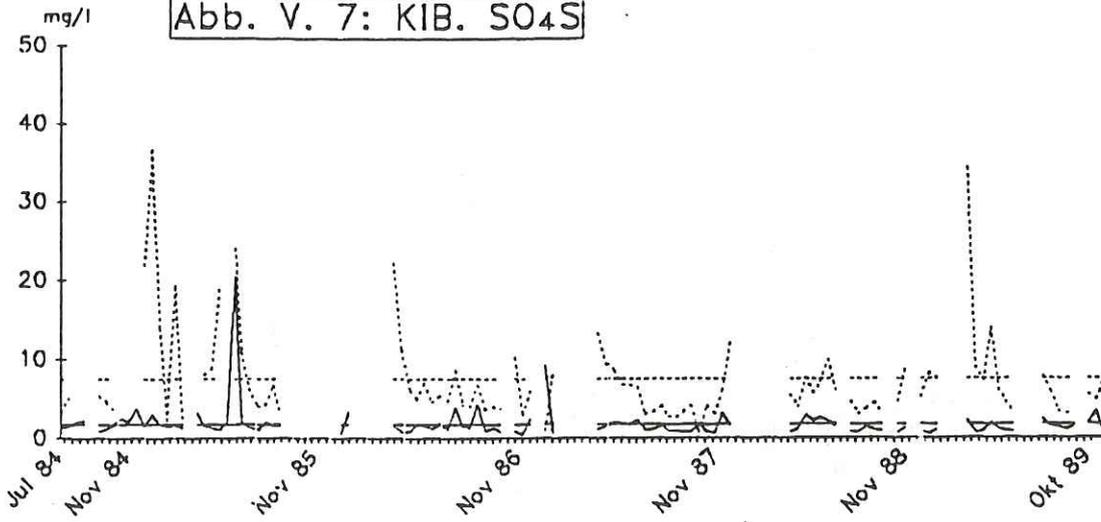


Abb. V. 8: MON. SO₄S

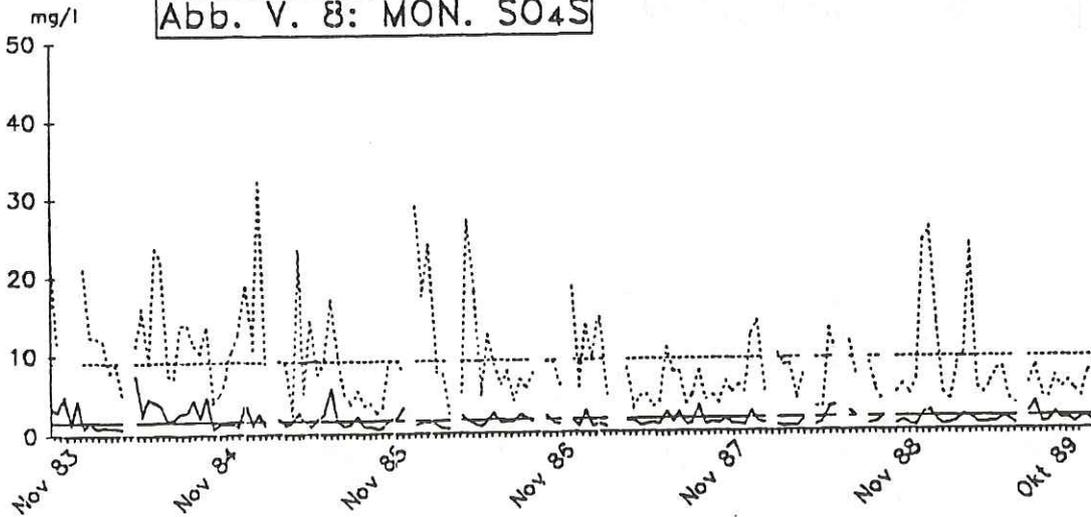
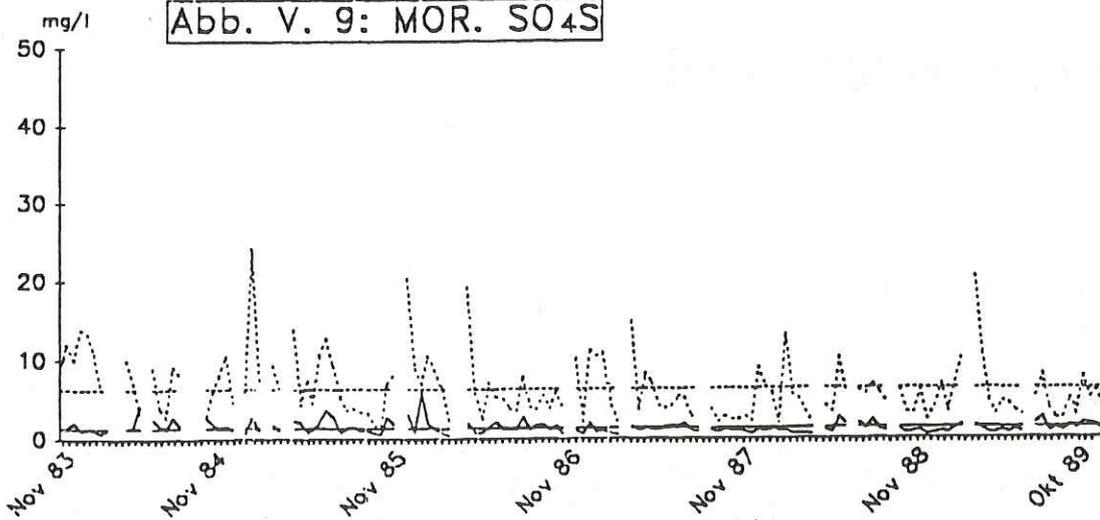
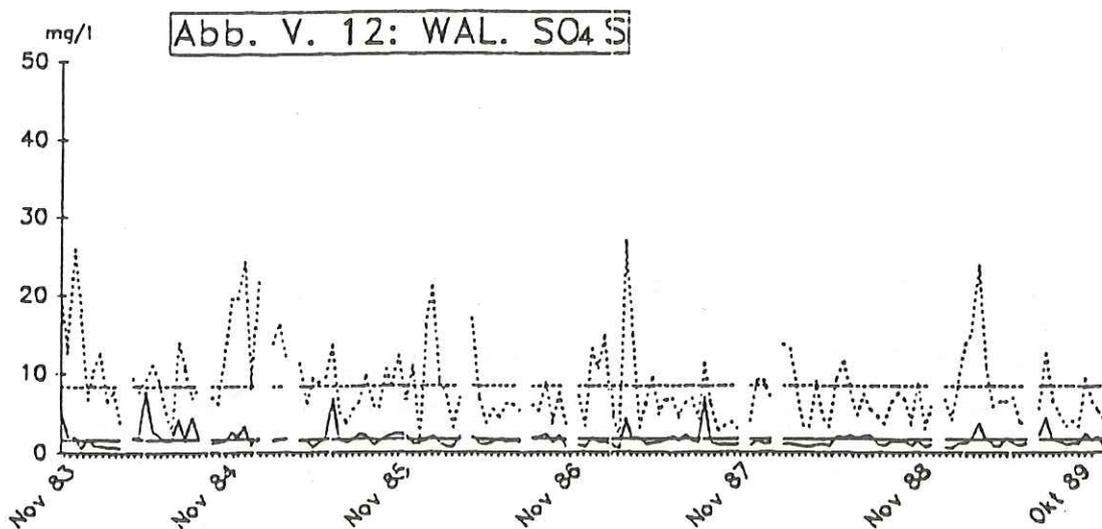
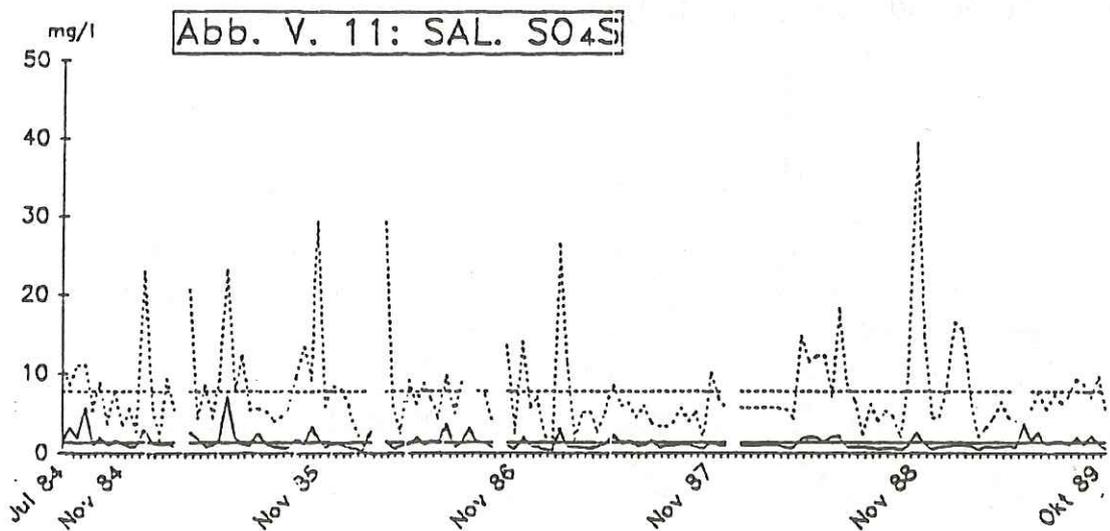
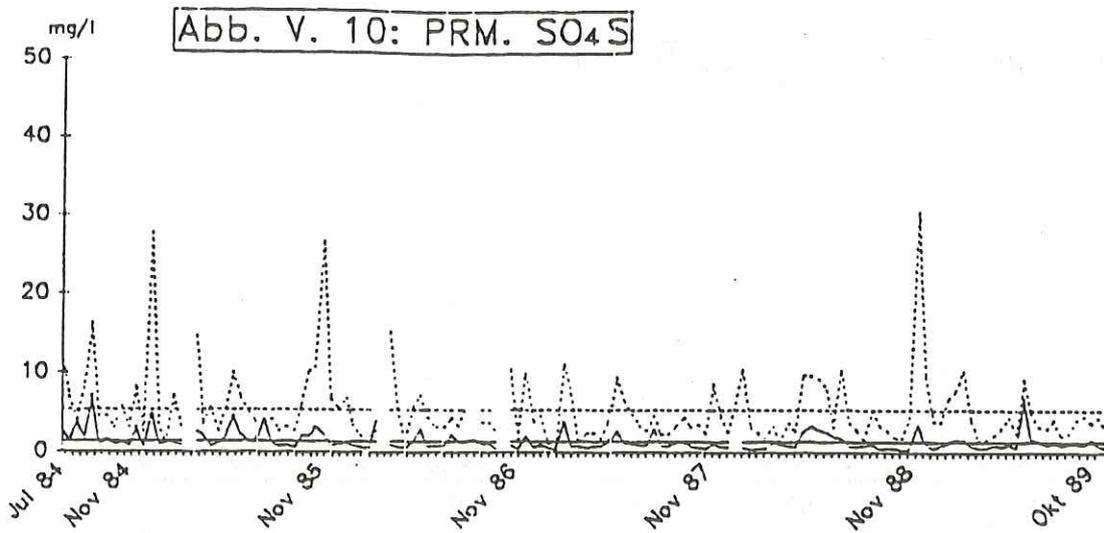
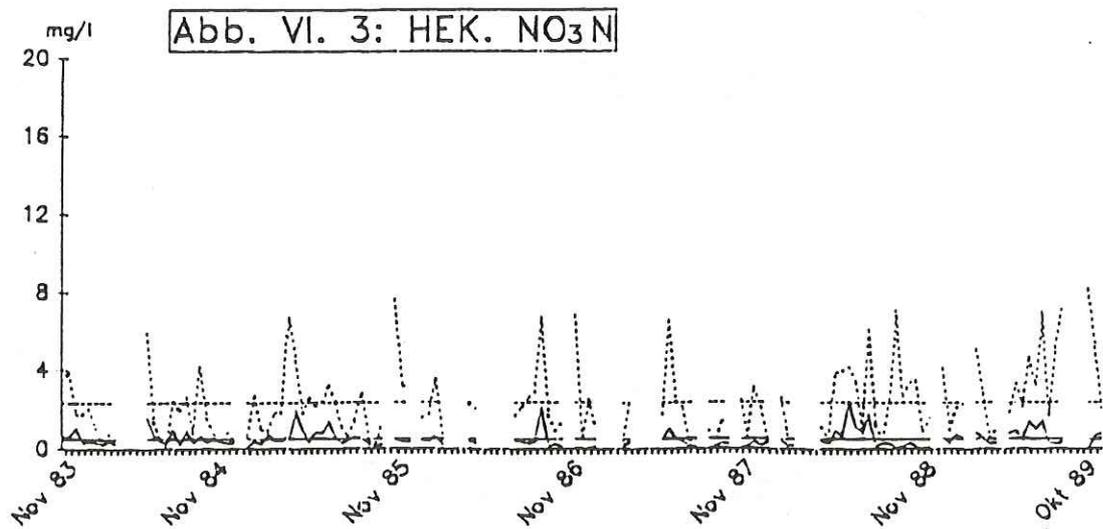
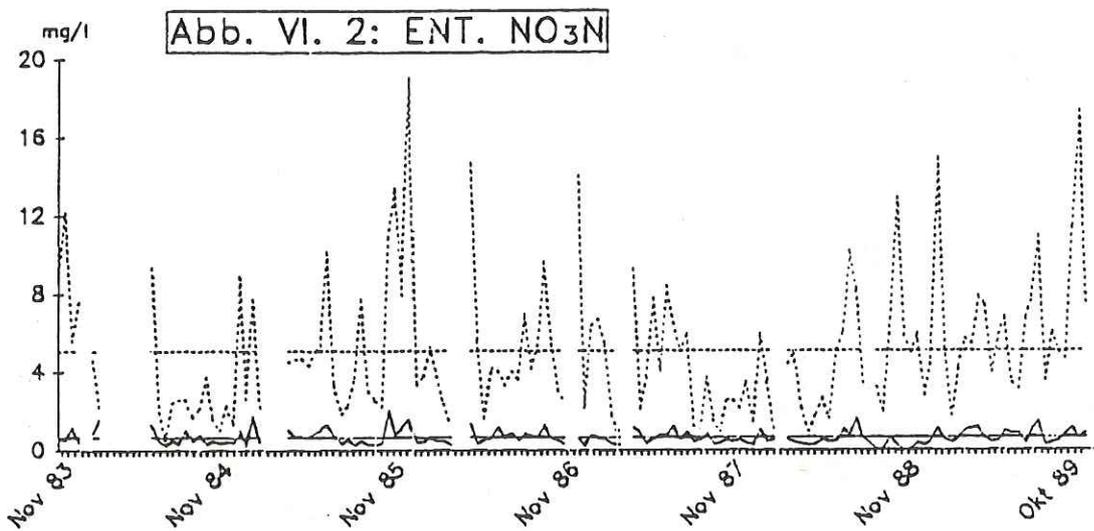
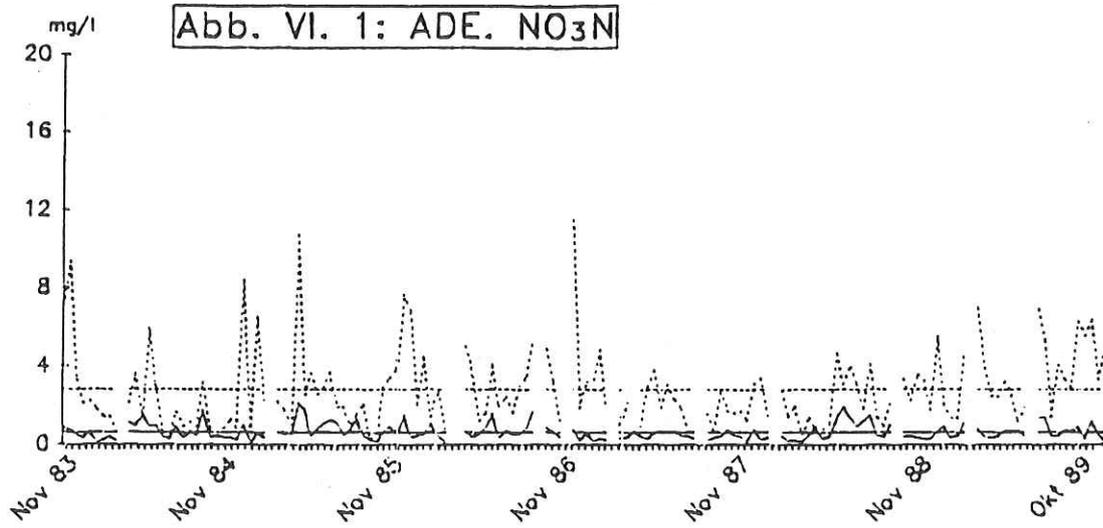
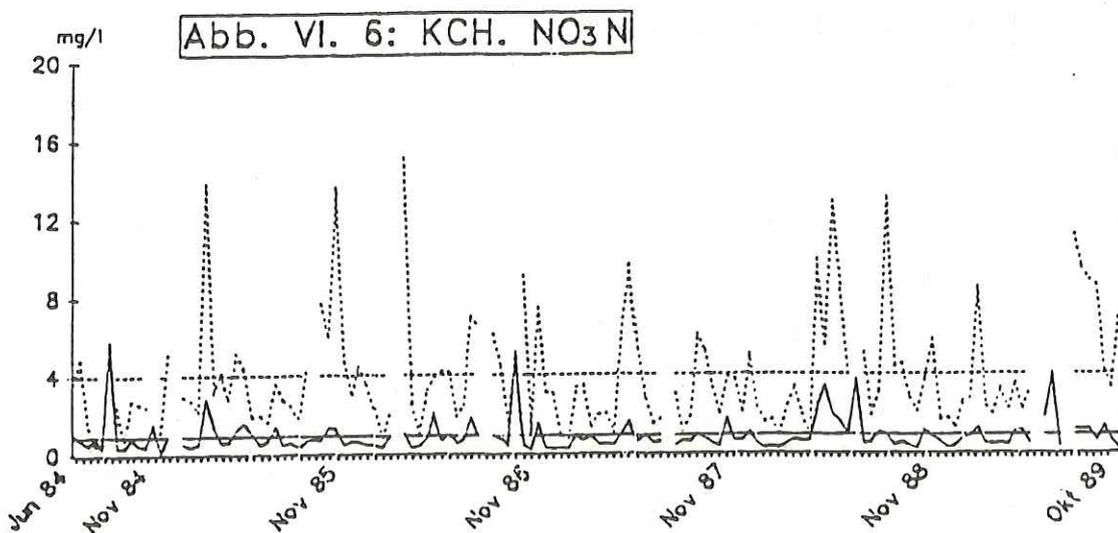
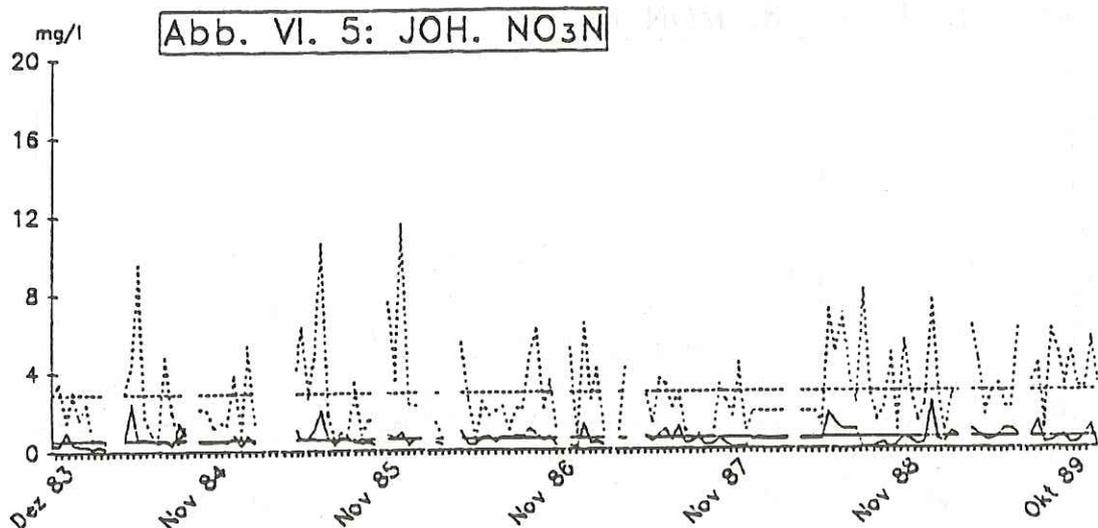
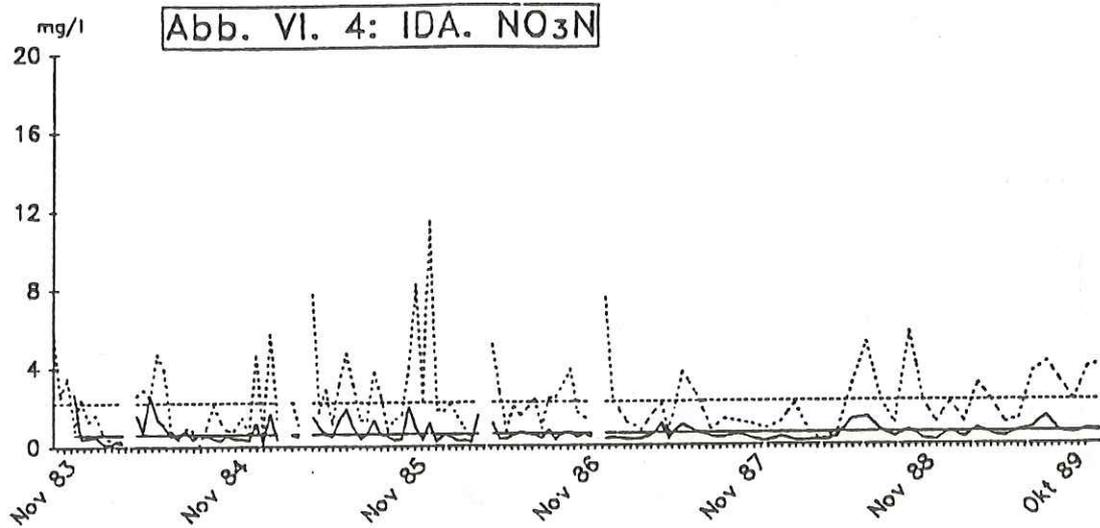


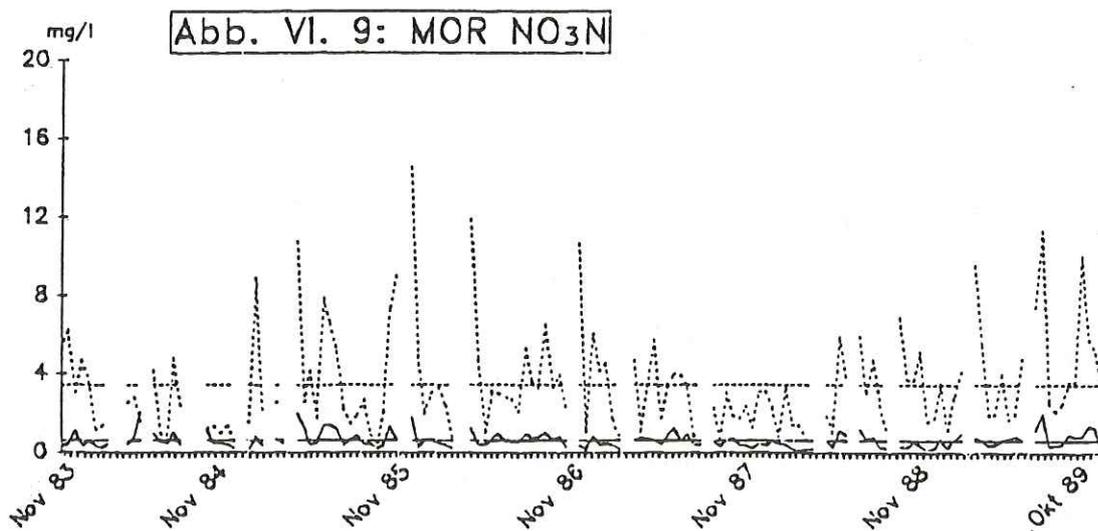
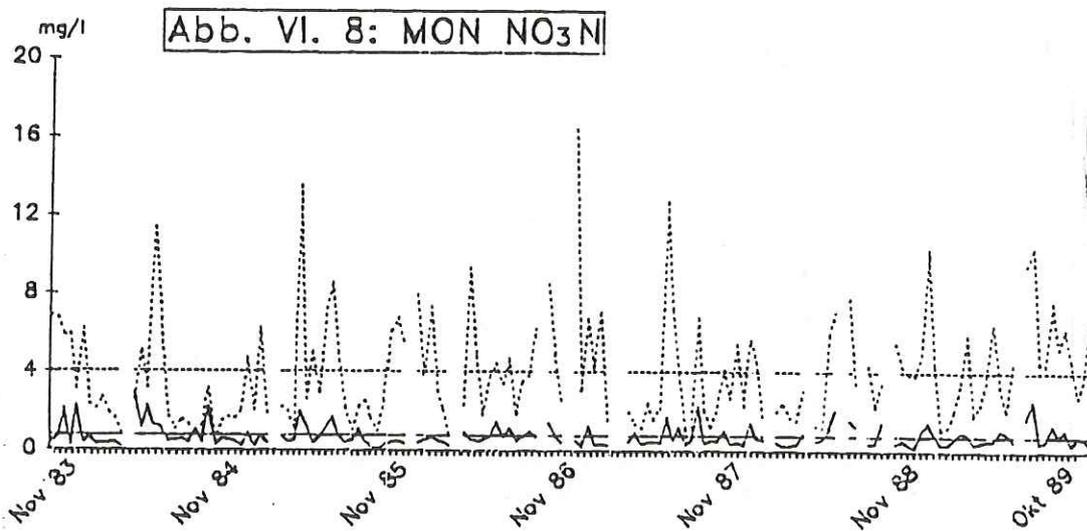
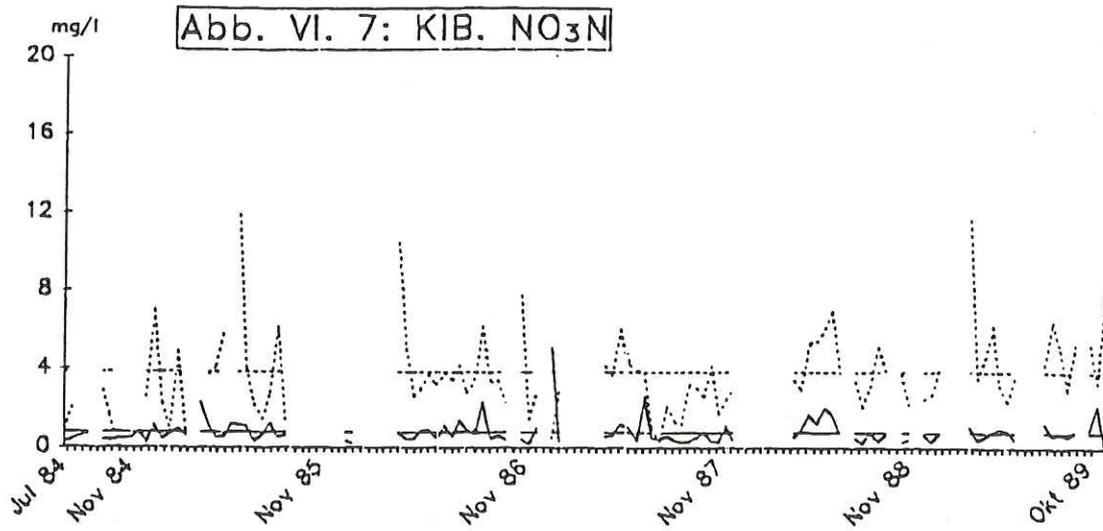
Abb. V. 9: MOR. SO₄S

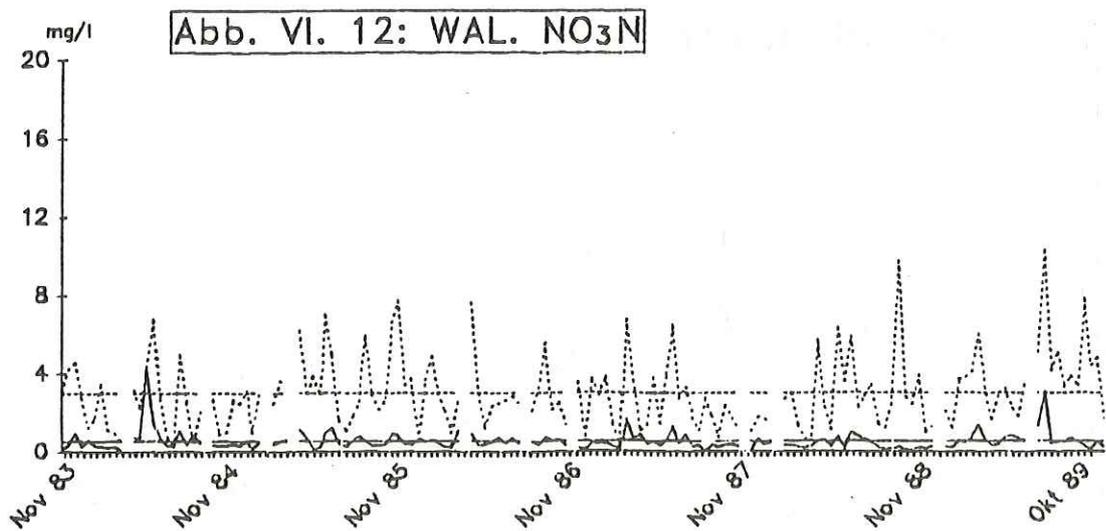
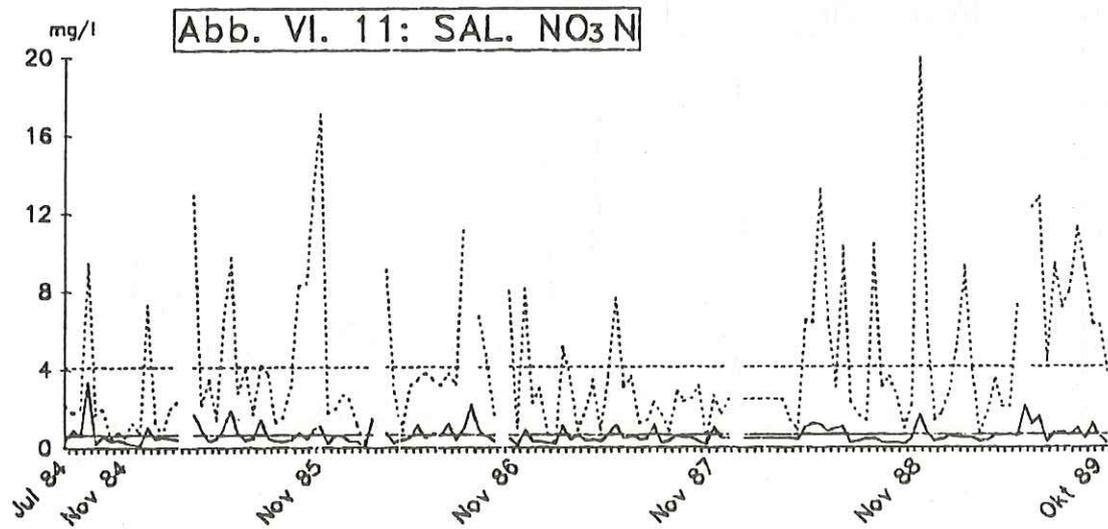
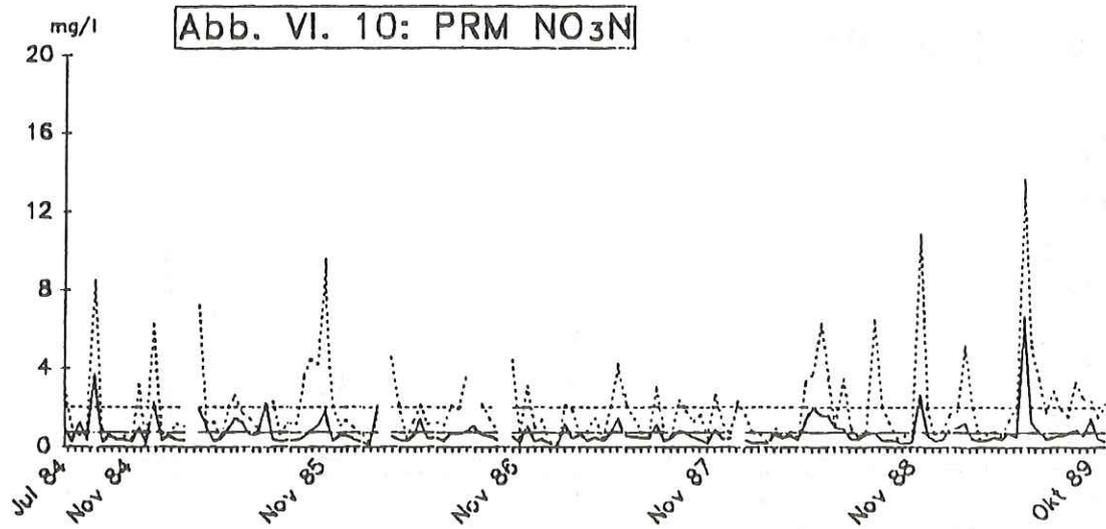


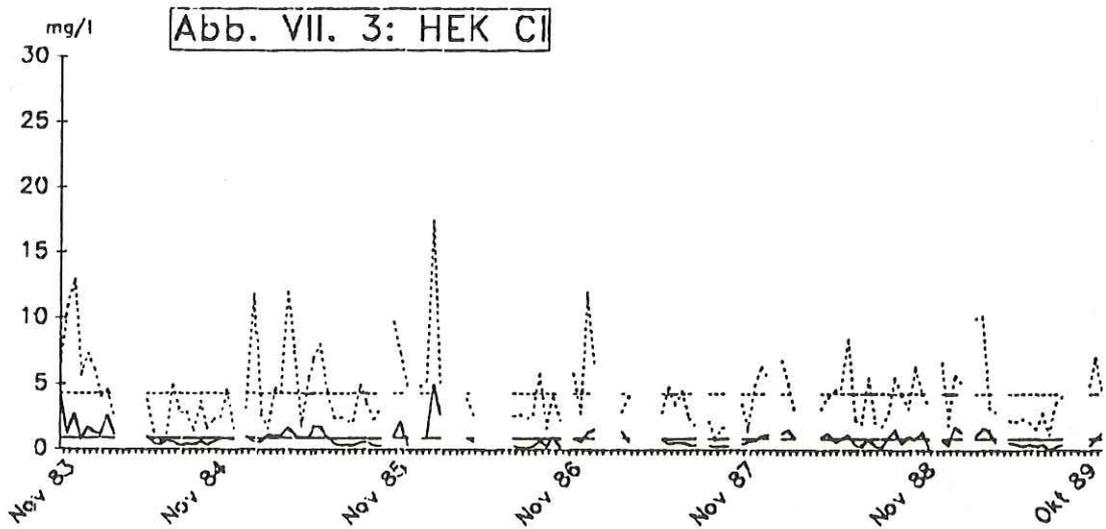
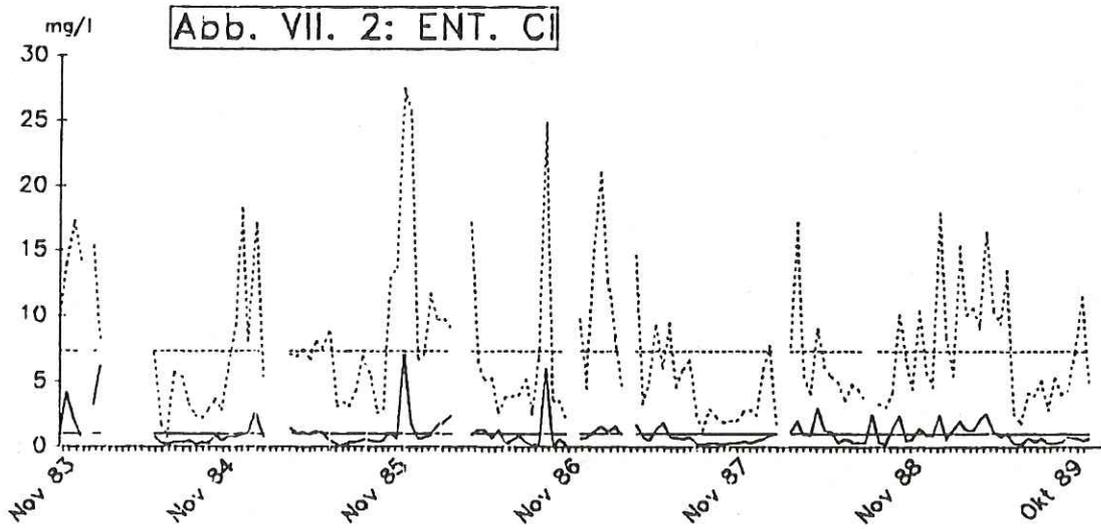
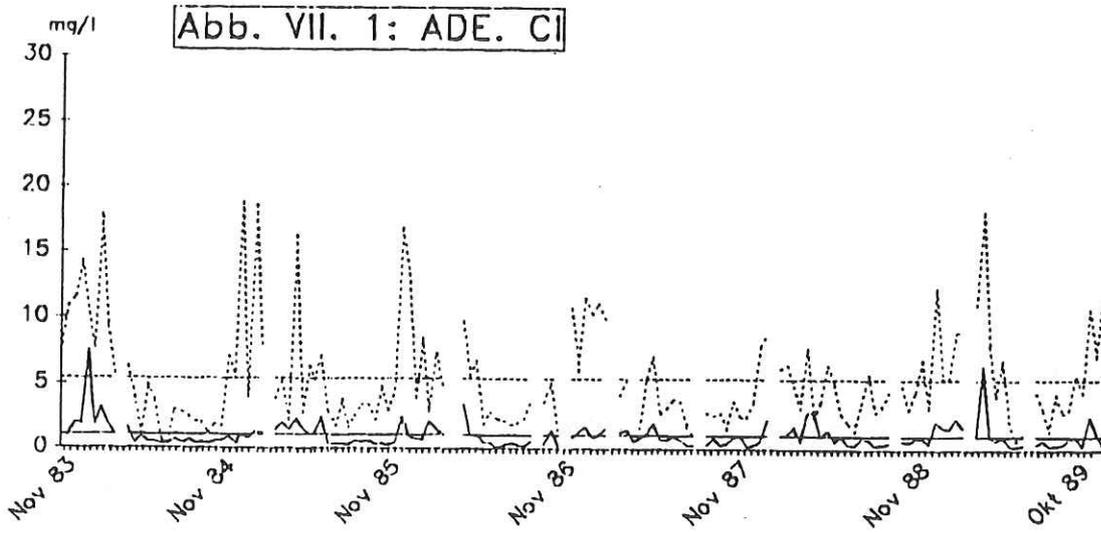


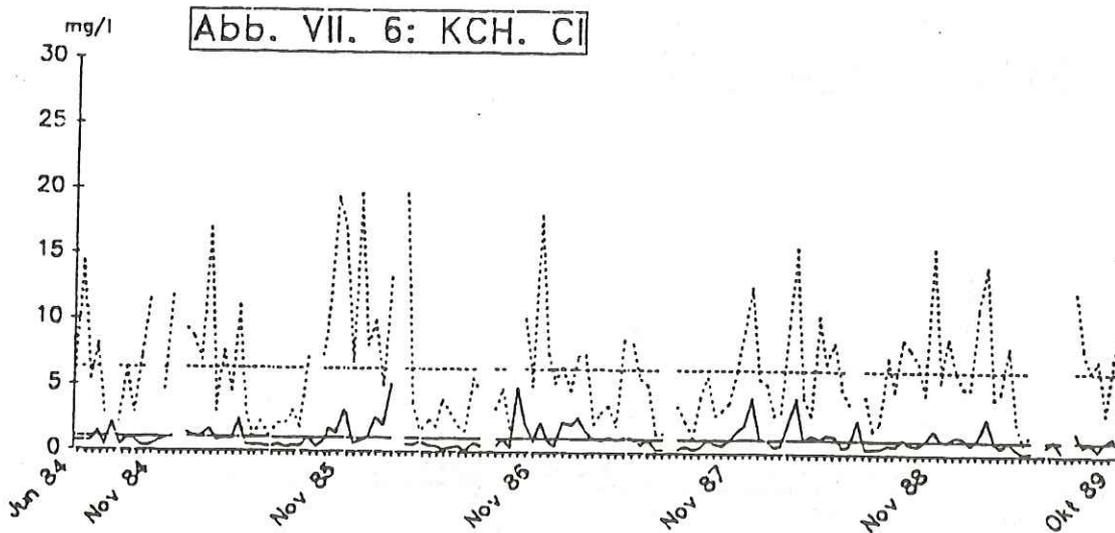
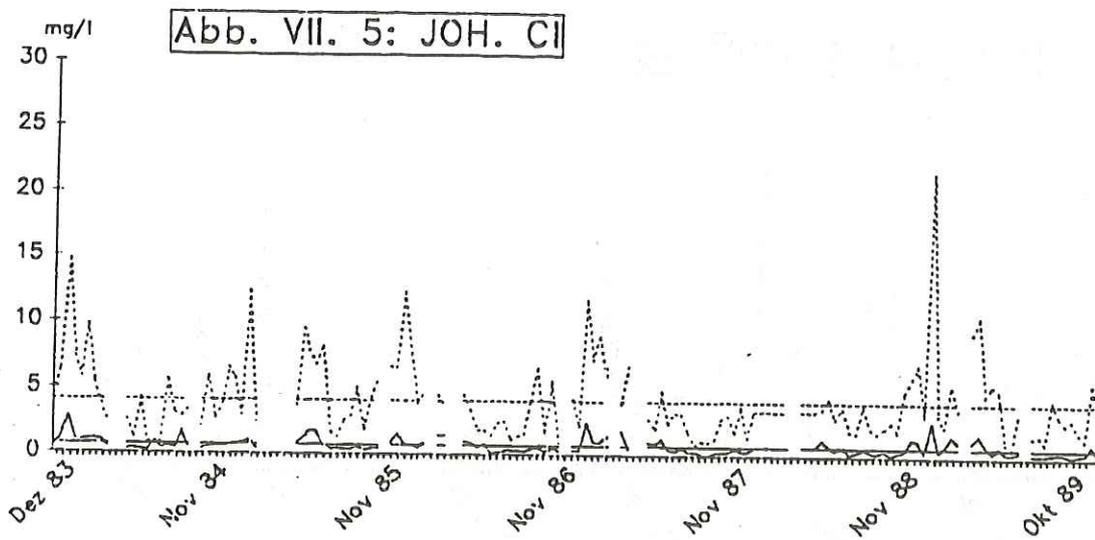
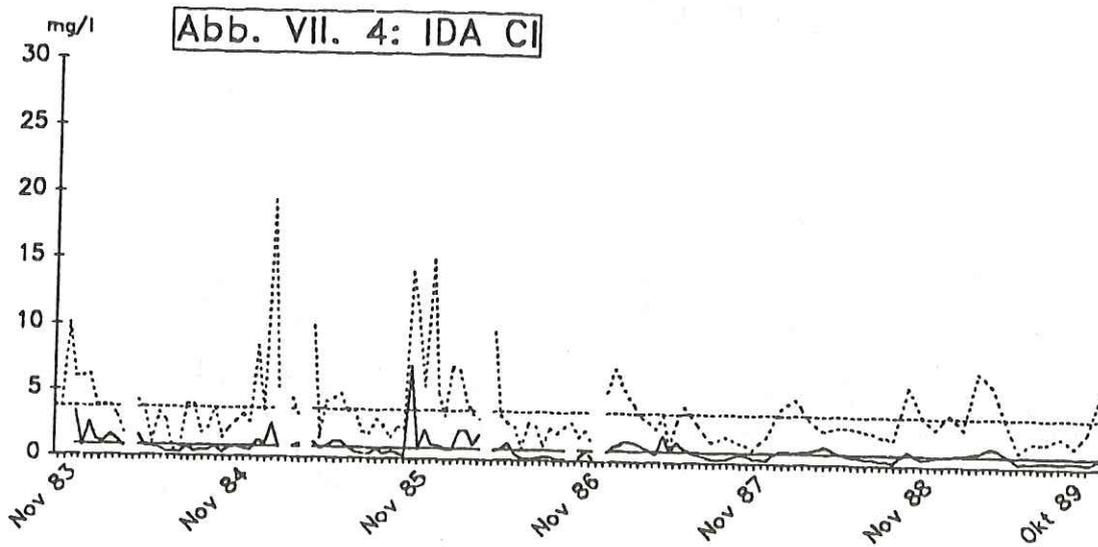












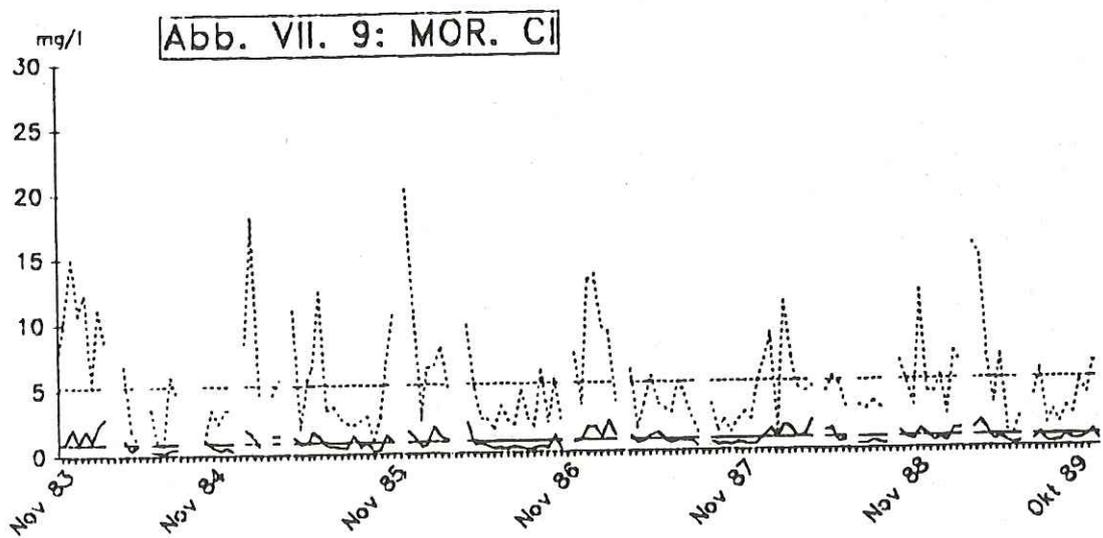
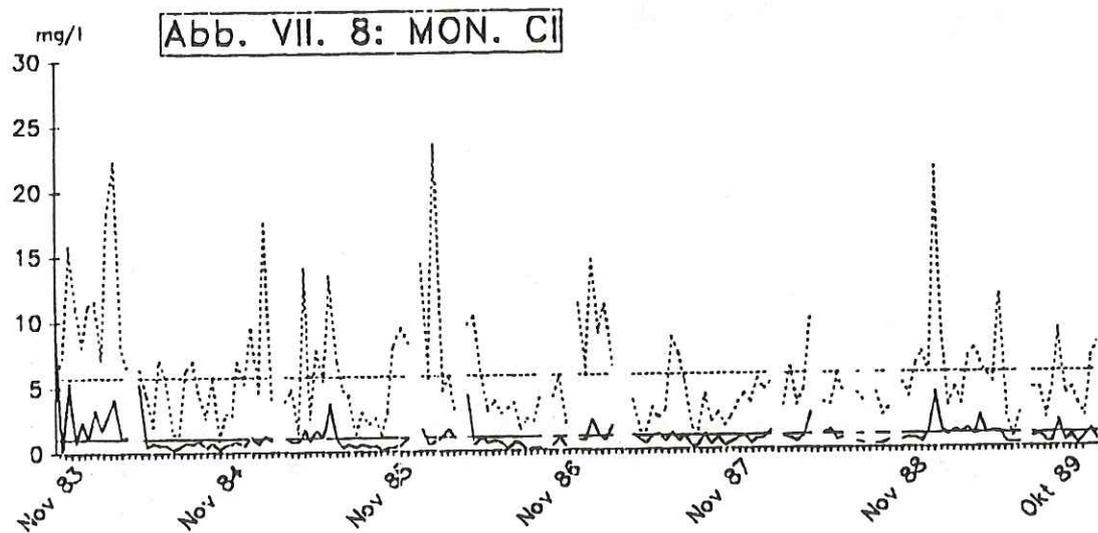
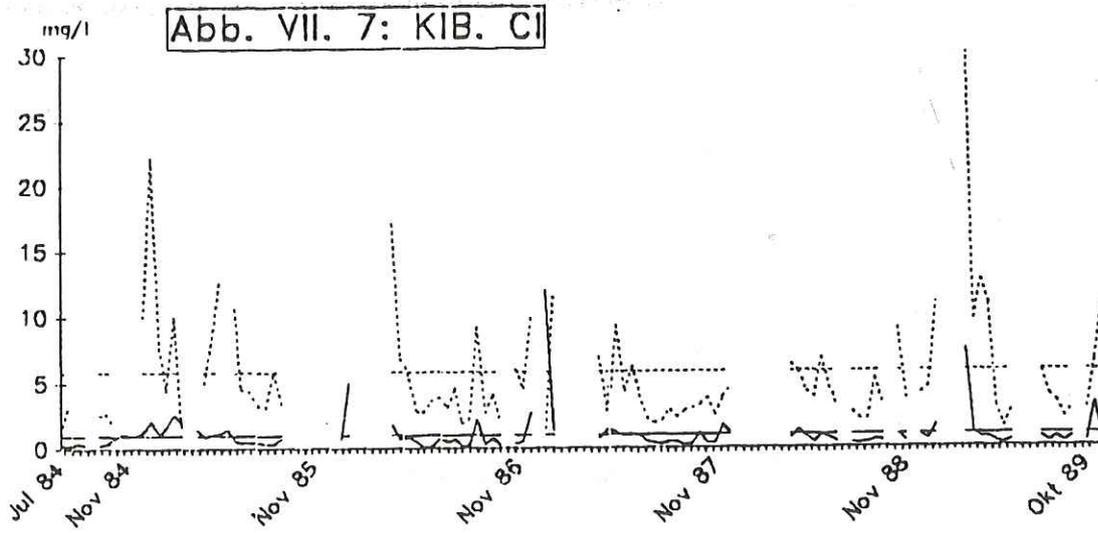


Abb. VII. 10: PRM. Cl

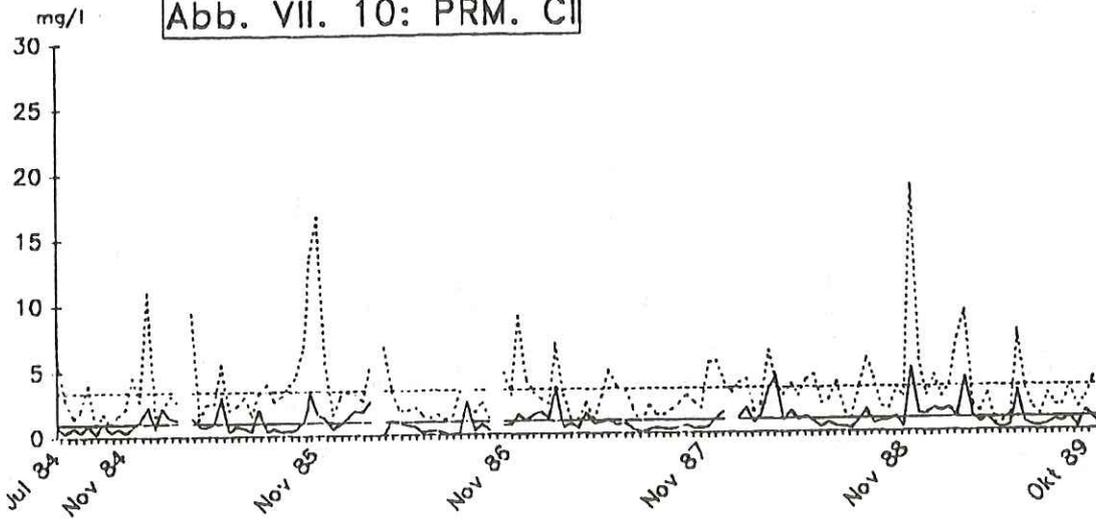


Abb. VII. 11: SAL. Cl

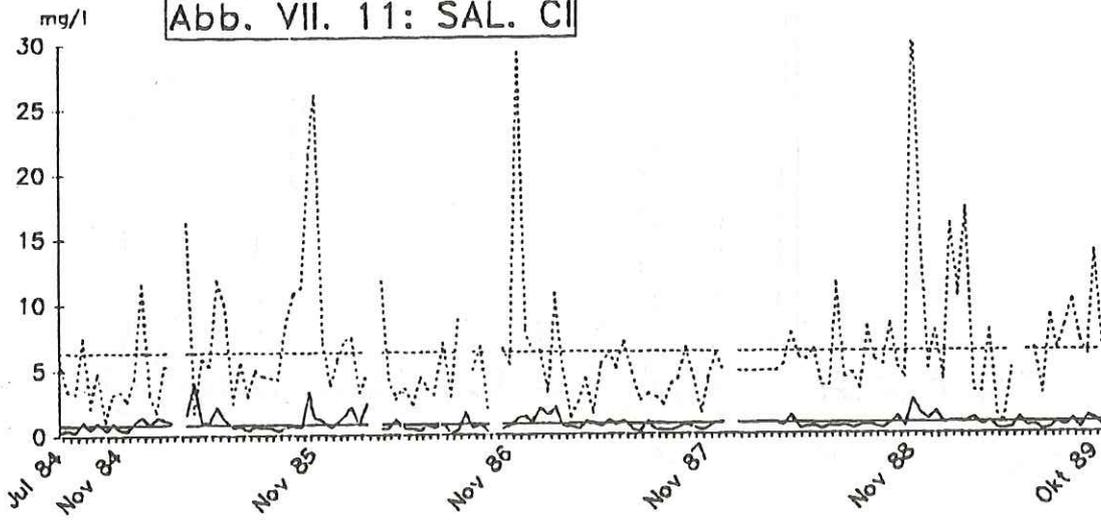
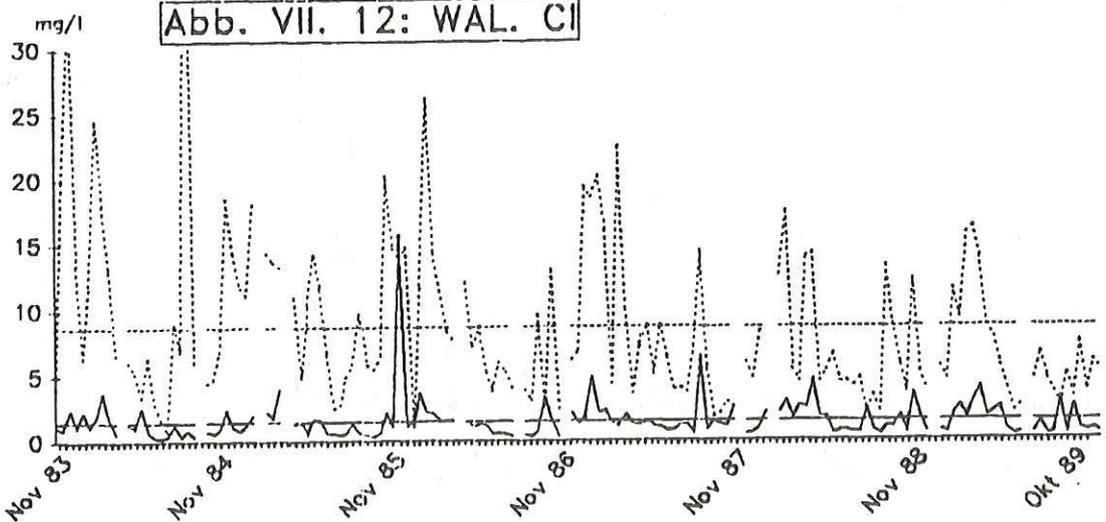
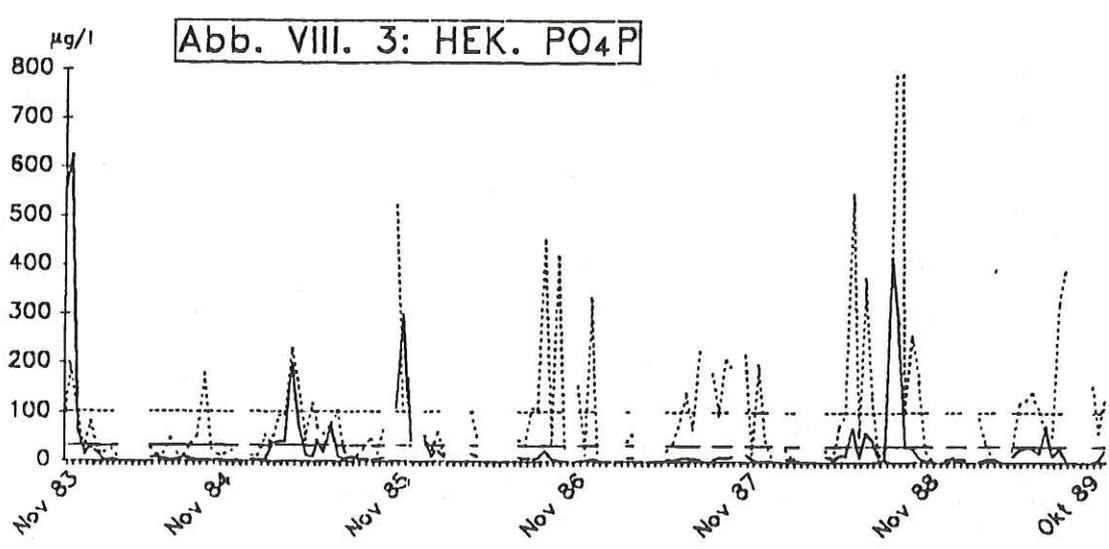
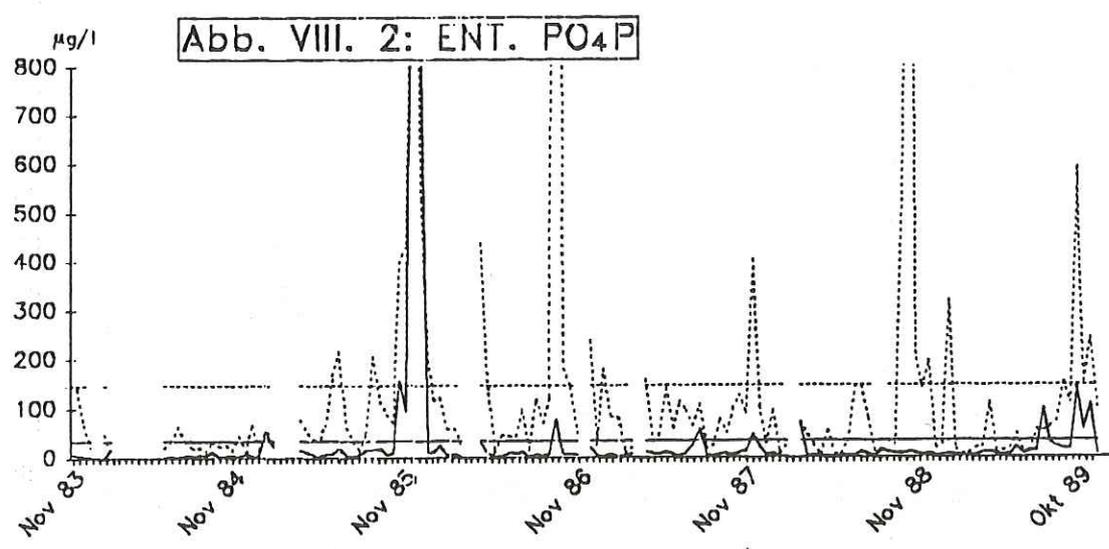
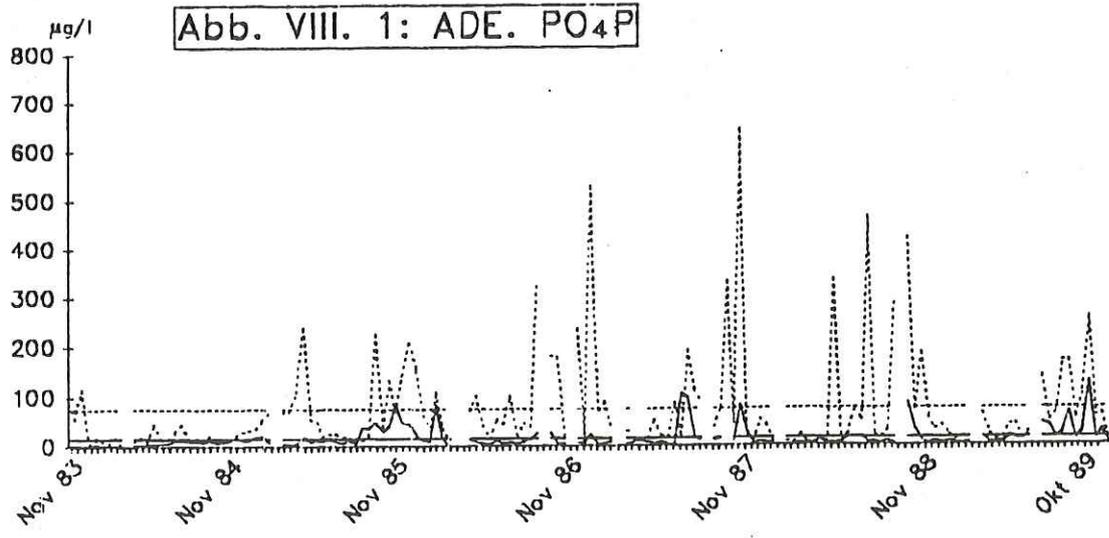
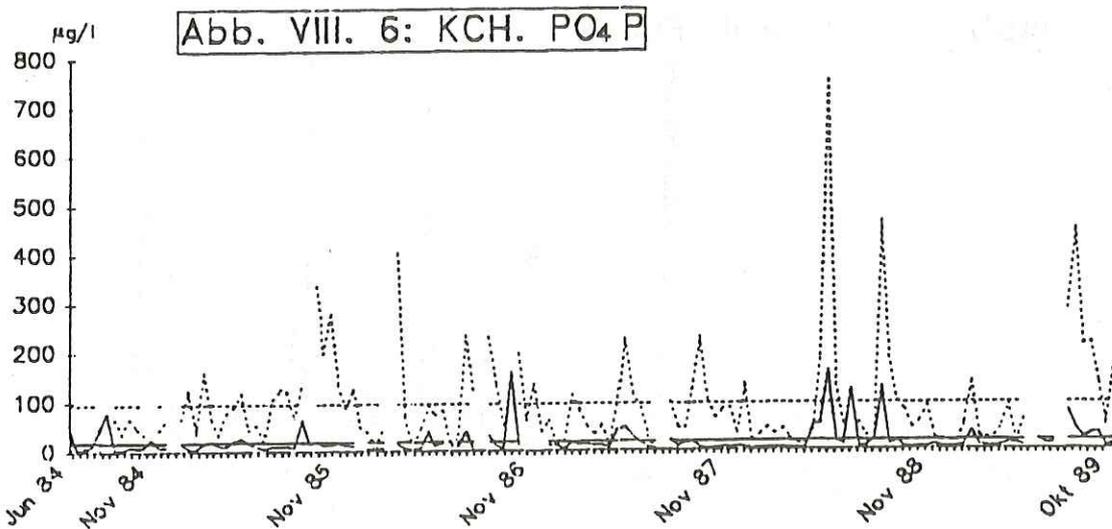
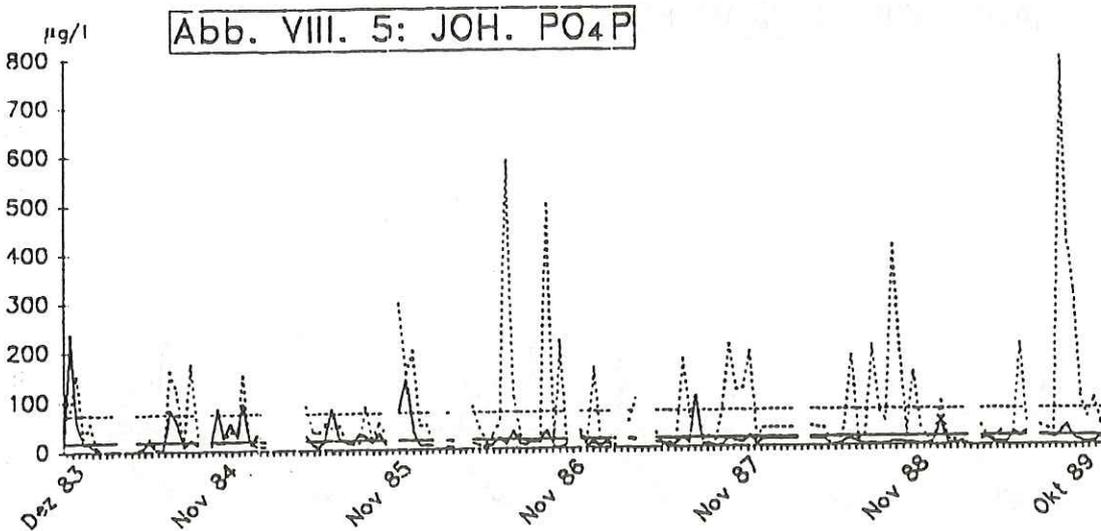
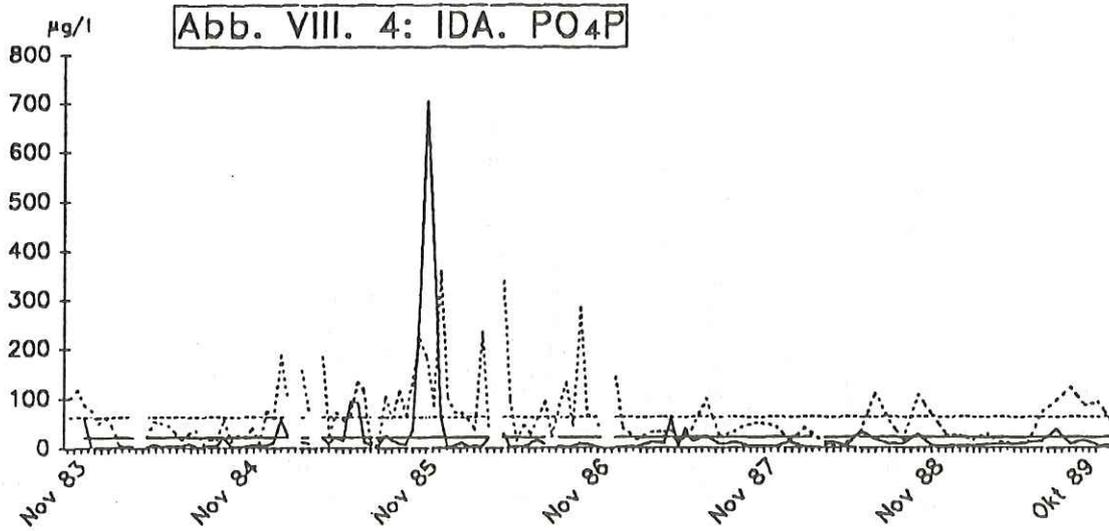
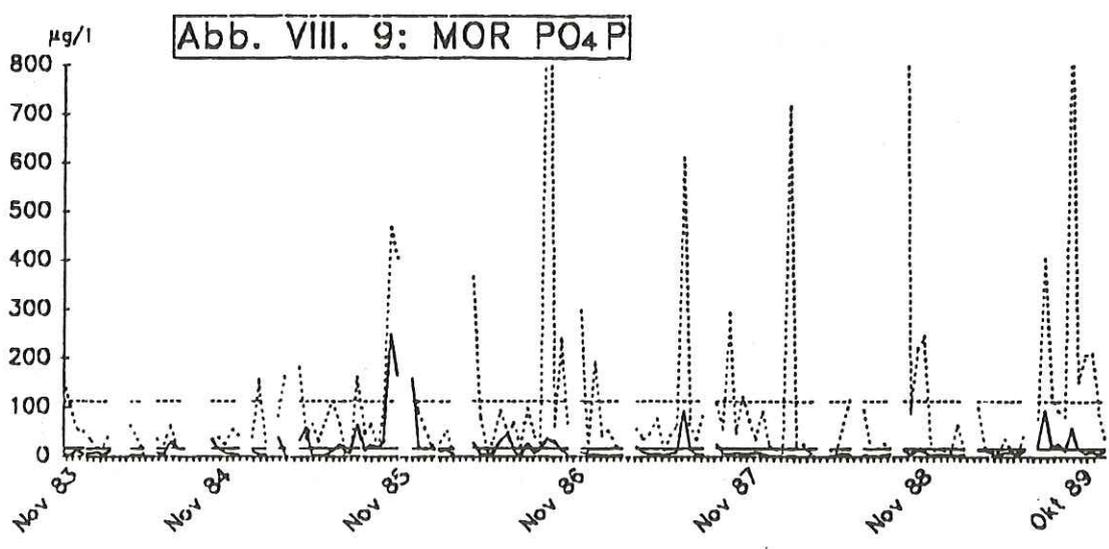
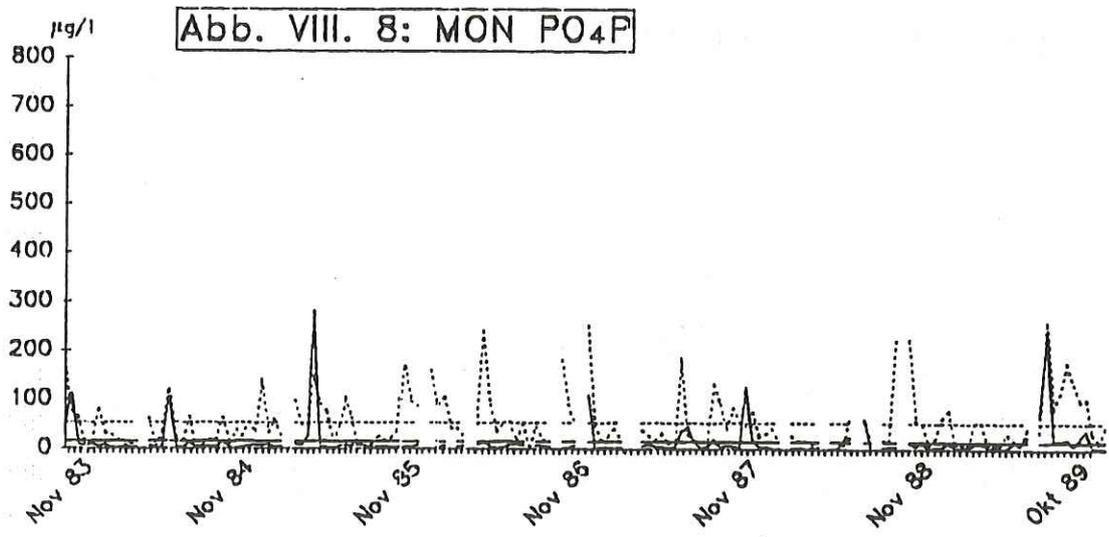
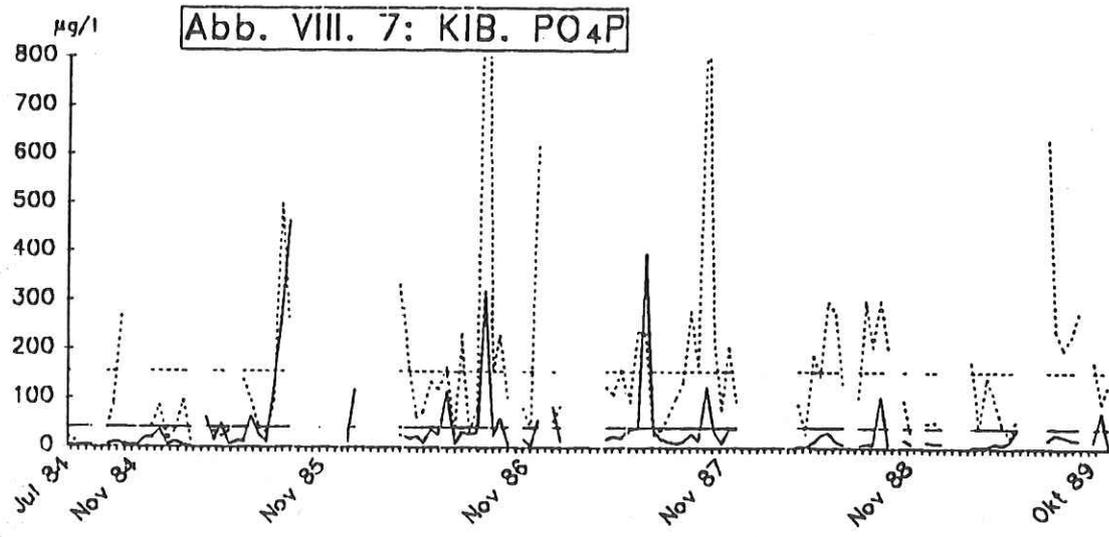


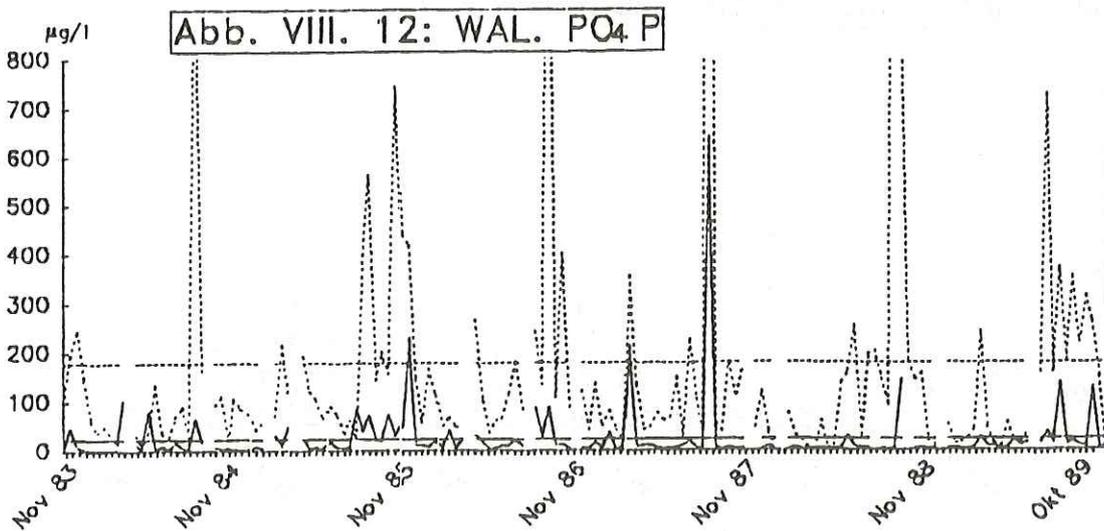
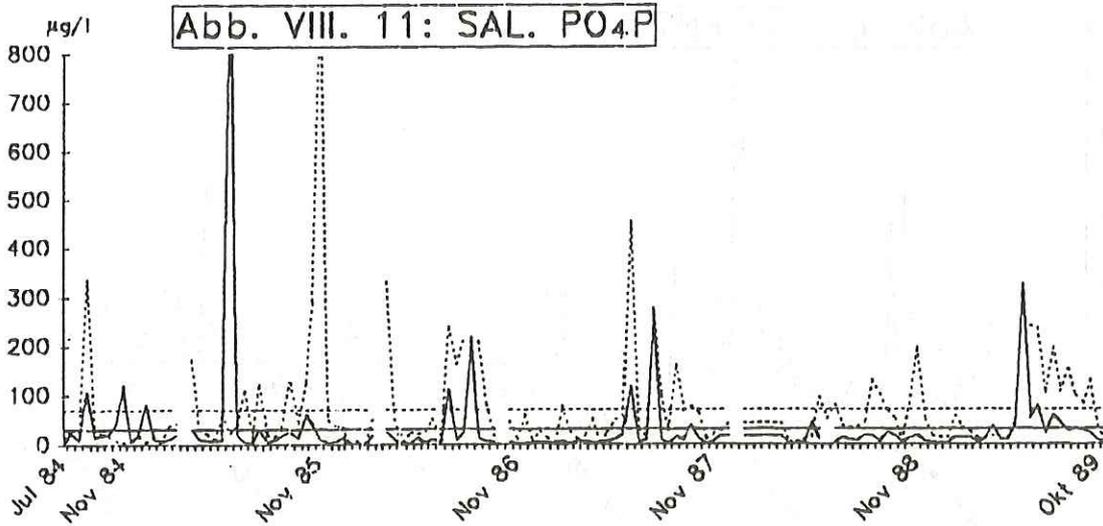
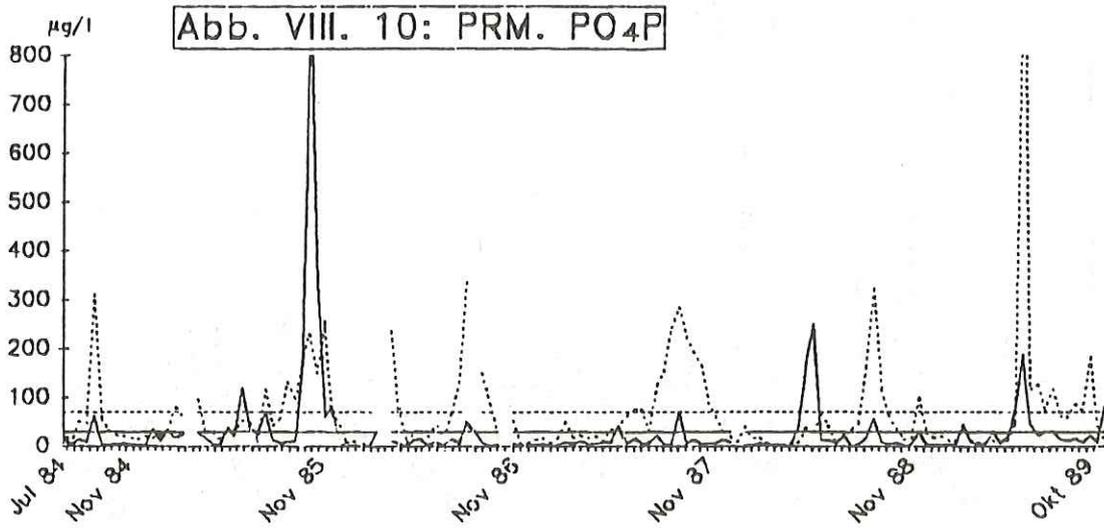
Abb. VII. 12: WAL. Cl

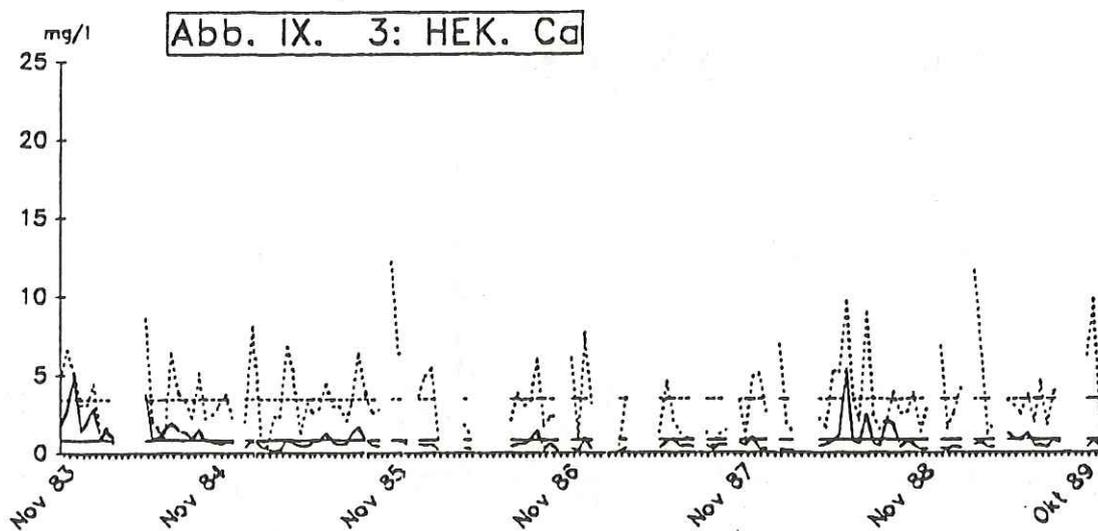
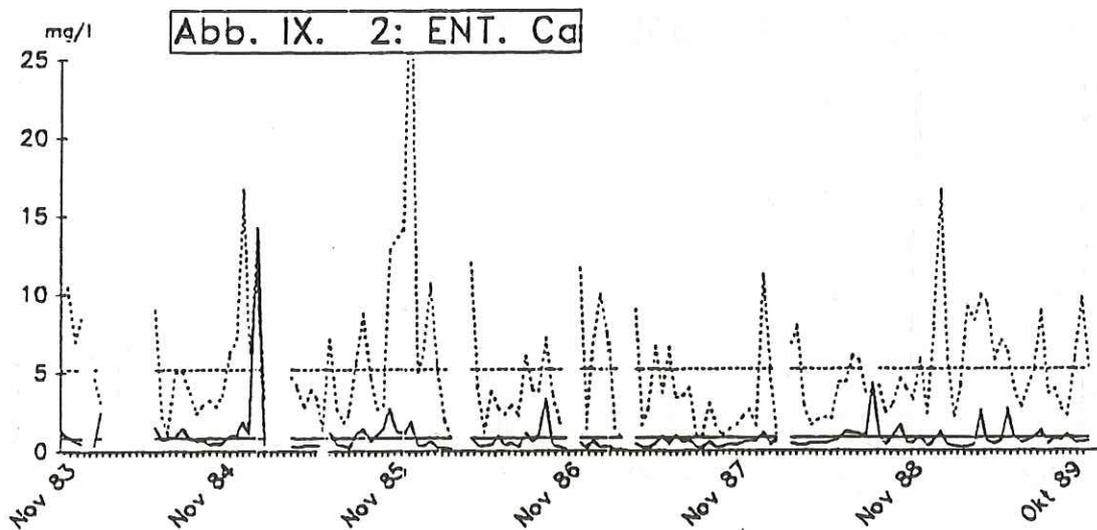
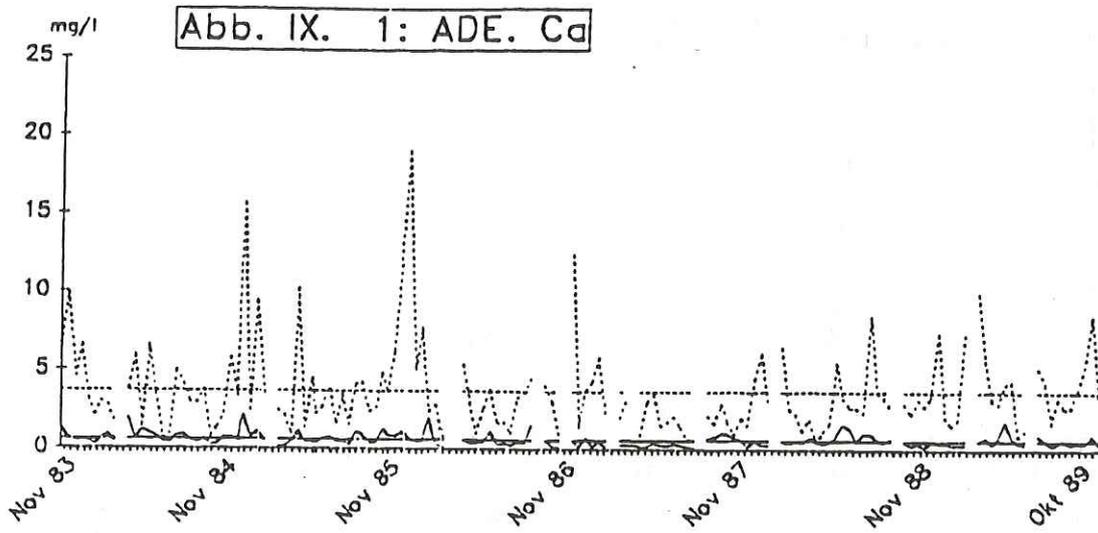


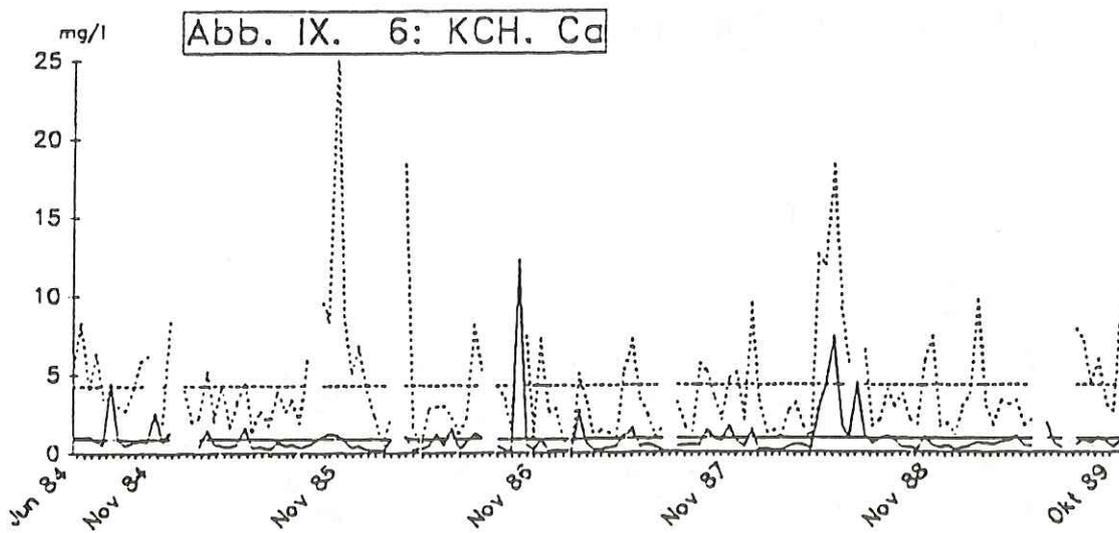
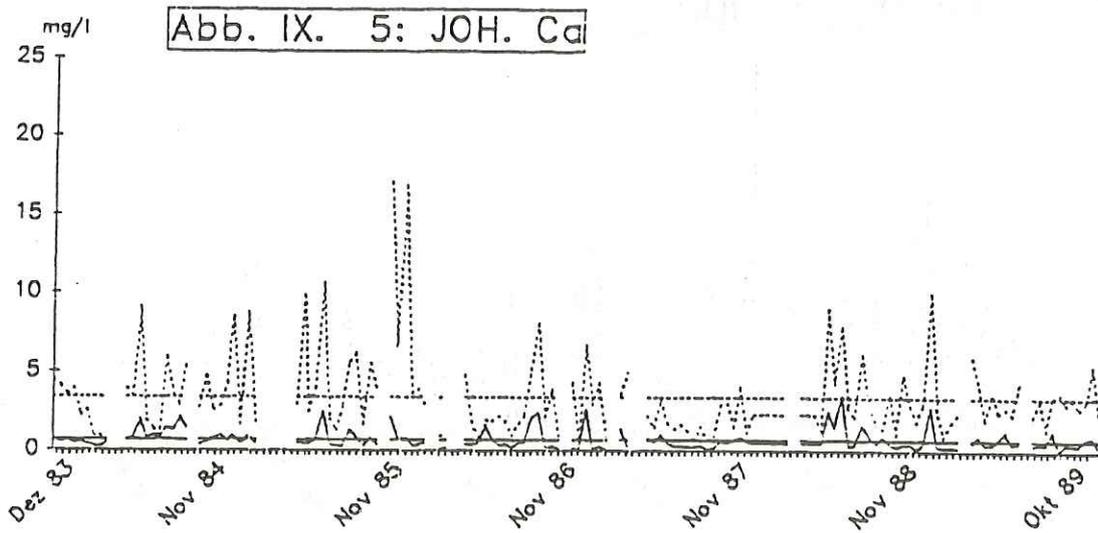
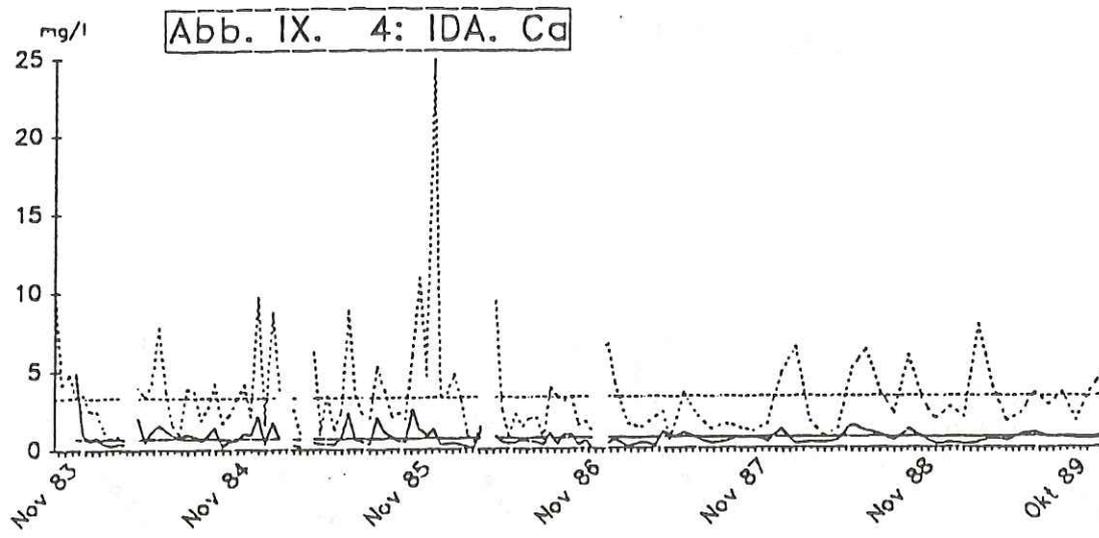


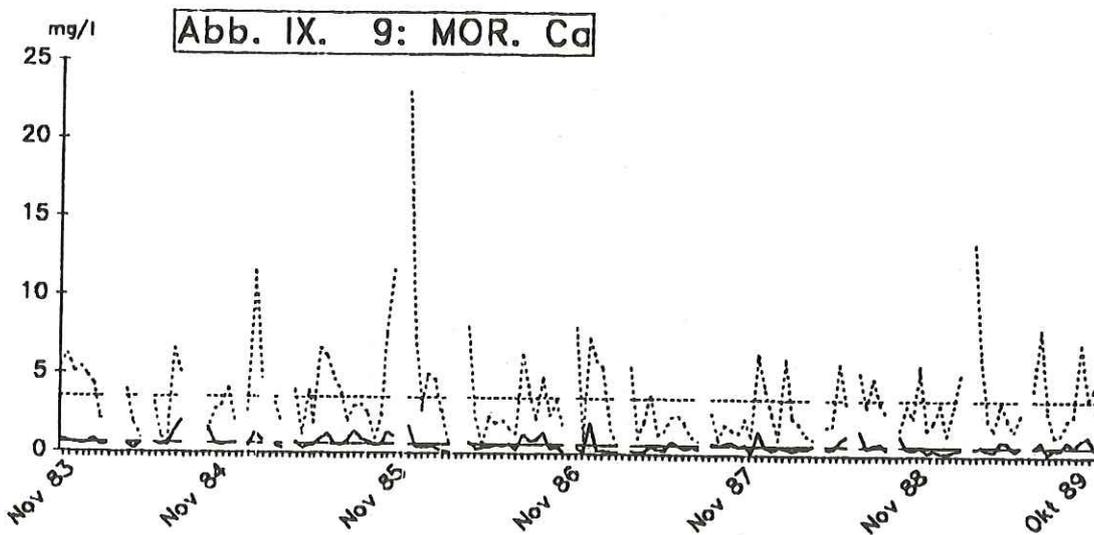
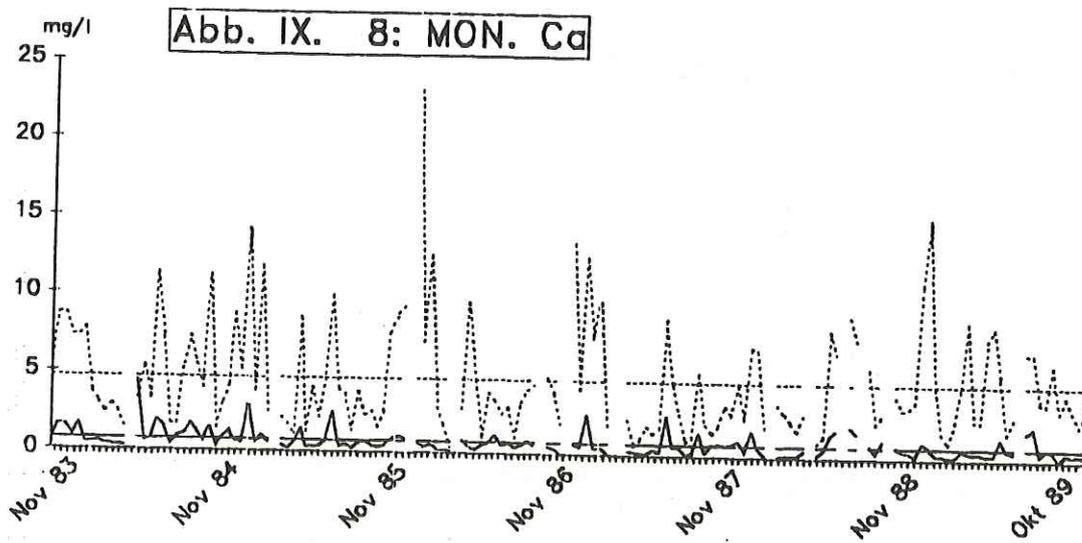
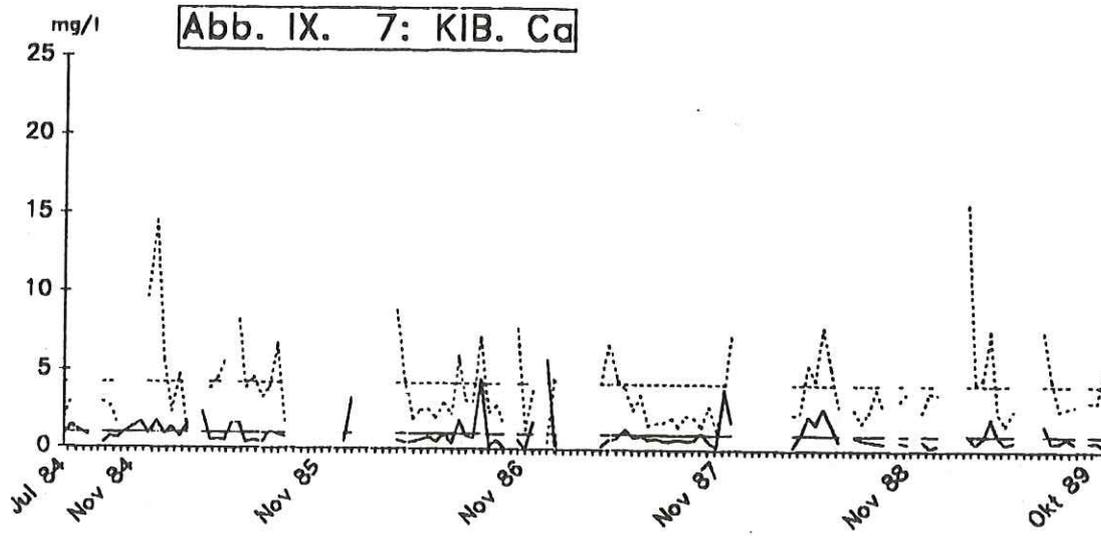


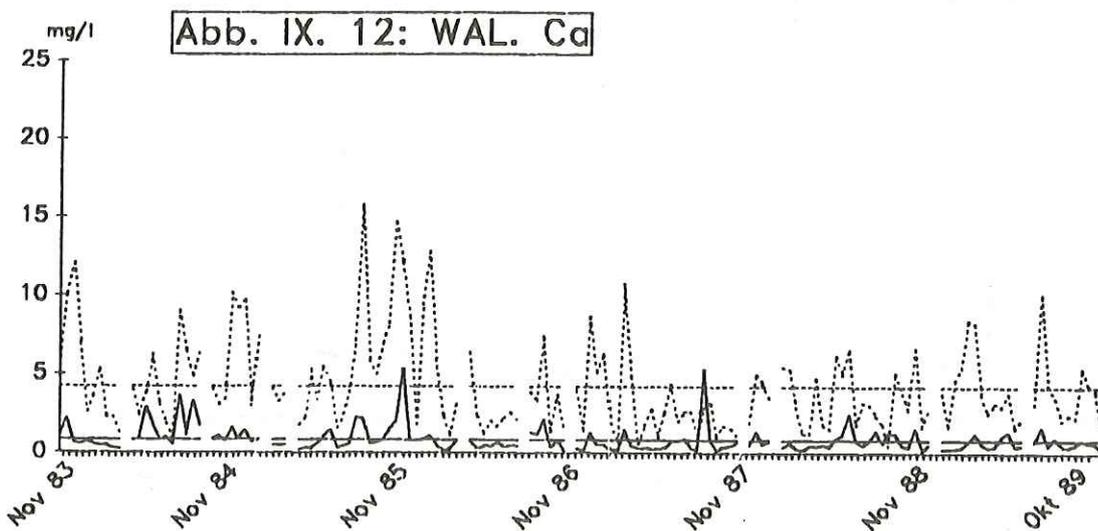
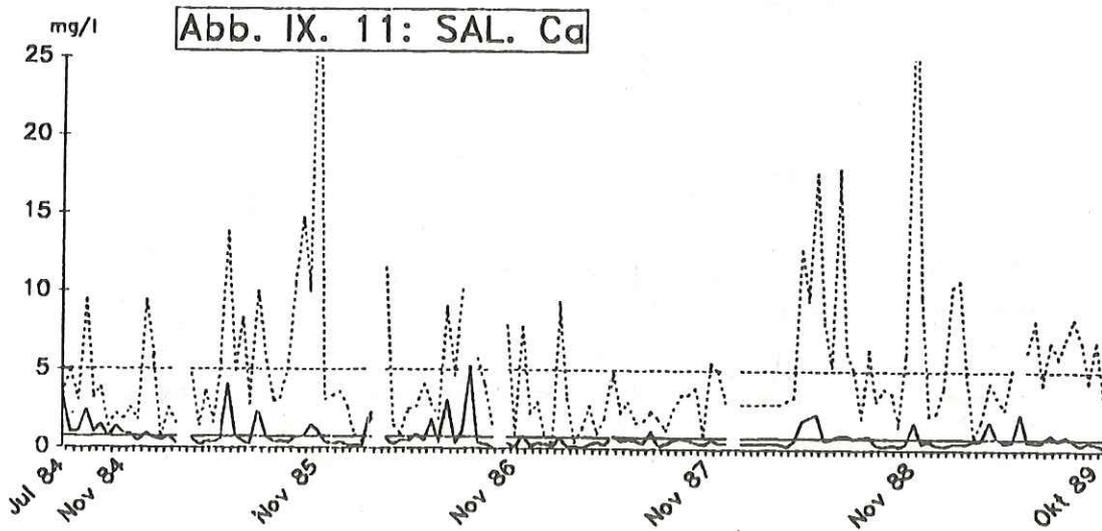
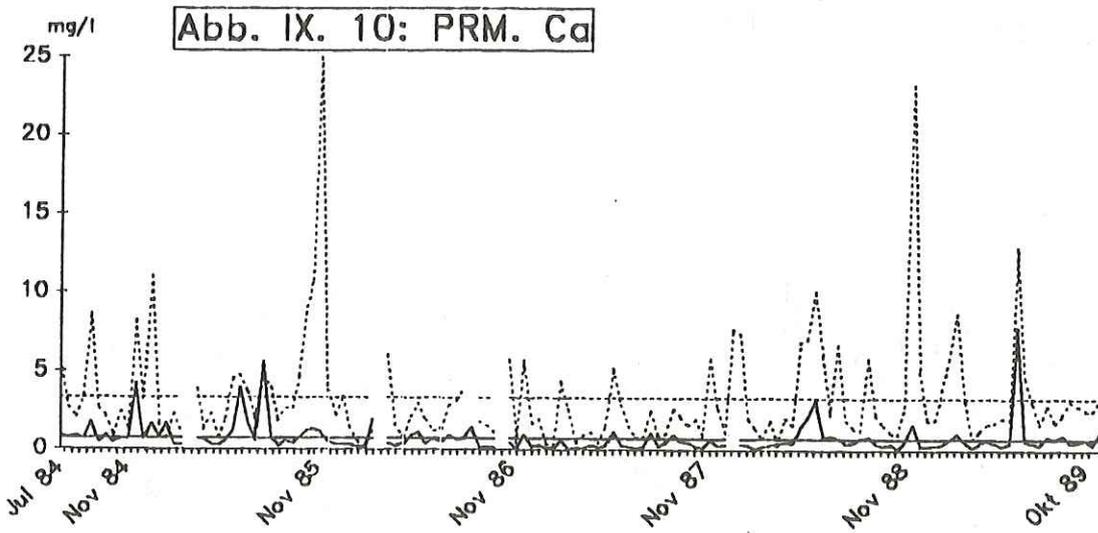












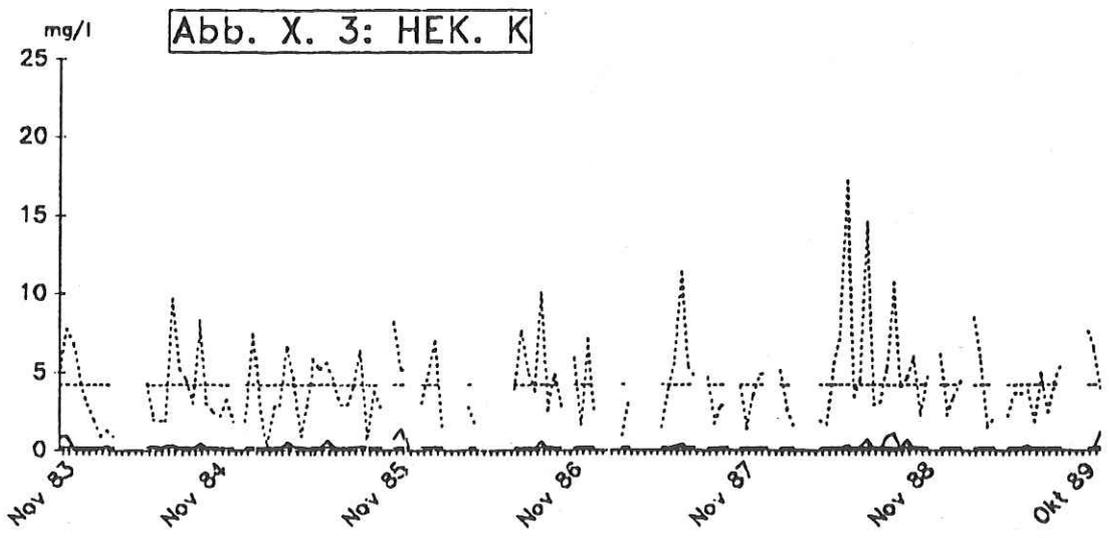
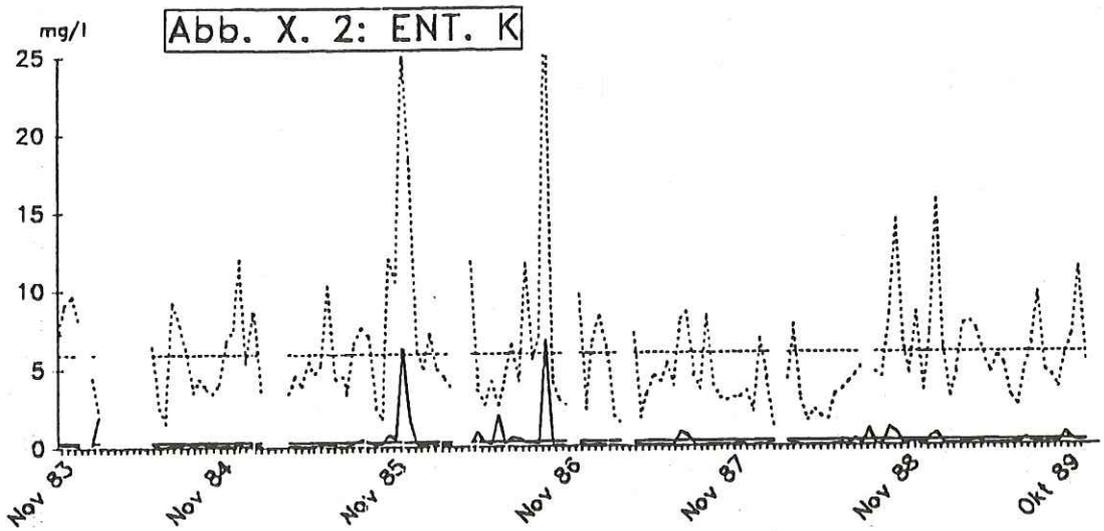
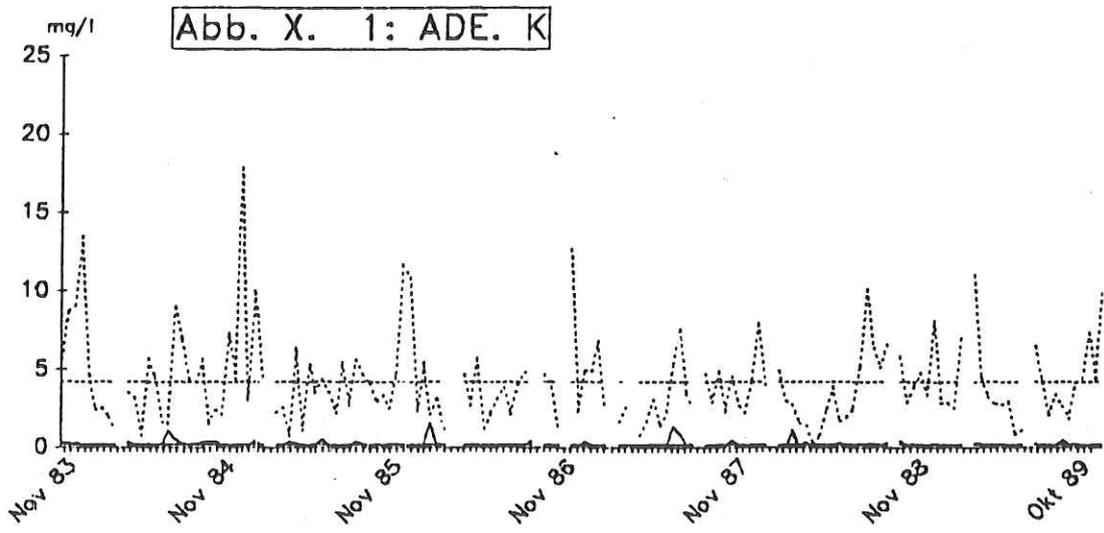


Abb. X. 4: IDA. K

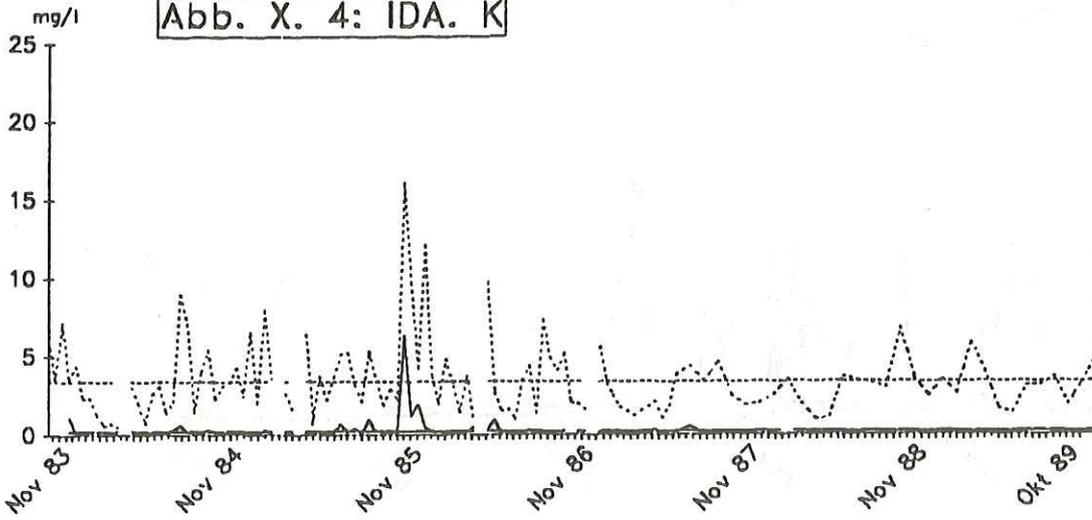


Abb. X. 5: JOH. K

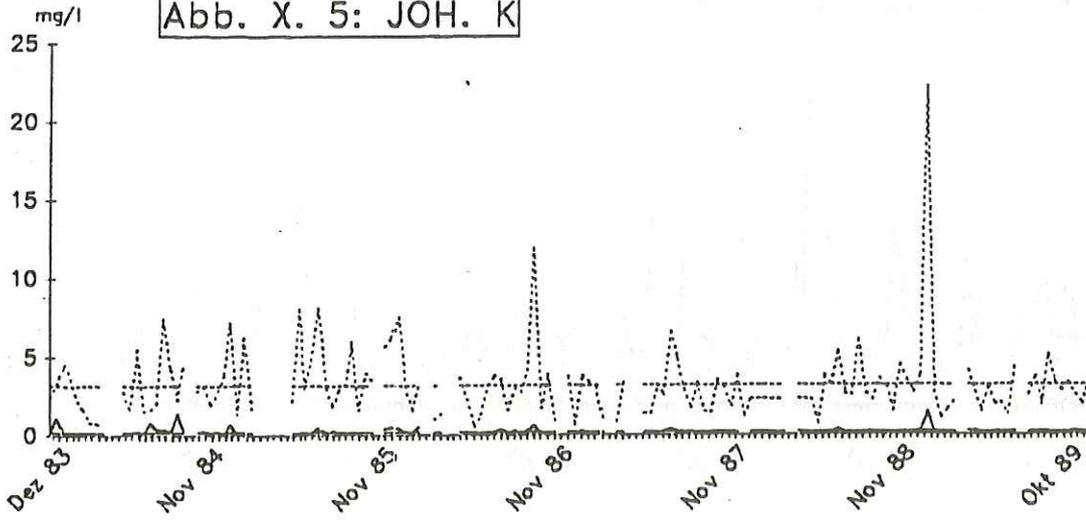
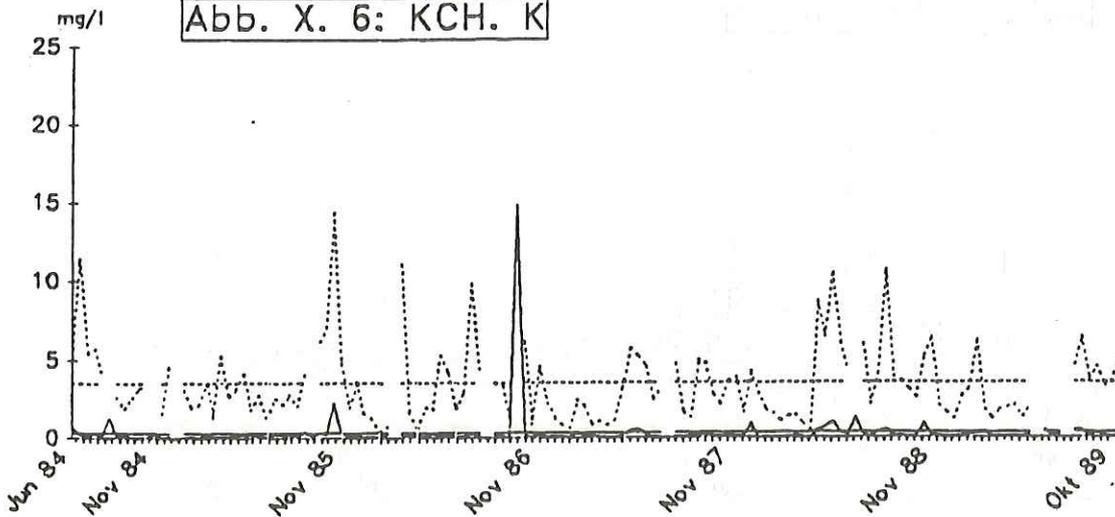
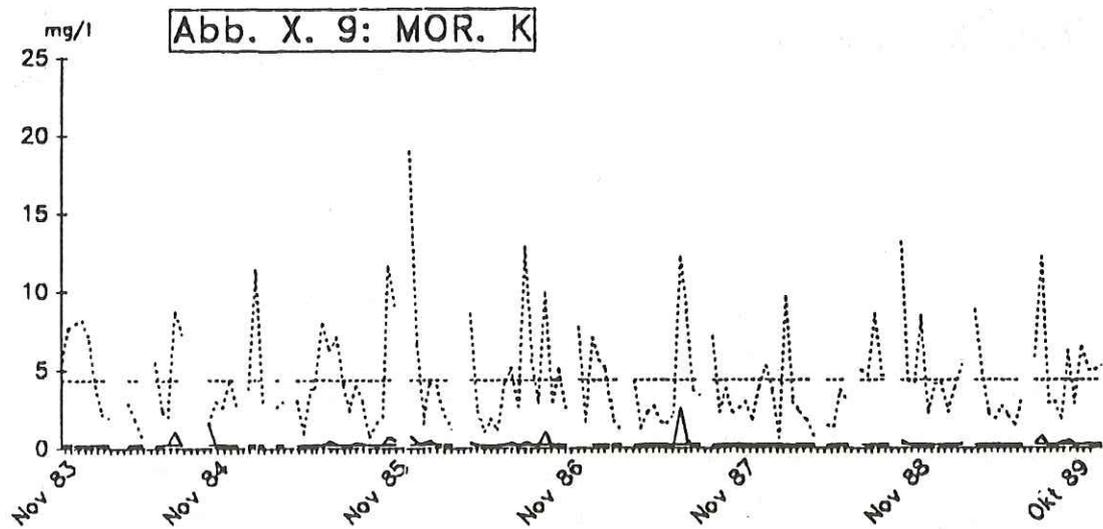
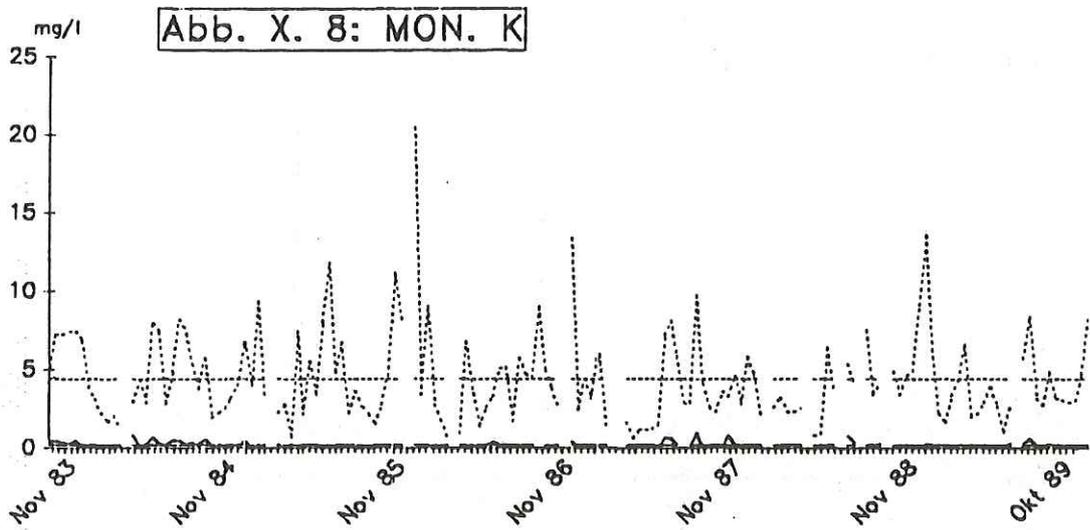
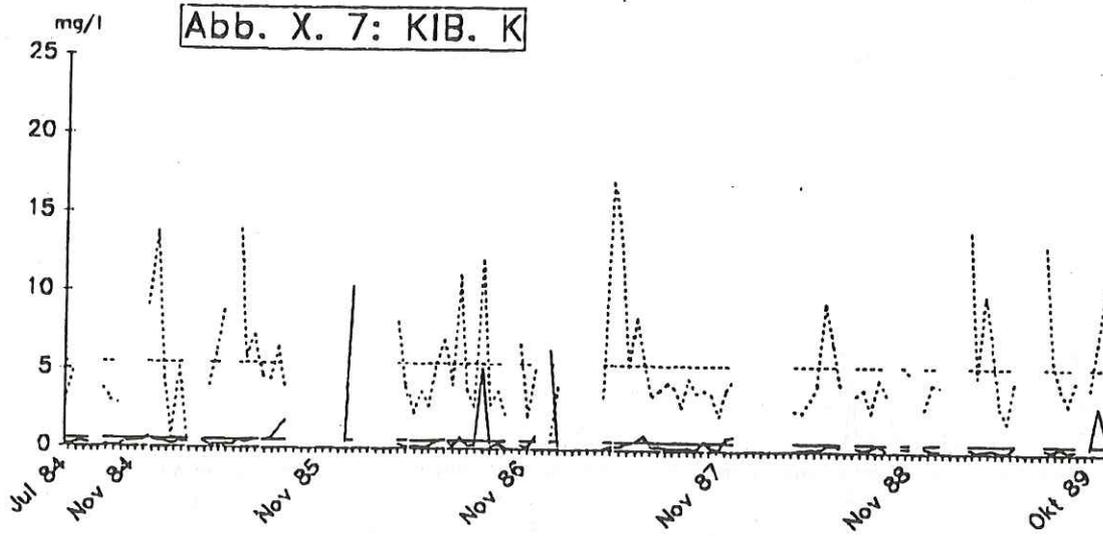
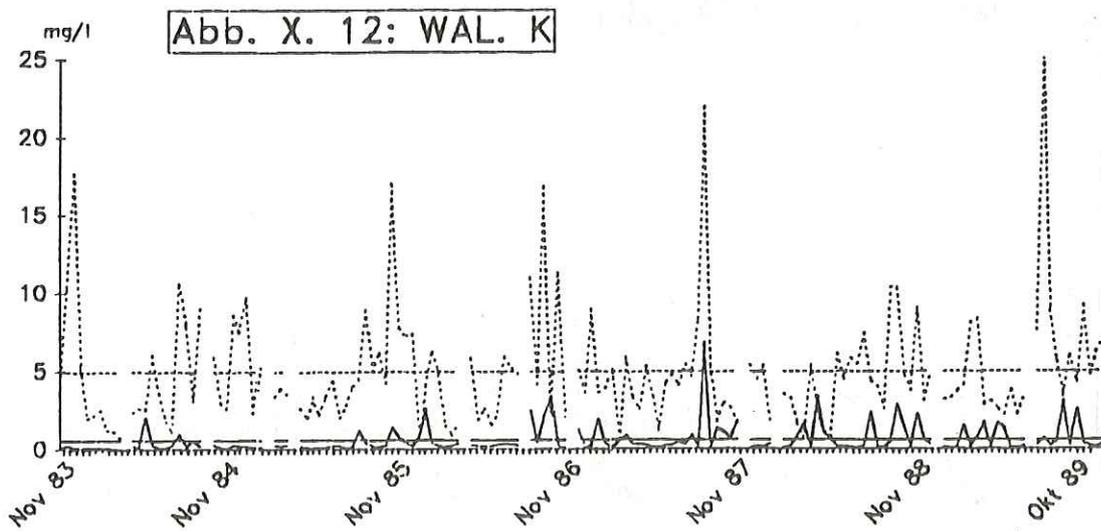
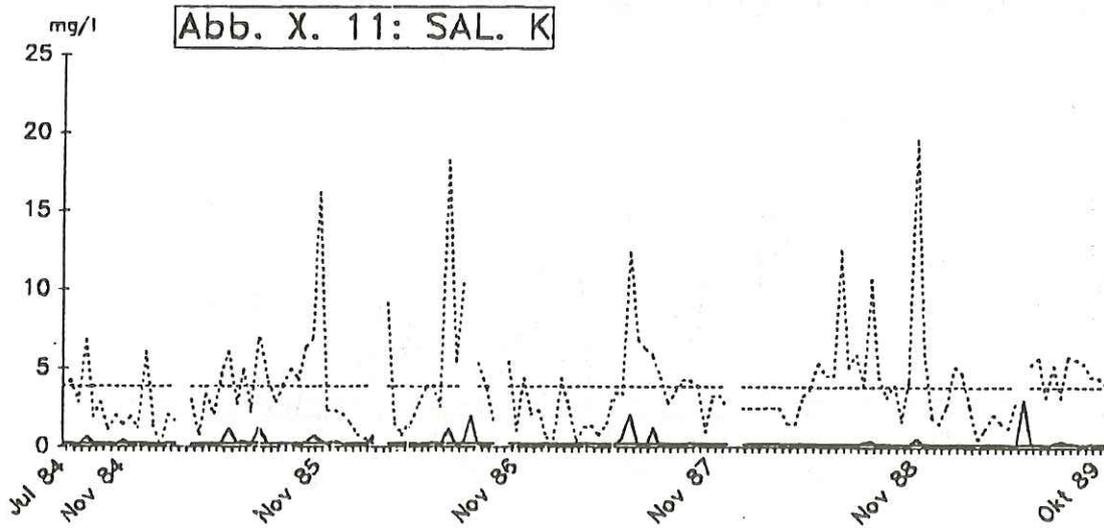
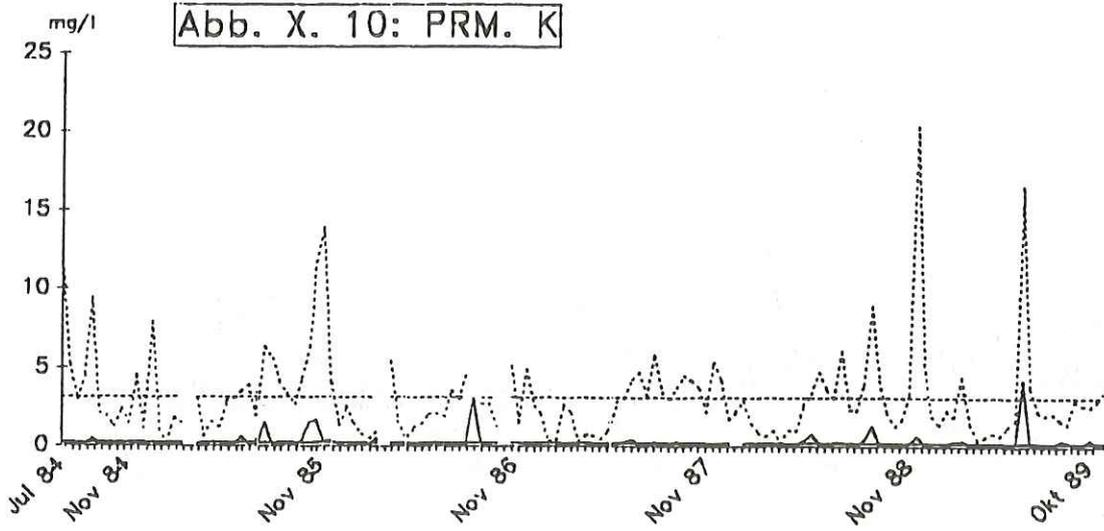
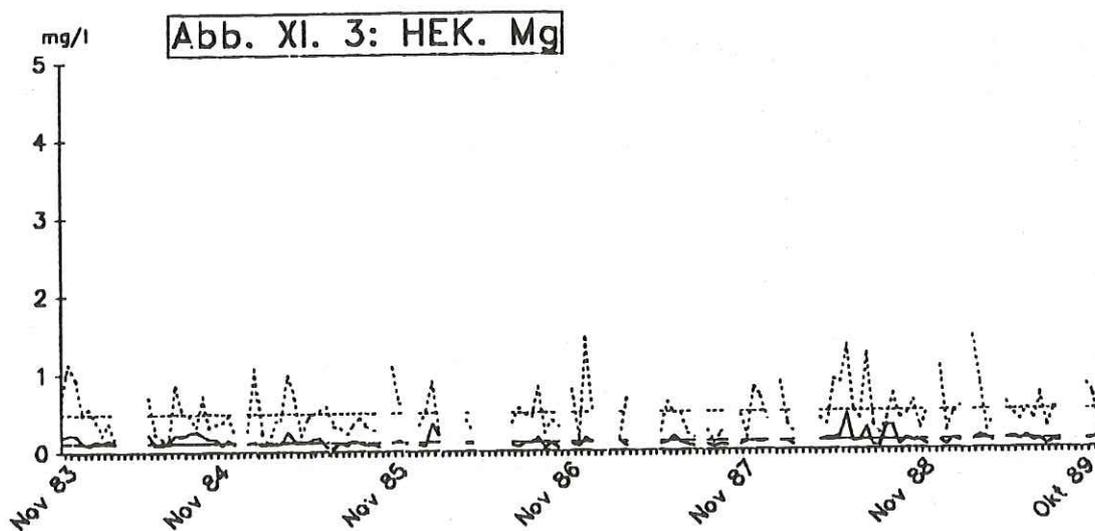
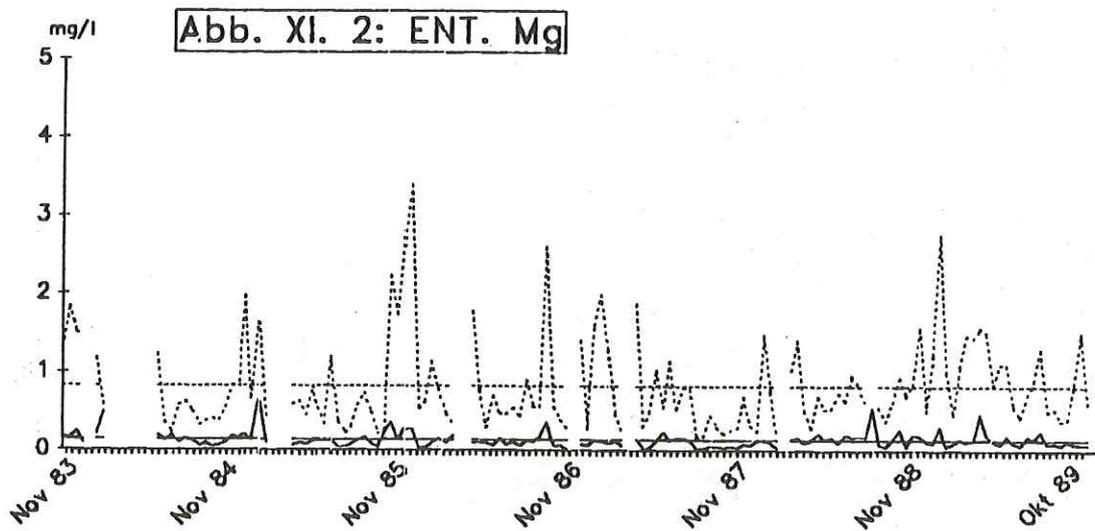
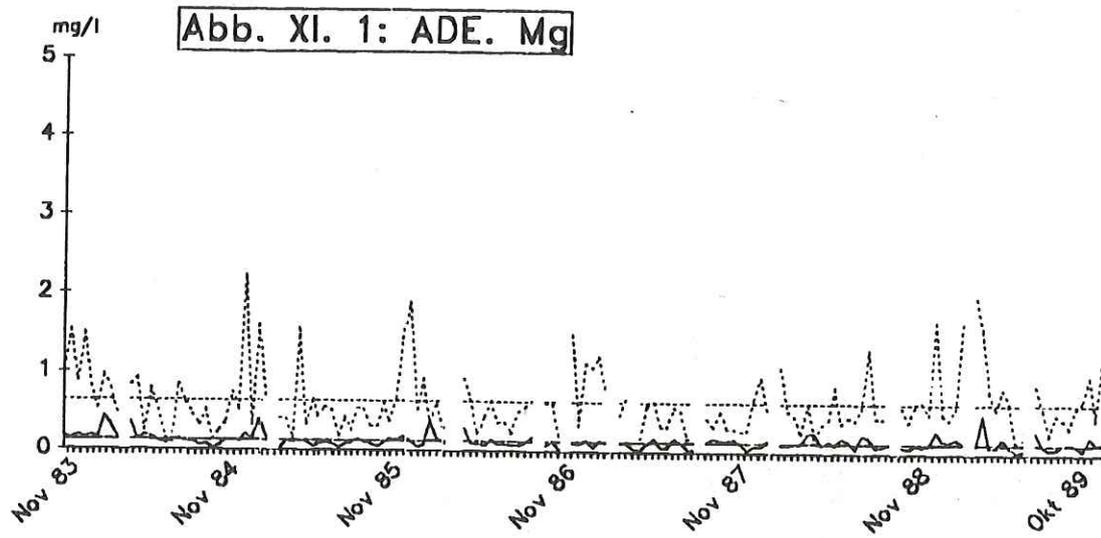


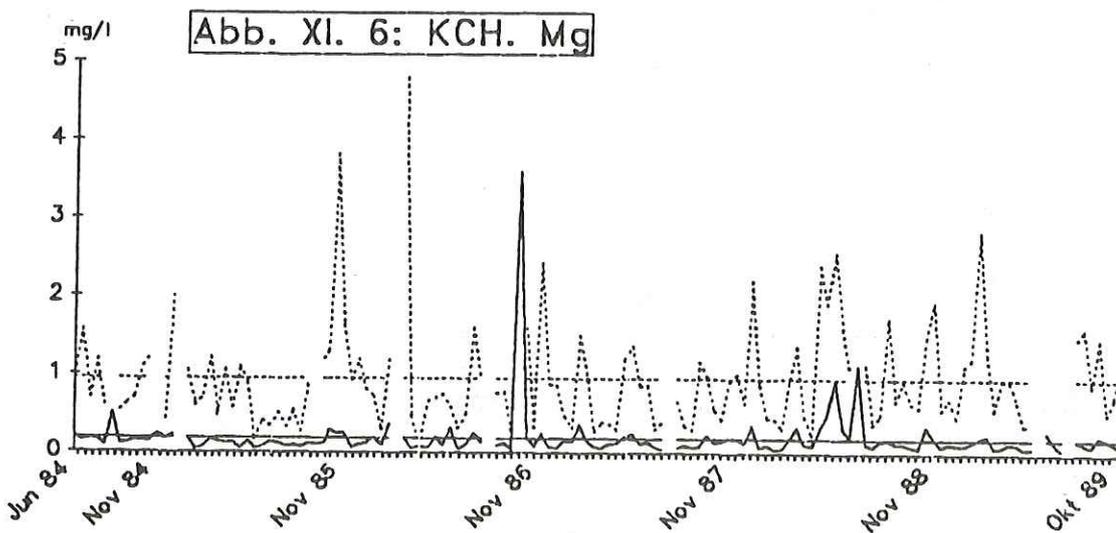
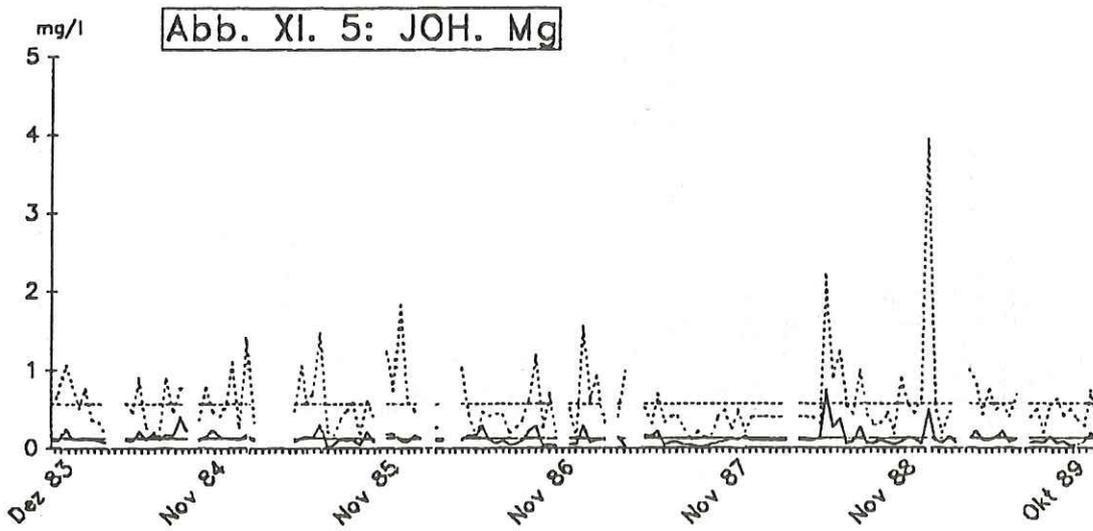
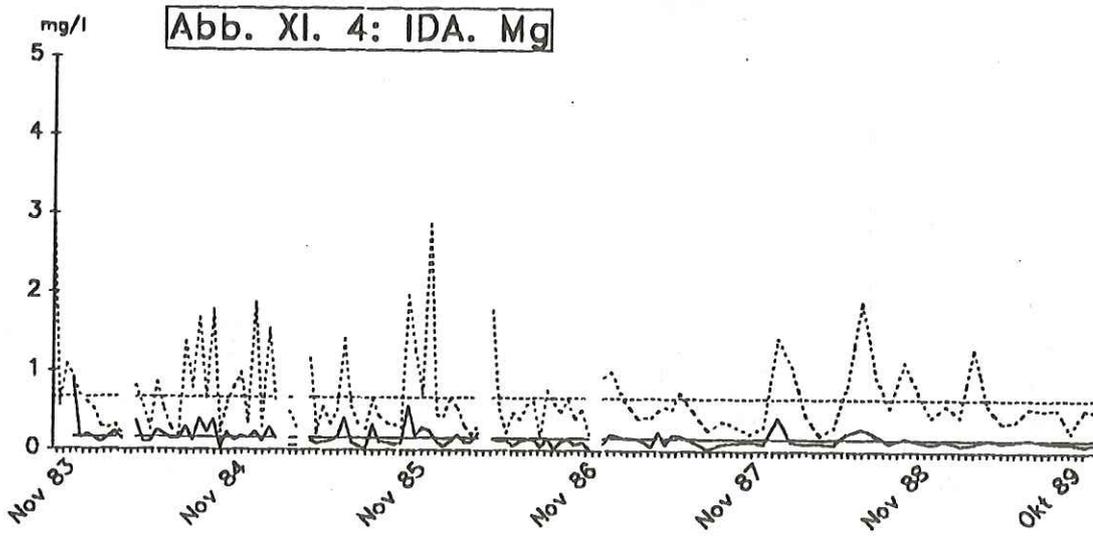
Abb. X. 6: KCH. K

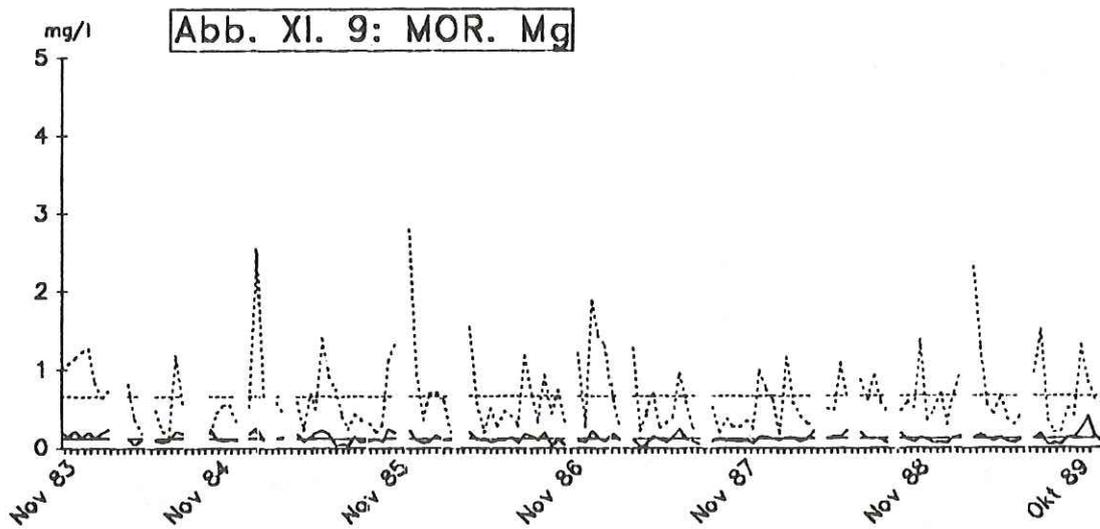
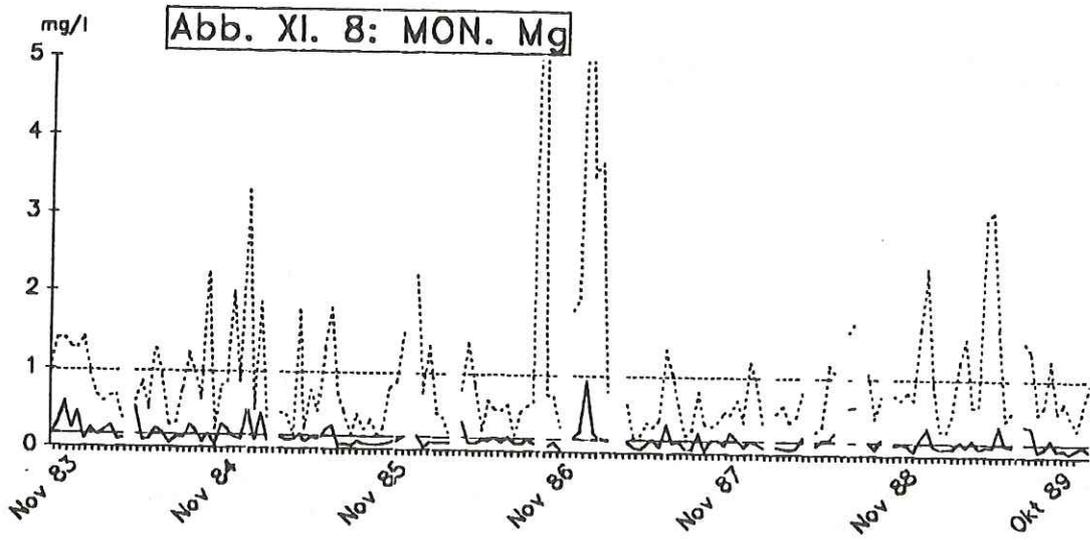
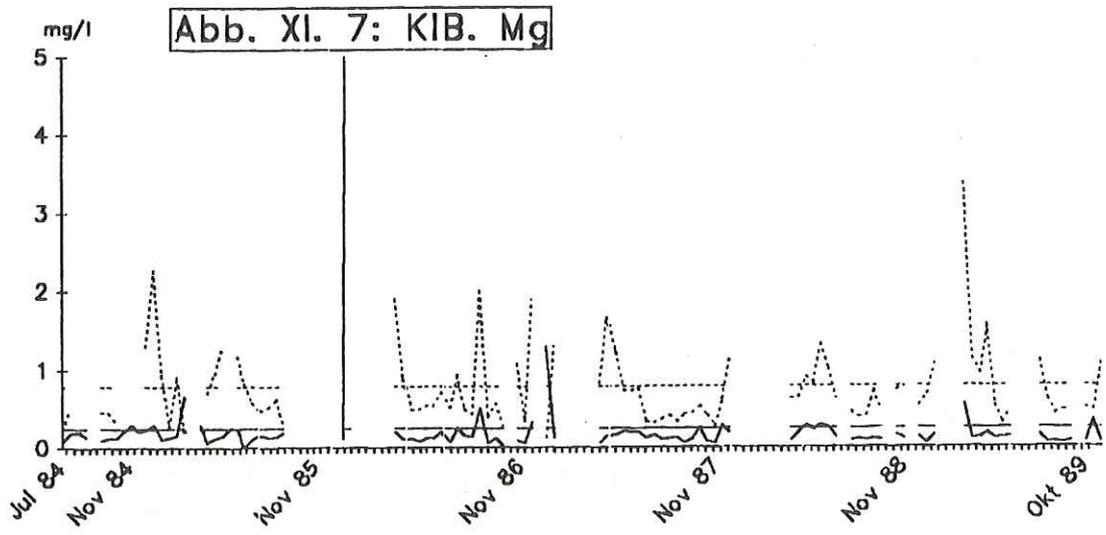


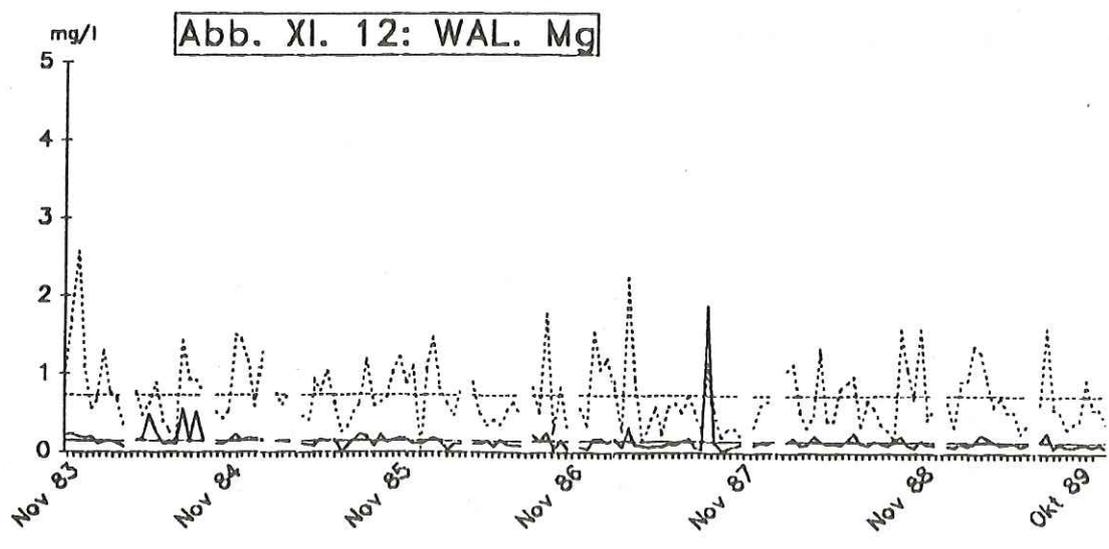
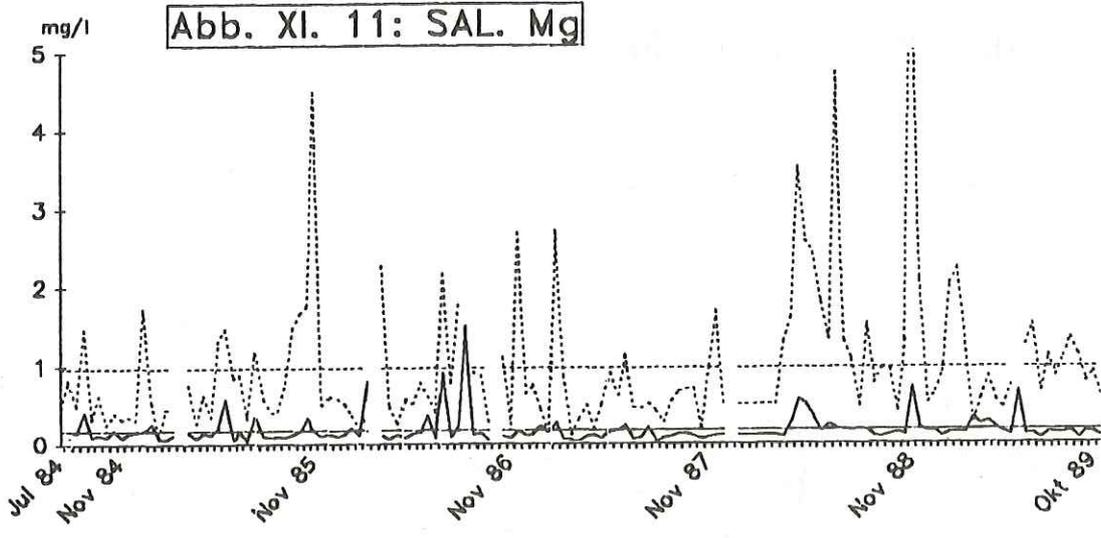
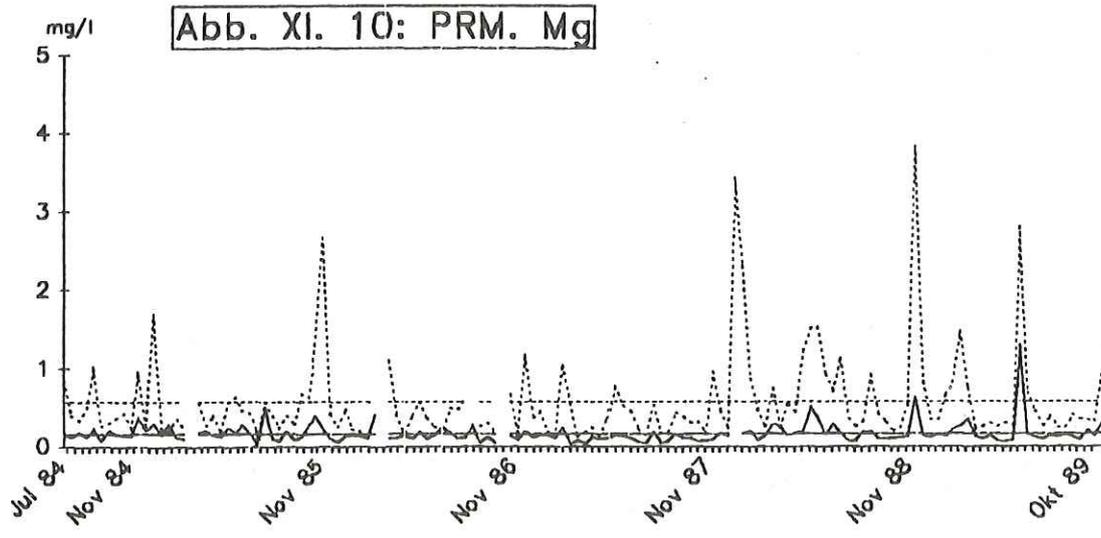


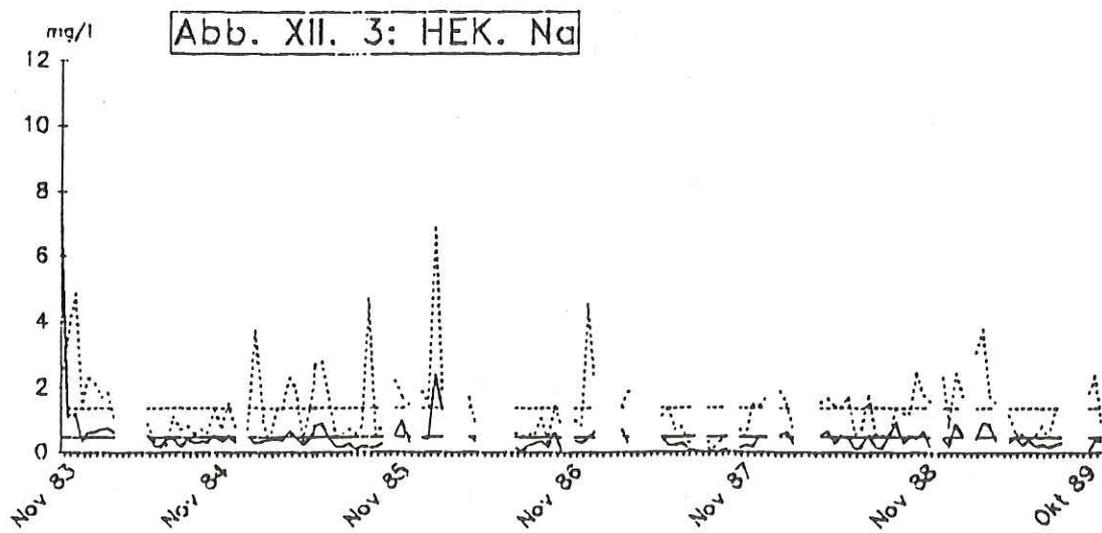
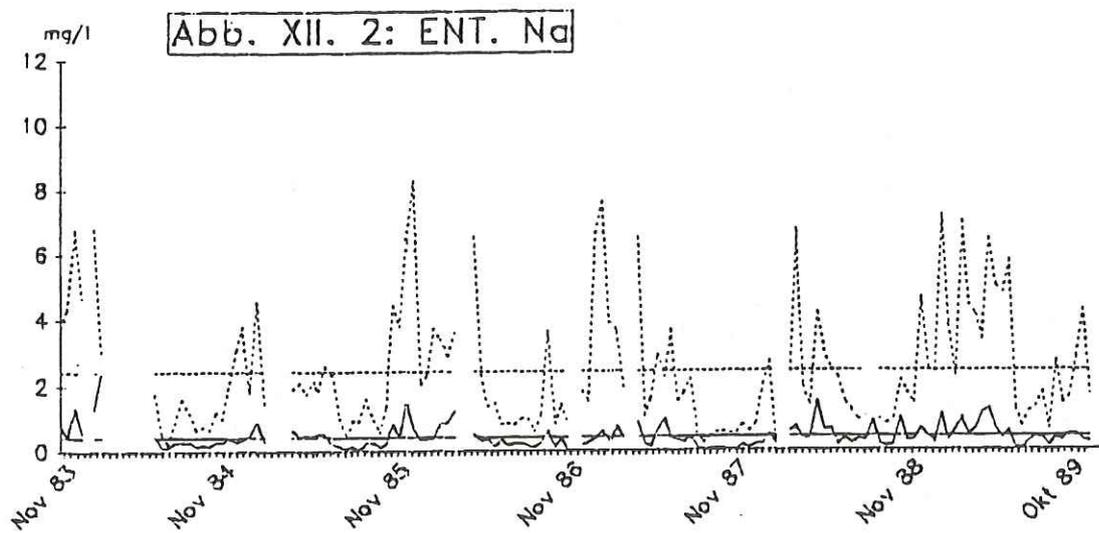
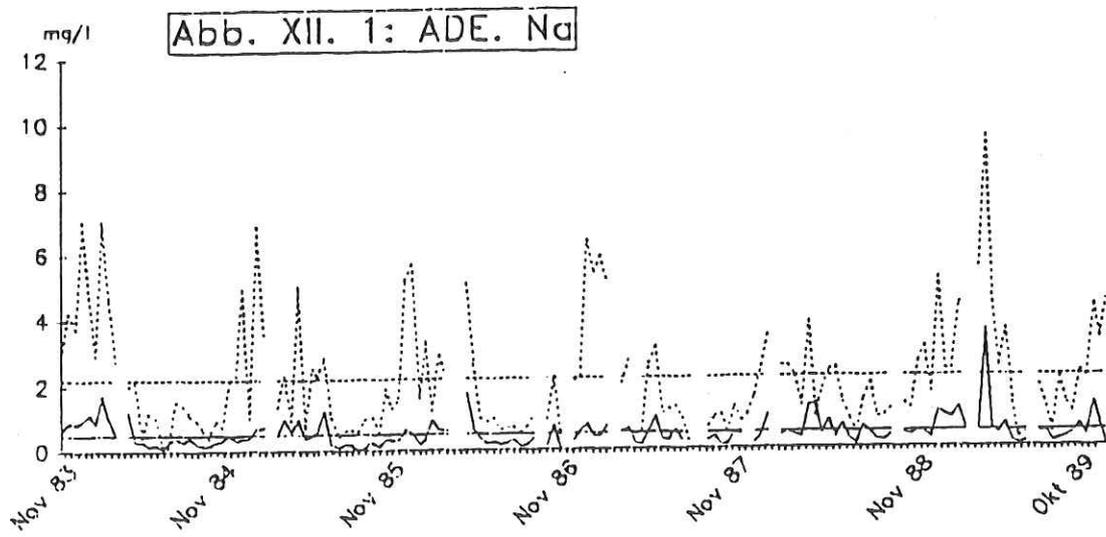


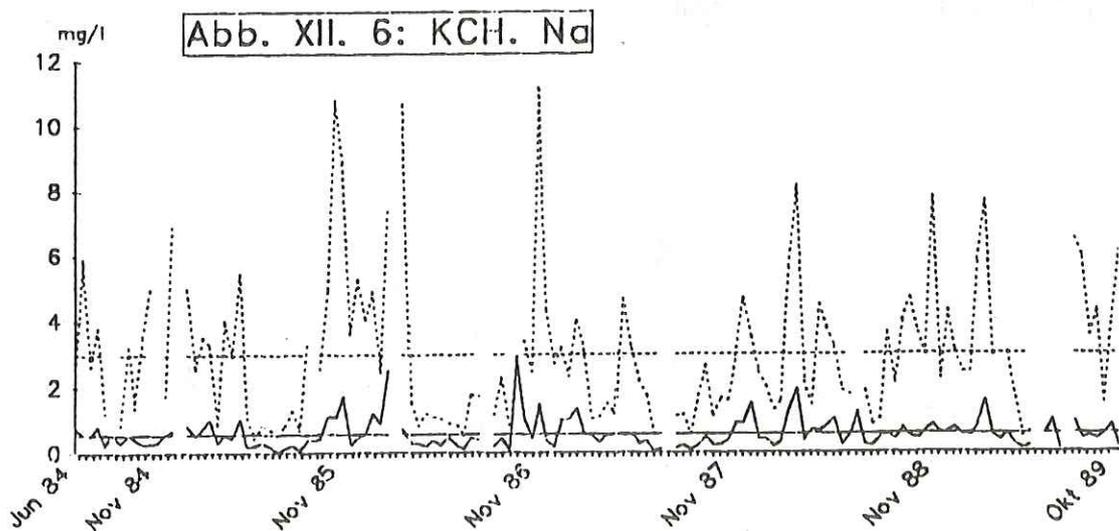
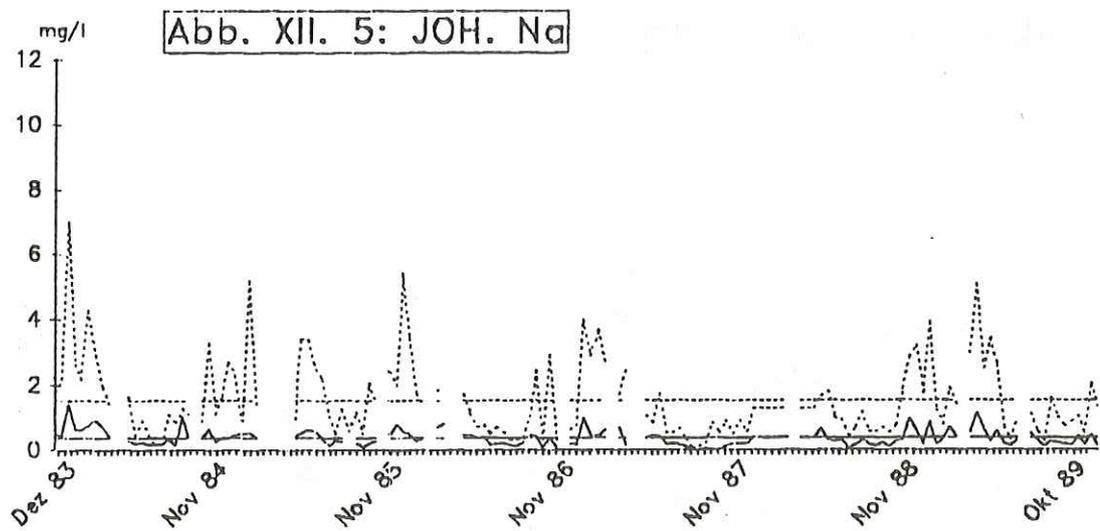
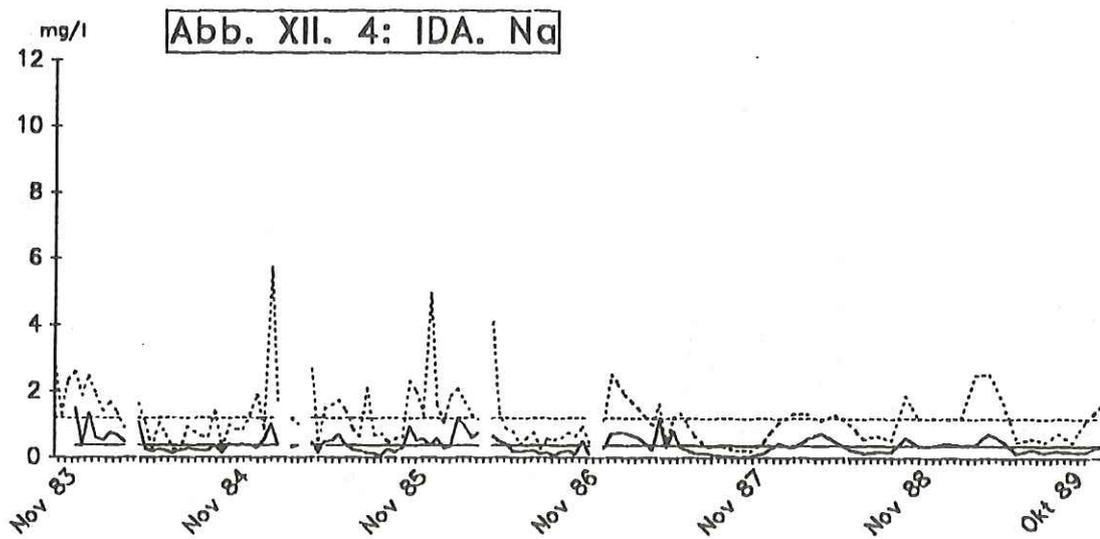


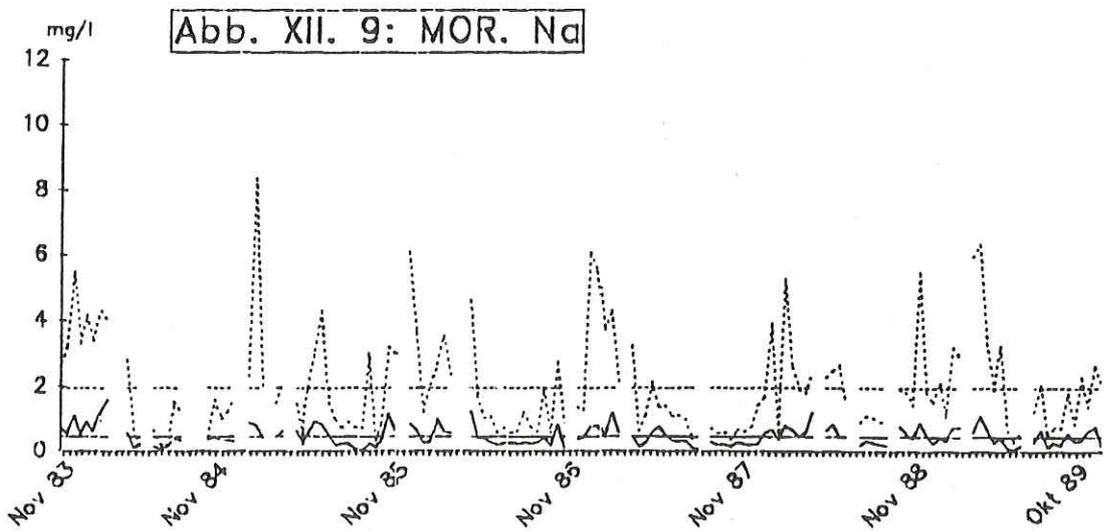
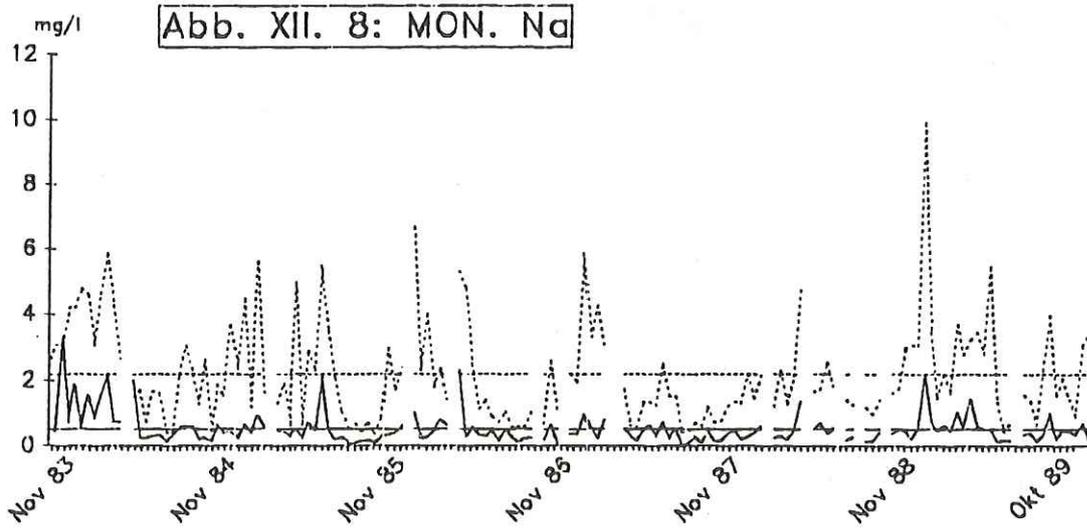
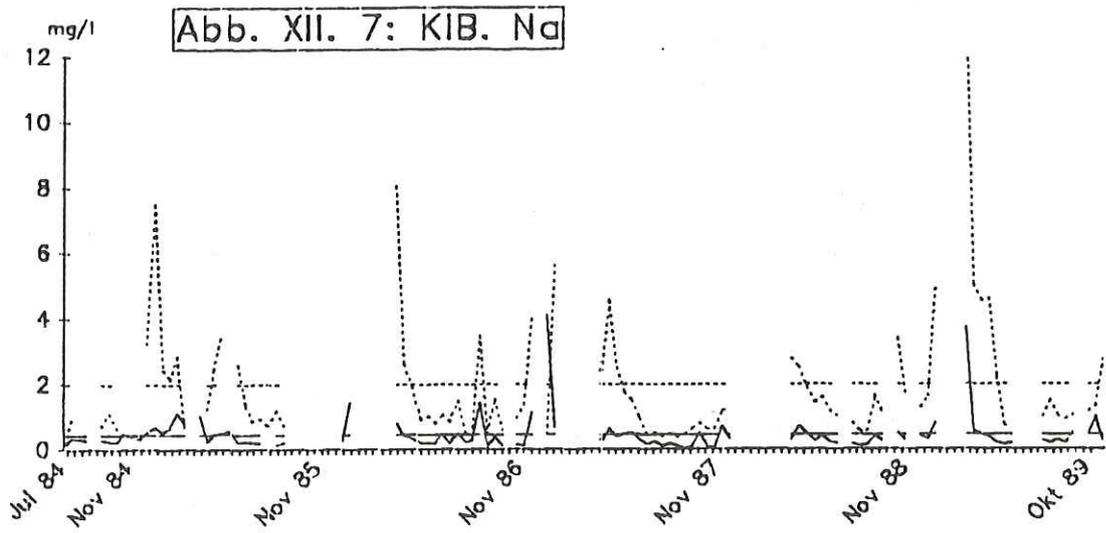


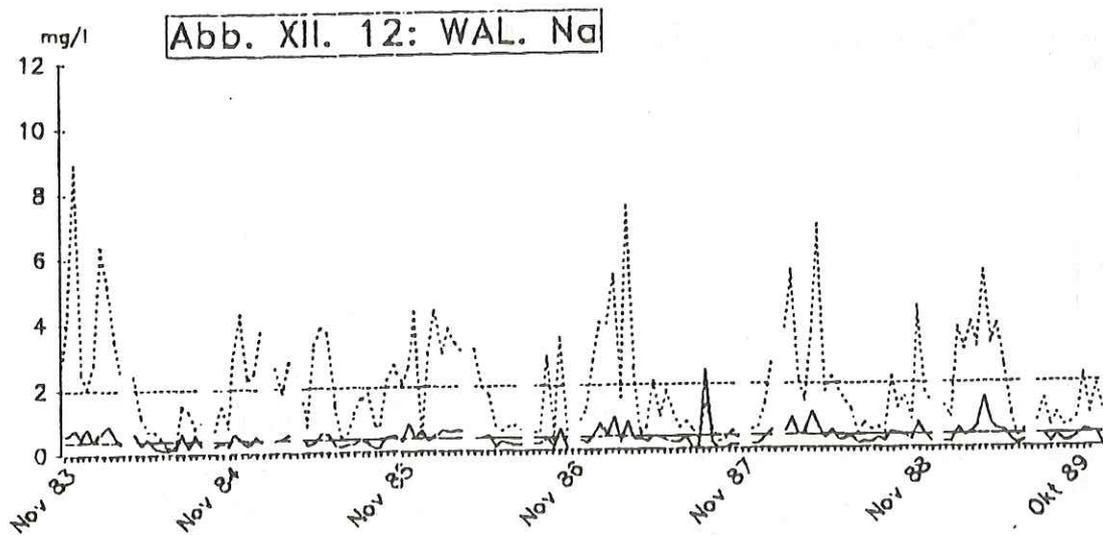
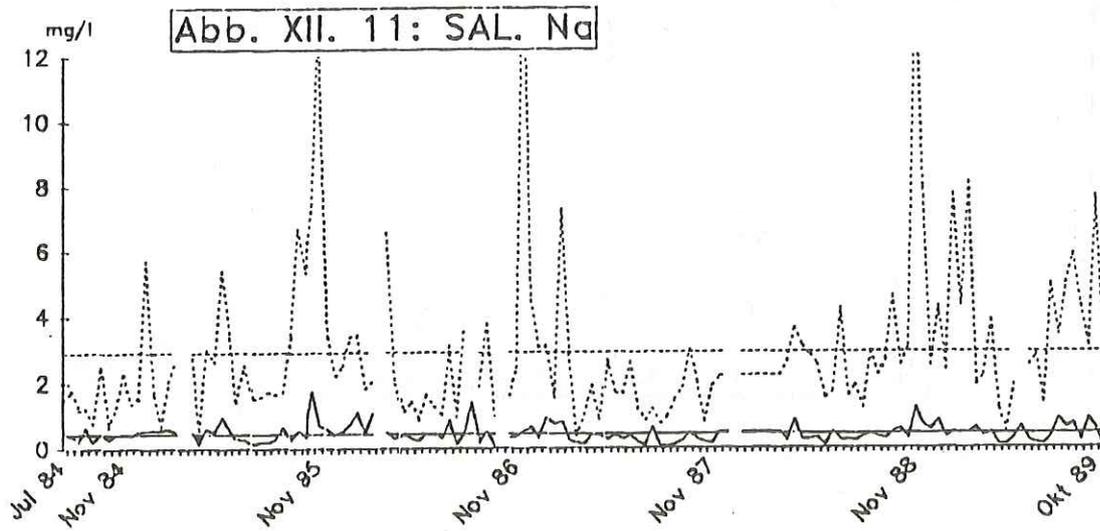
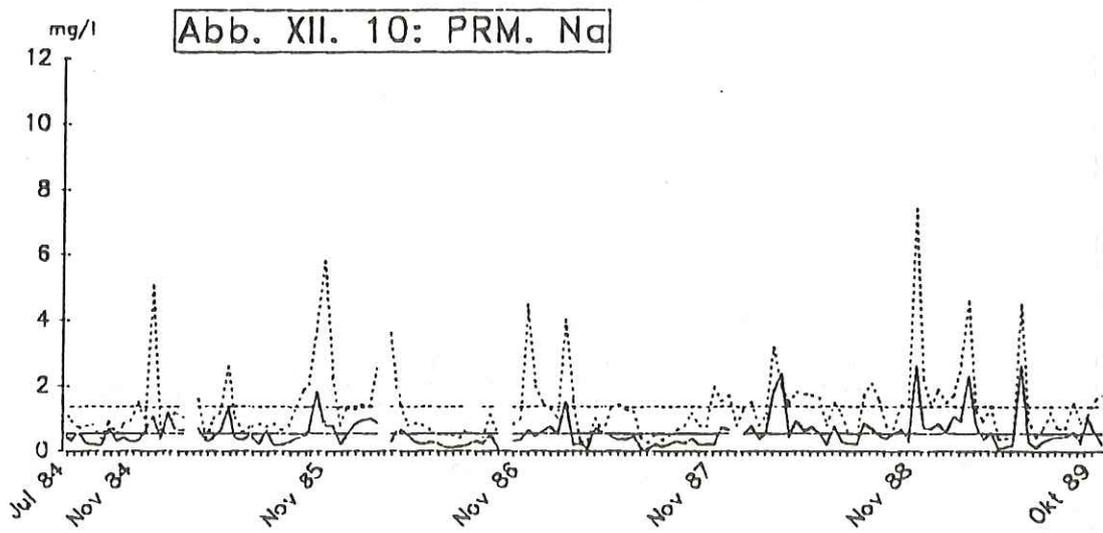


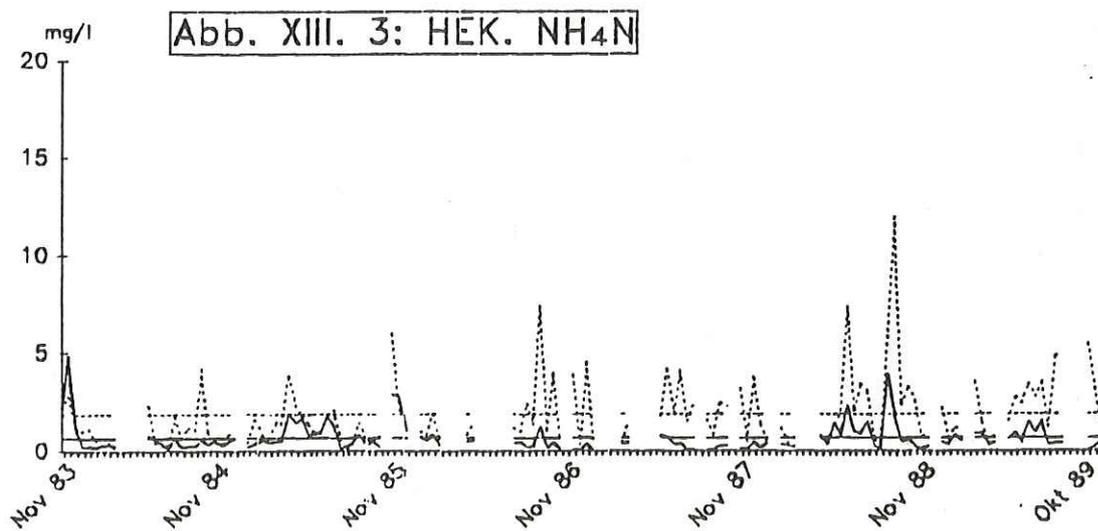
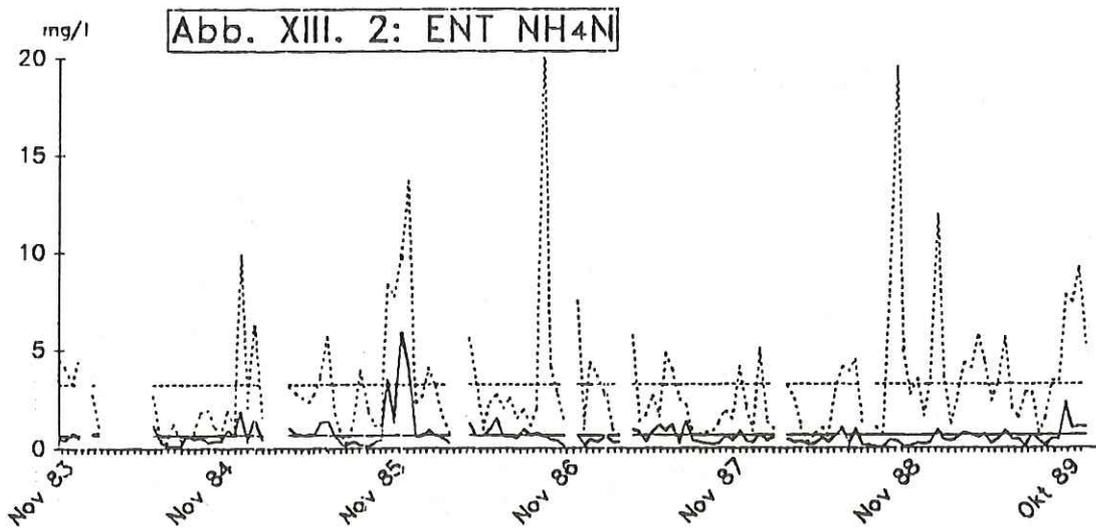
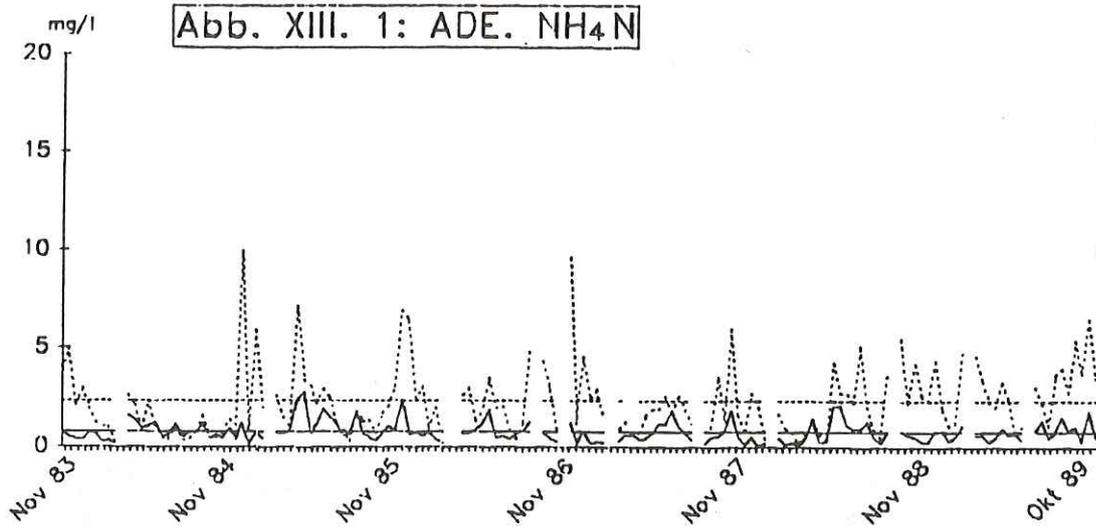


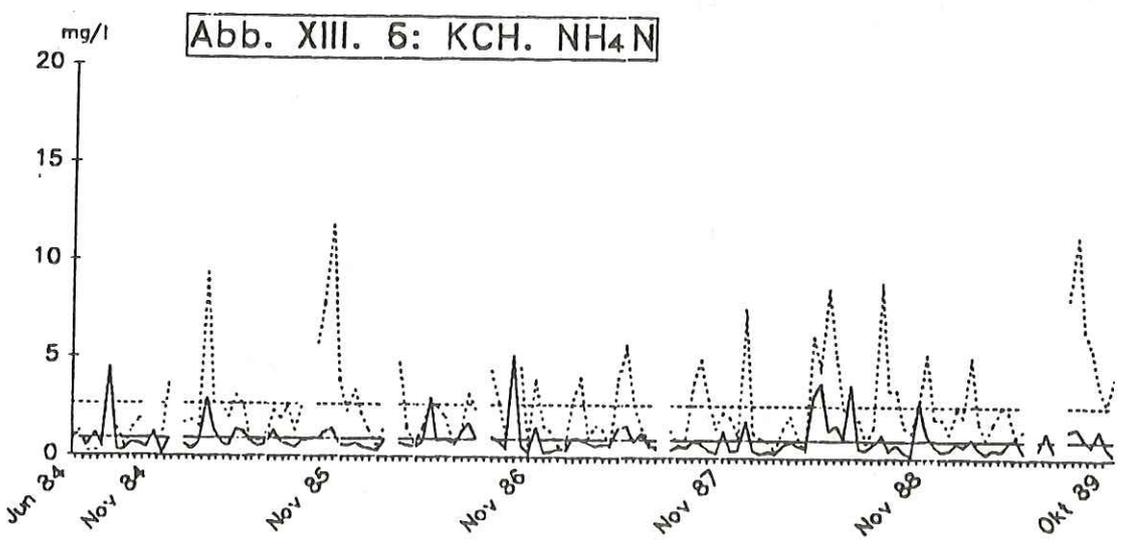
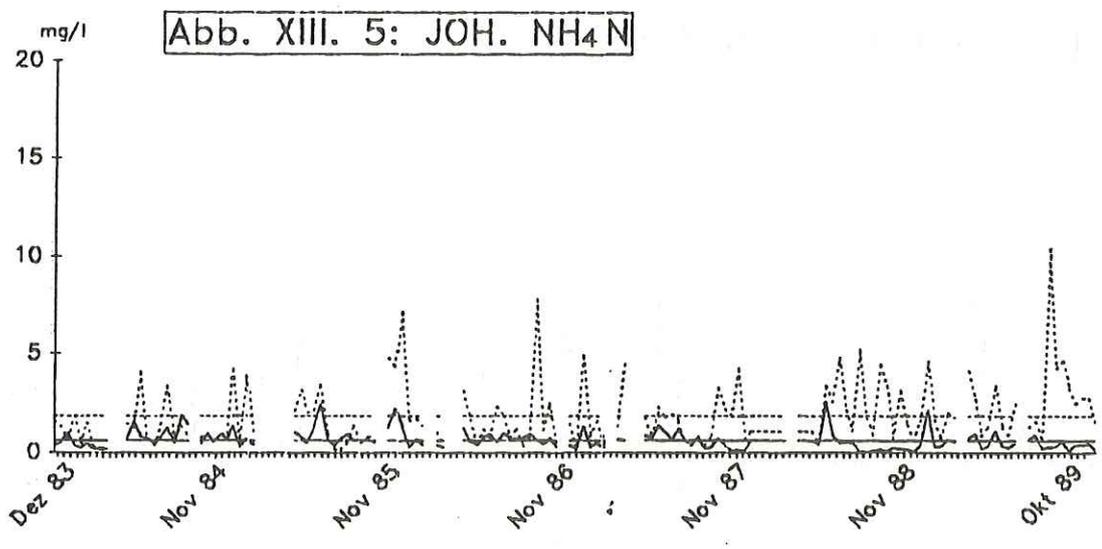
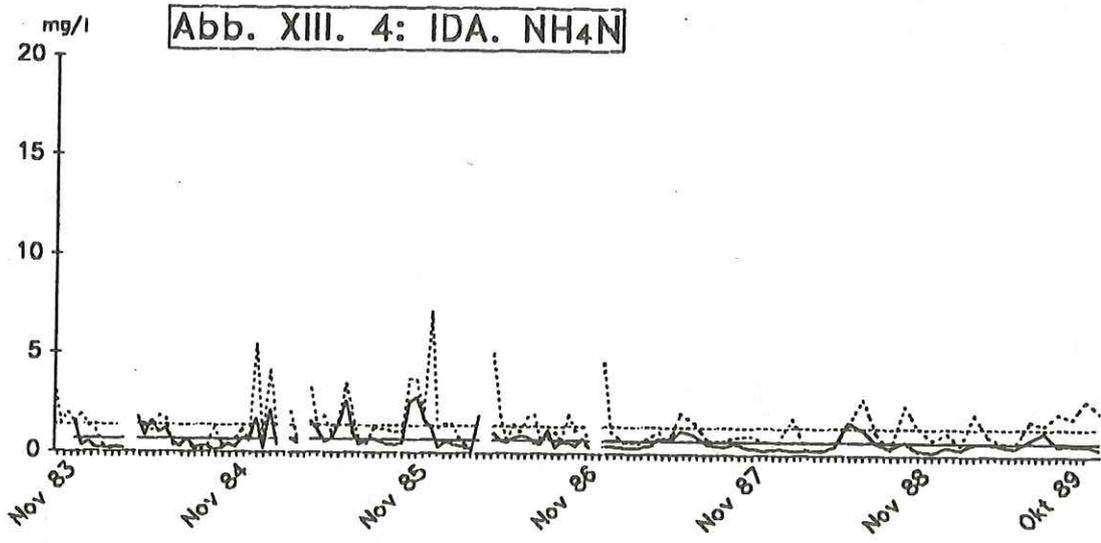


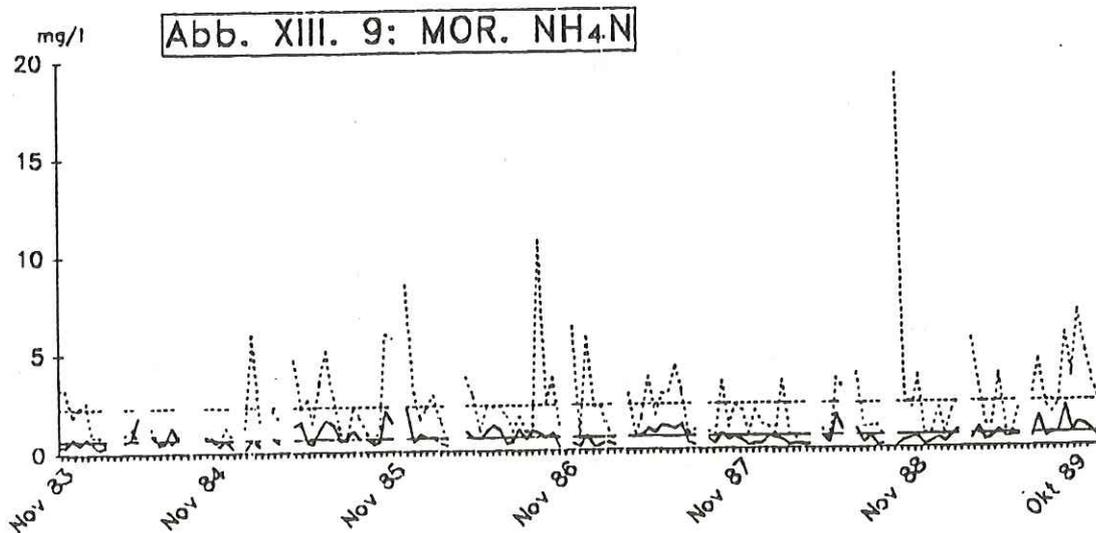
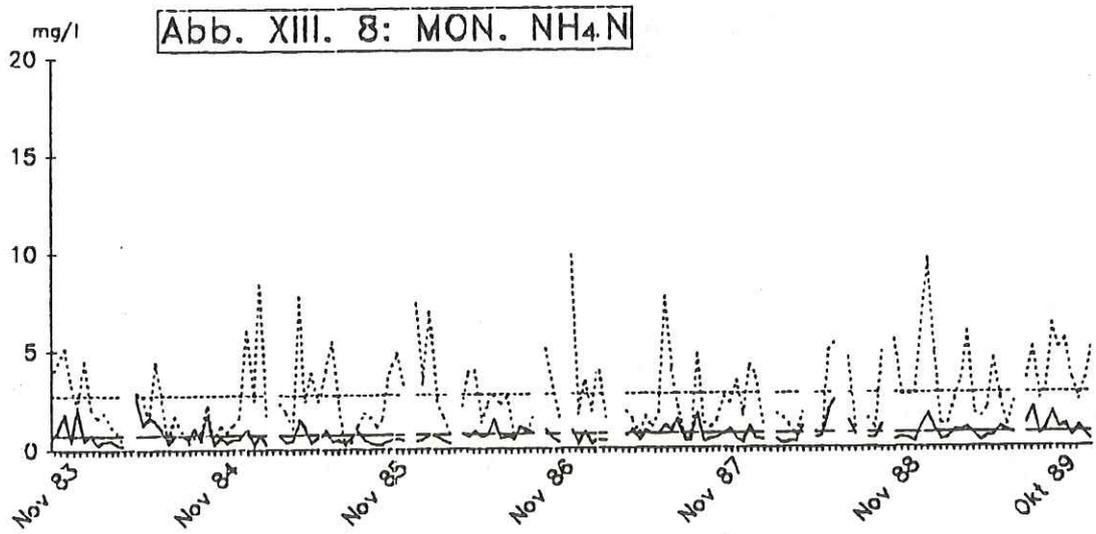
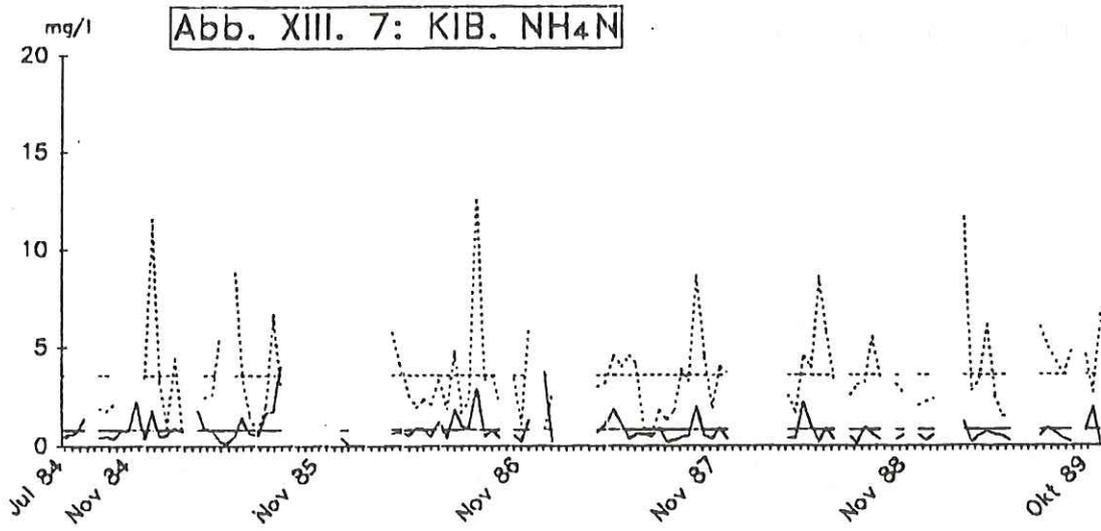












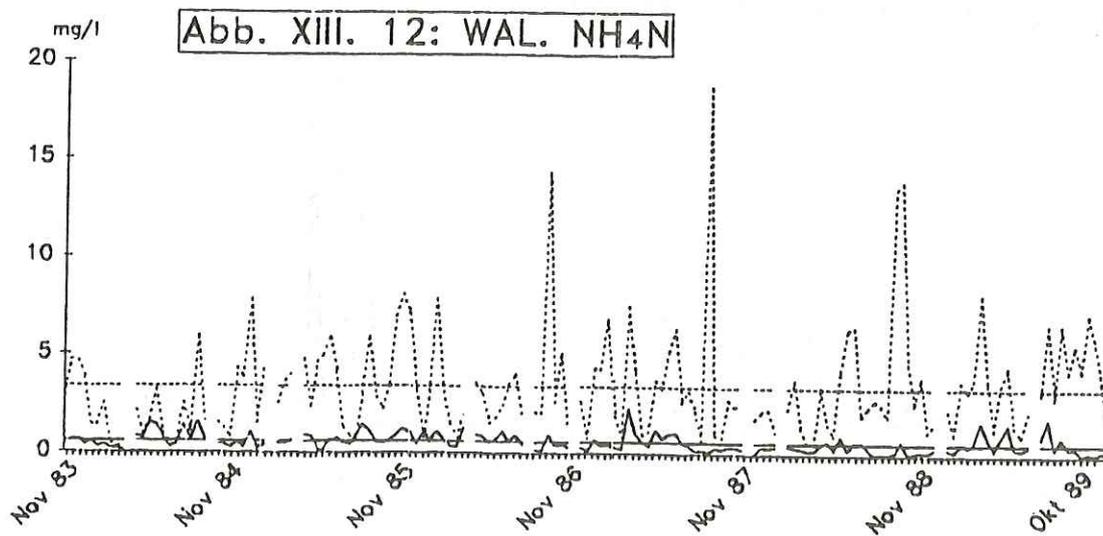
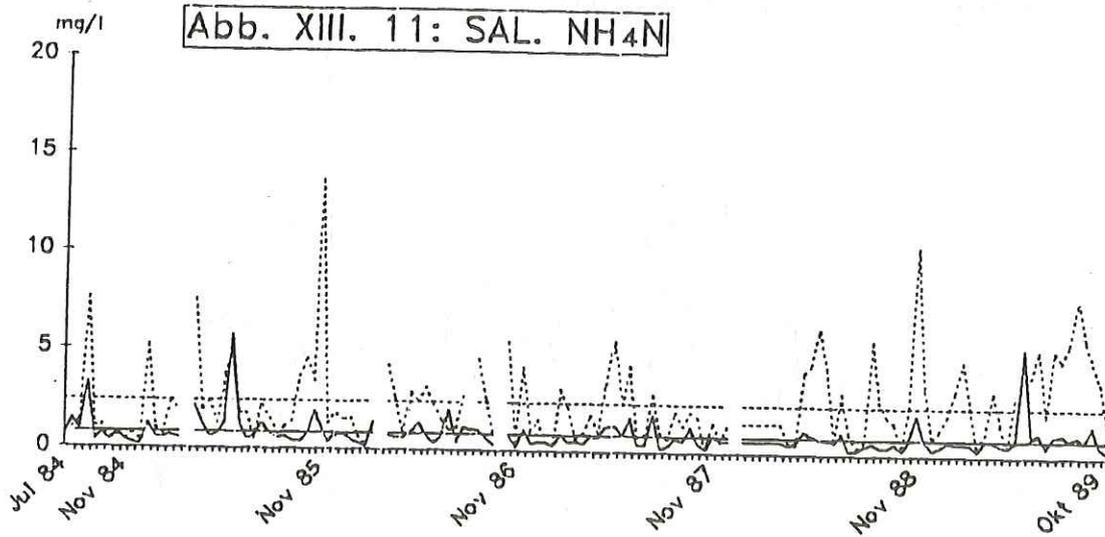
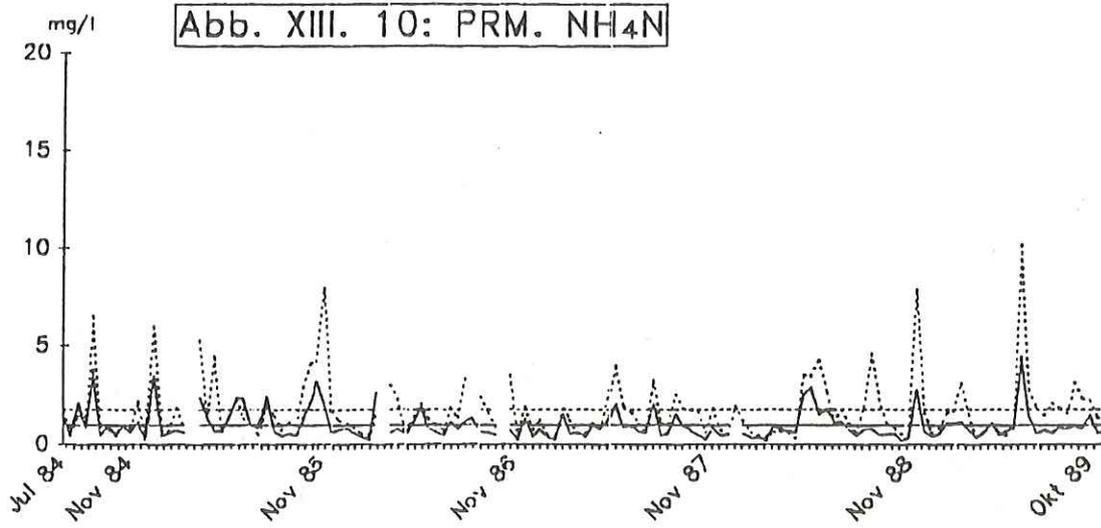


Abb. XIV. 1: ADE. OrgN

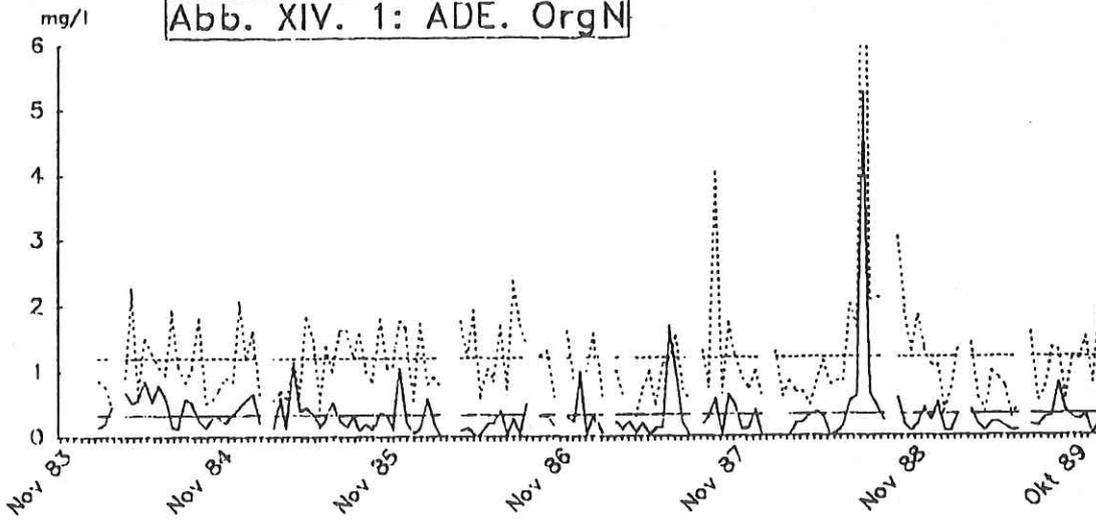


Abb. XIV. 2: ENT. OrgN

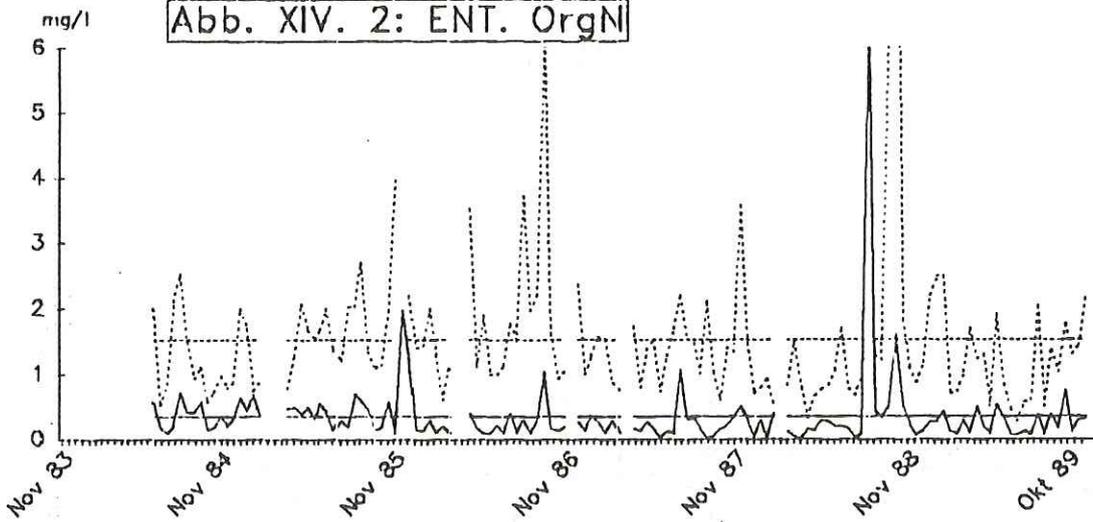
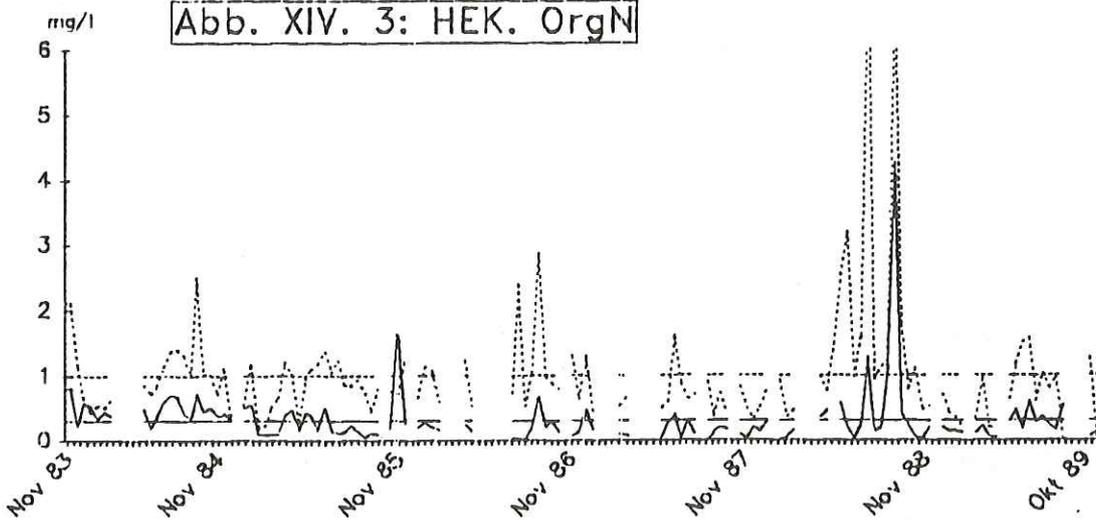
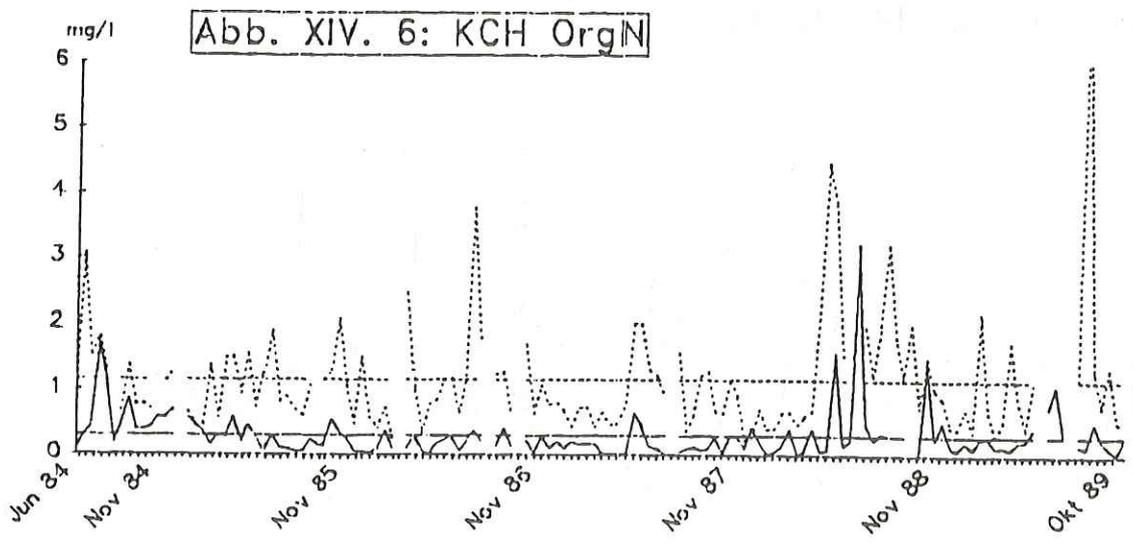
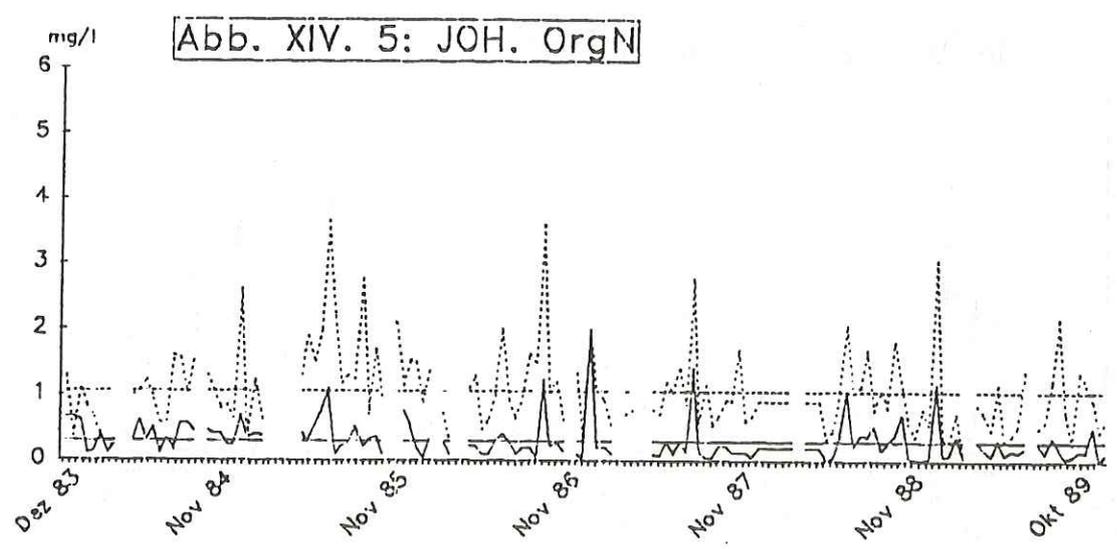
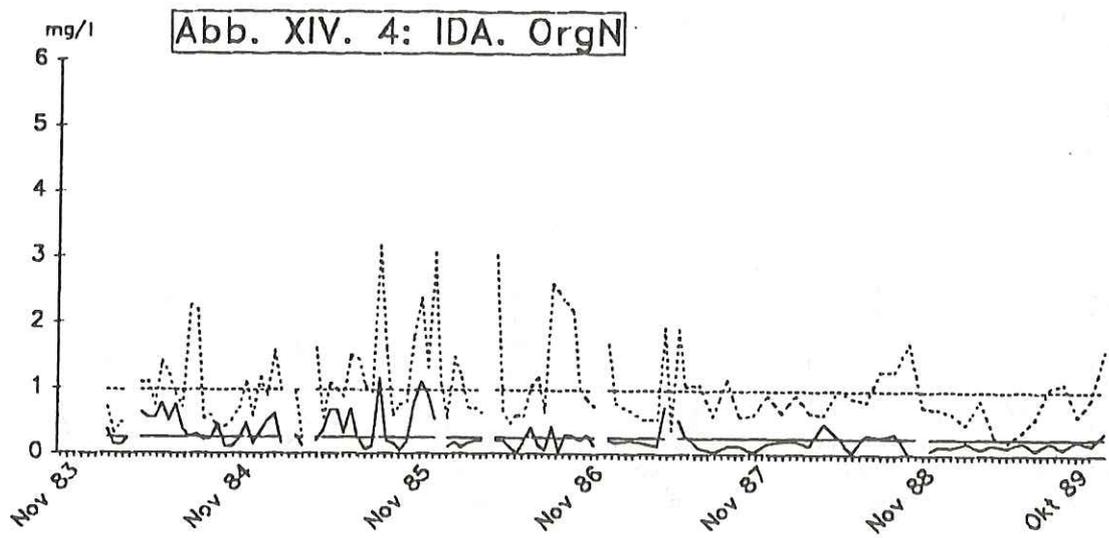
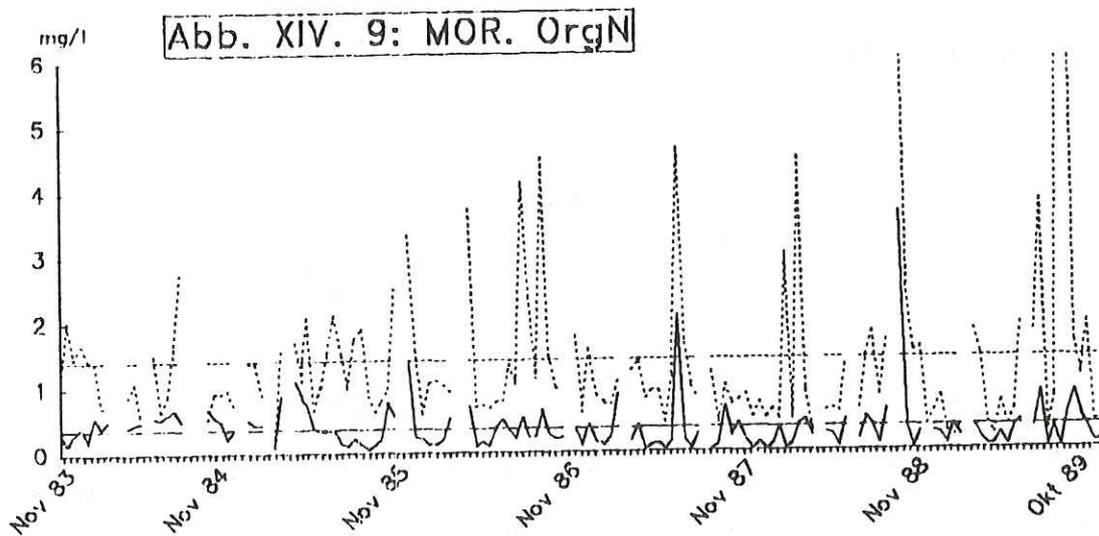
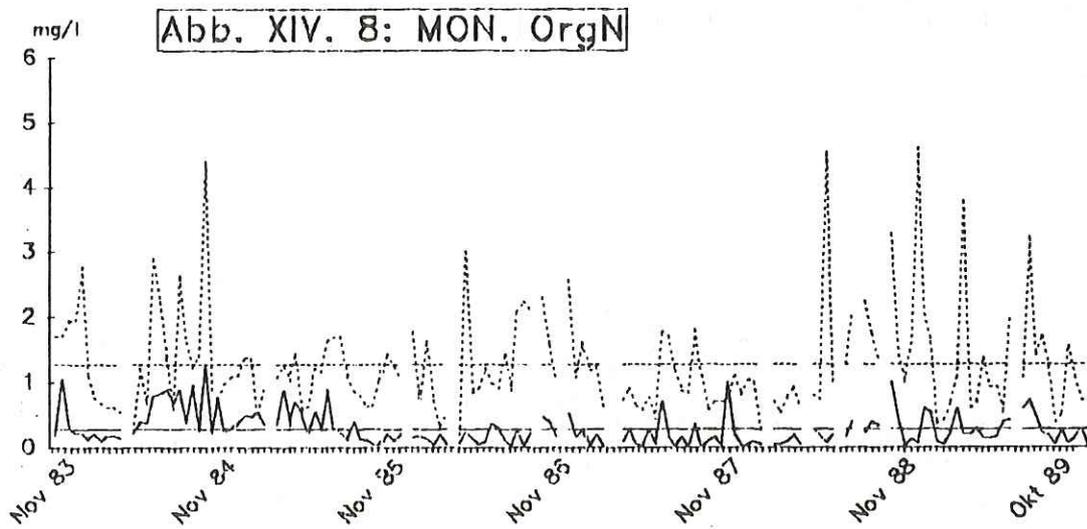
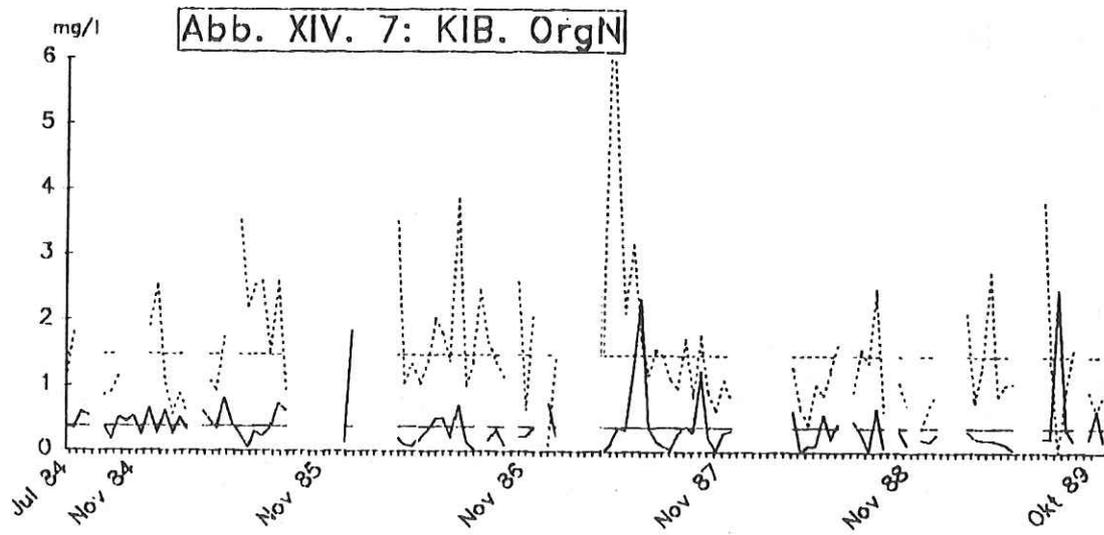


Abb. XIV. 3: HEK. OrgN







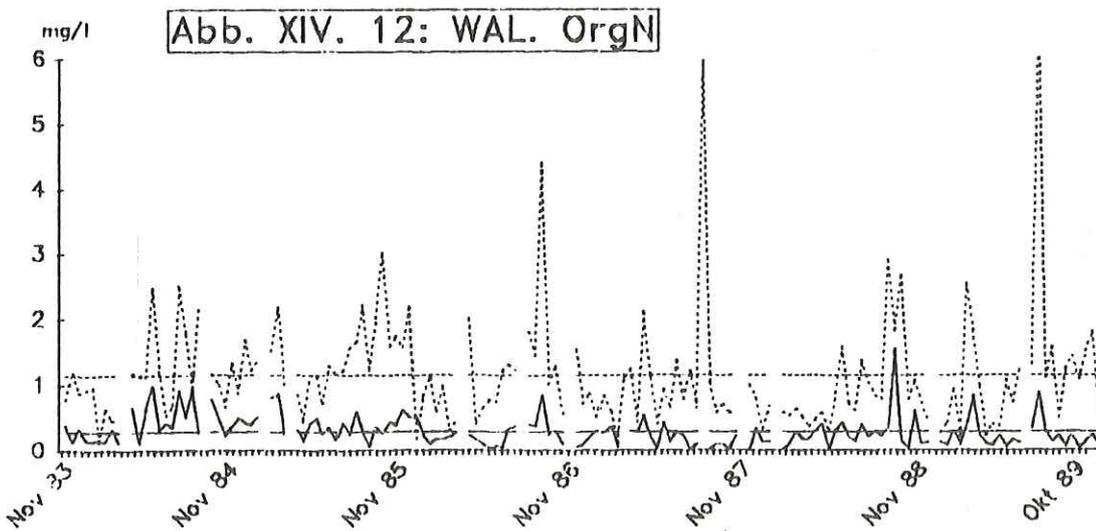
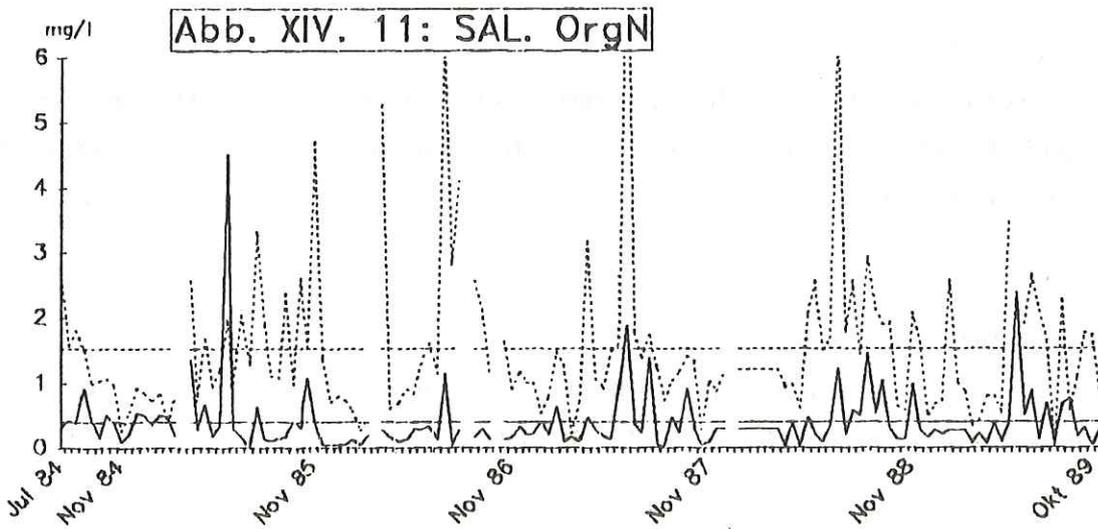
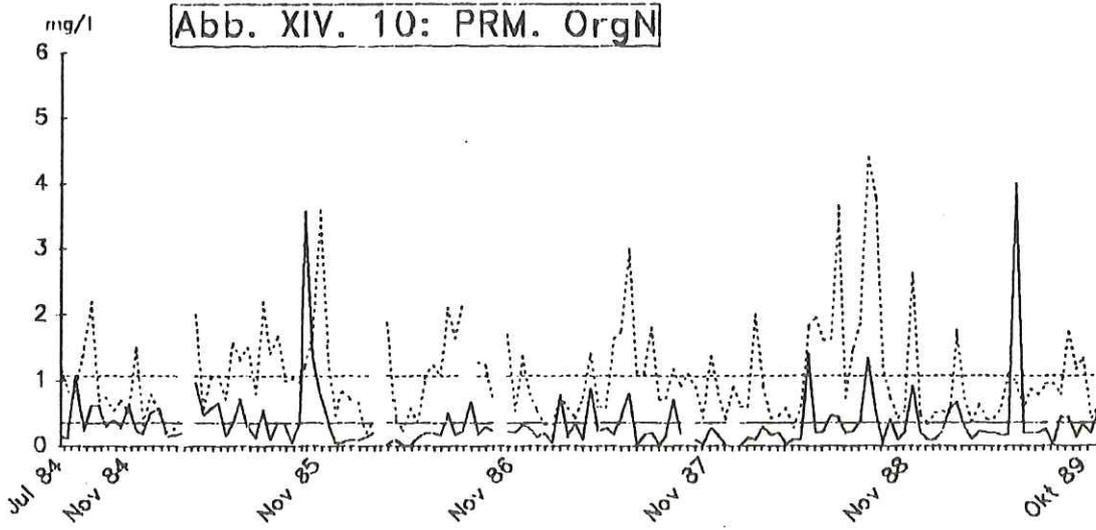


Abb. XV bis XXXIV:

Mittlere jährliche Niederschlagssumme und Stoffdepositionsraten einschließlich 95 % Vertrauensbereiche im Meßzeitraum November 1984 bis Oktober 1989

Fig. XV till XXXIV:

Mean annual precipitation rate and deposition rates of anorganic compounds (\pm 95 % confidence limits) for the period Nov. 1984 till Oct. 1989.

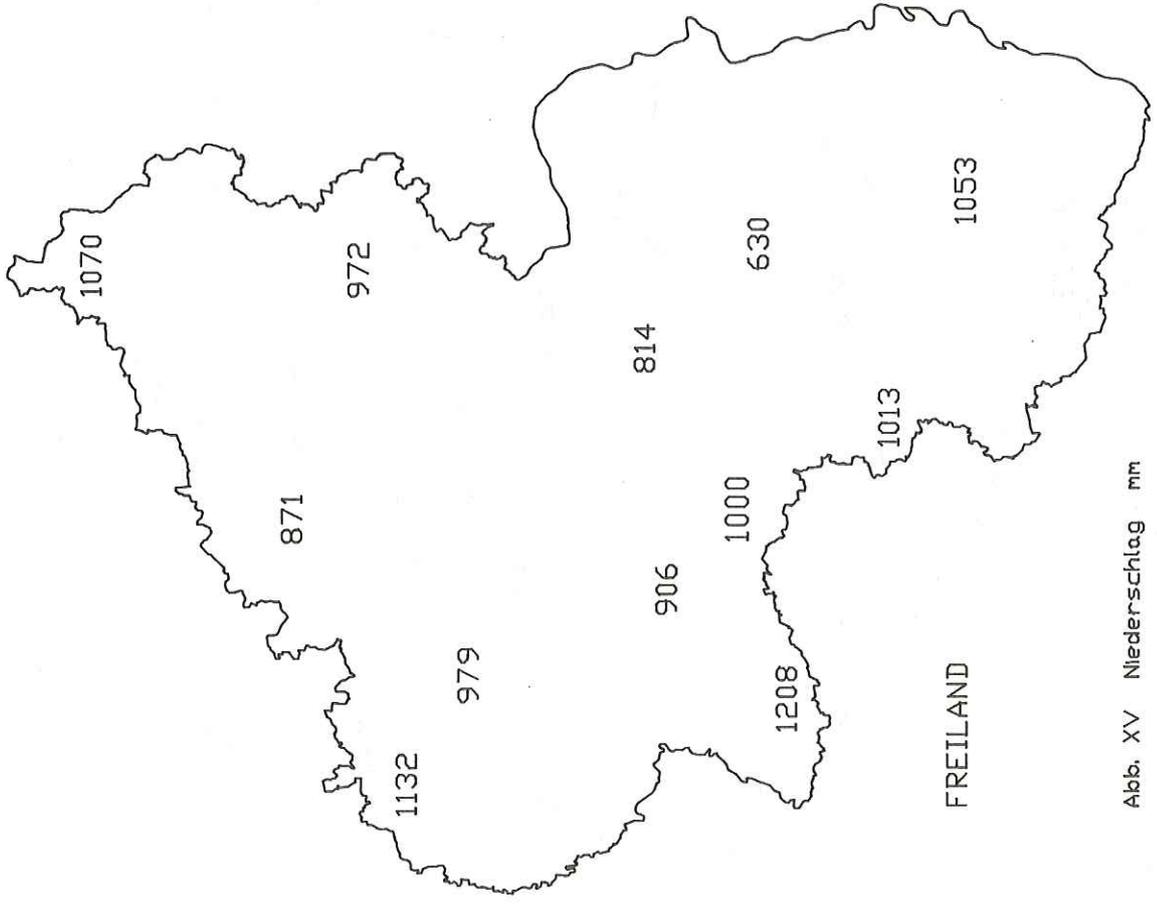
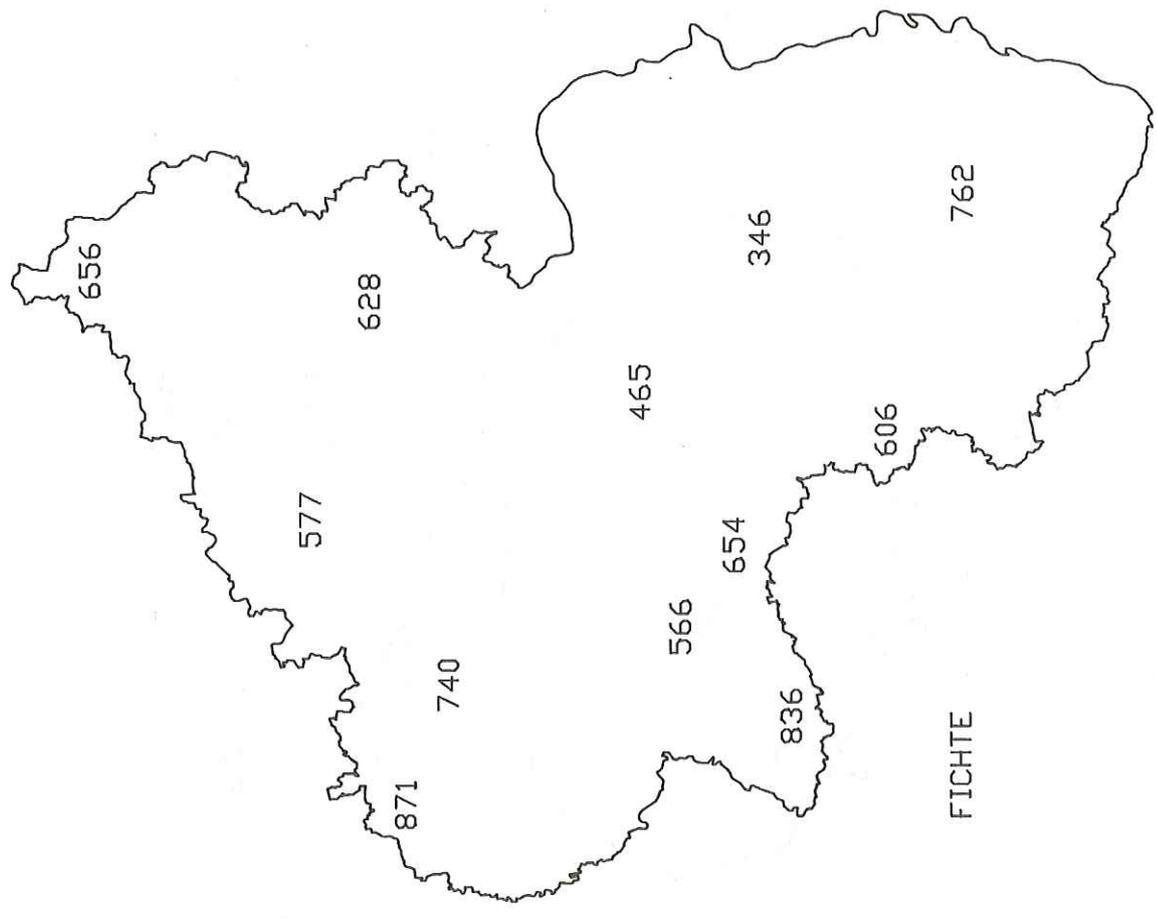


Abb. XV Niederschlag mm

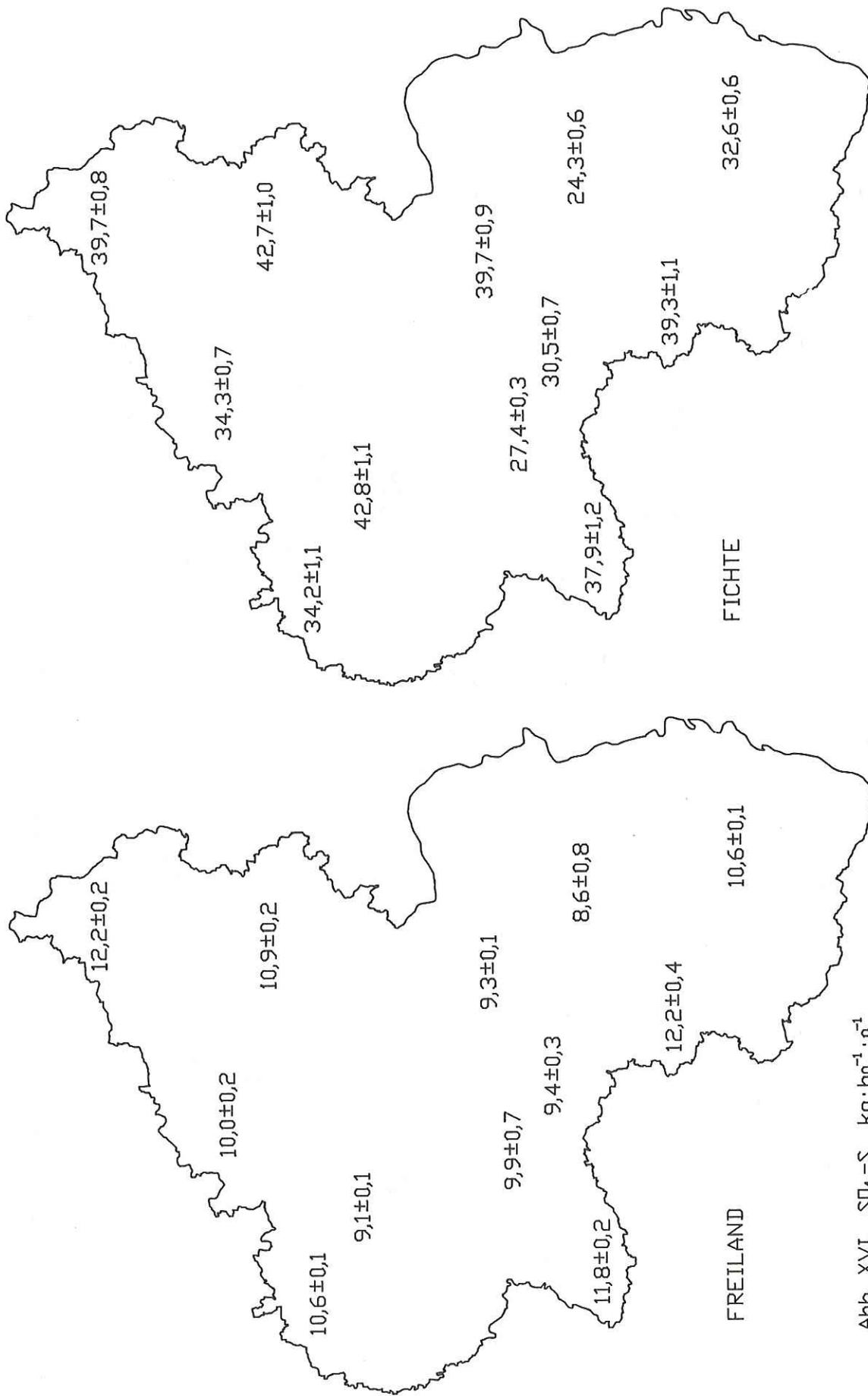


Abb. XVI S₀₄-S kg·ha⁻¹·α⁻¹

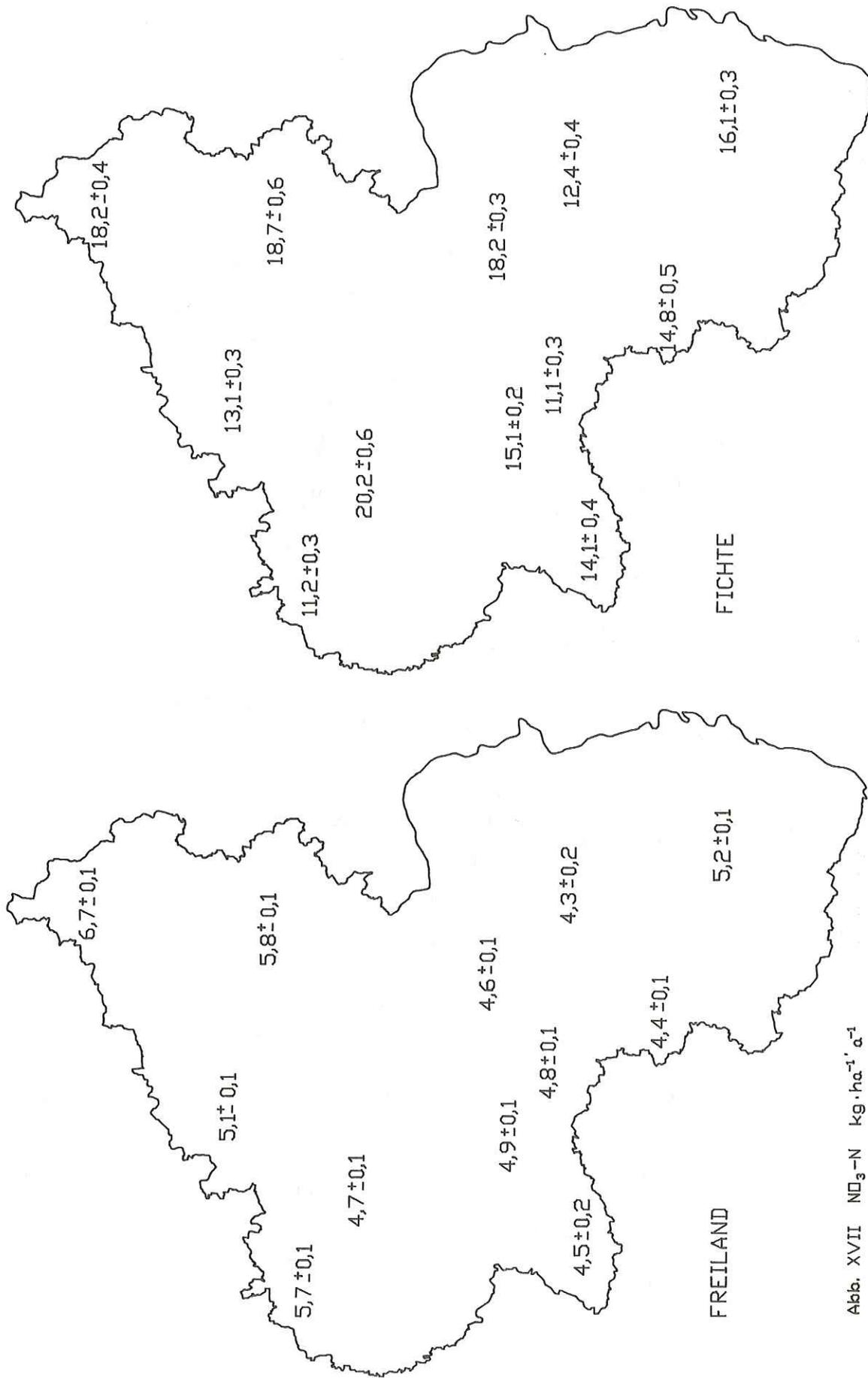


Abb. XVII $\text{ND}_3\text{-N}$ $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$

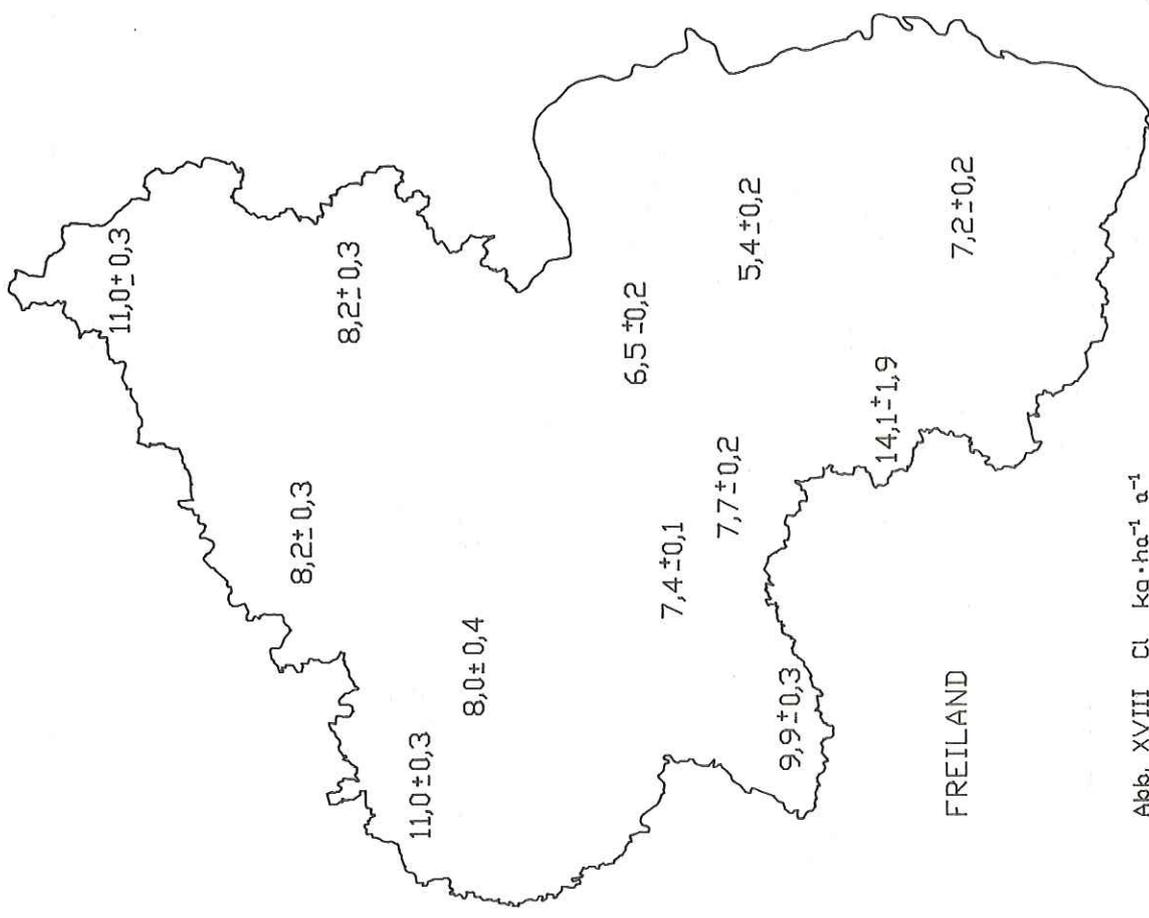
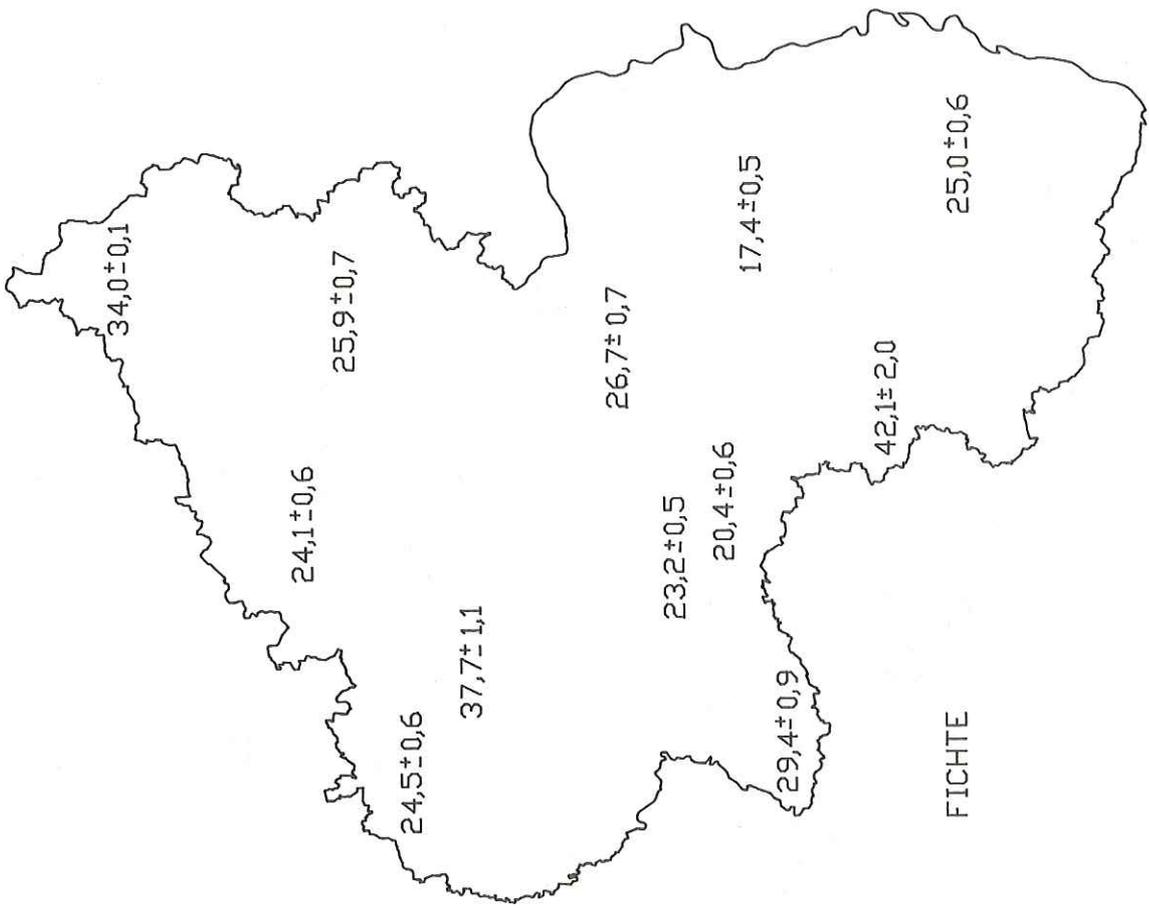


Abb. XVIII Cl kg · ha⁻¹ a⁻¹

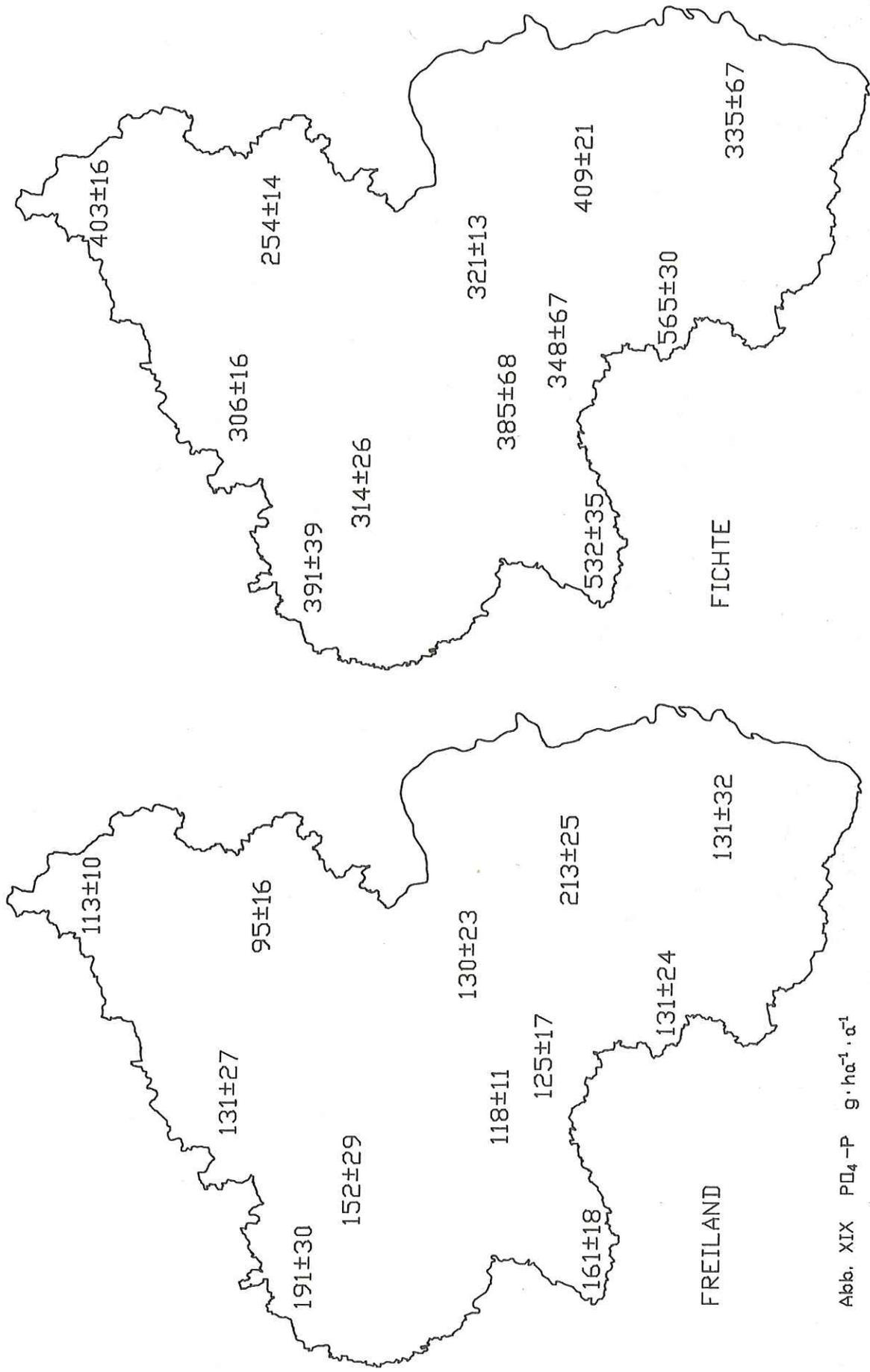


Abb. XIX PO_4-P $g \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$

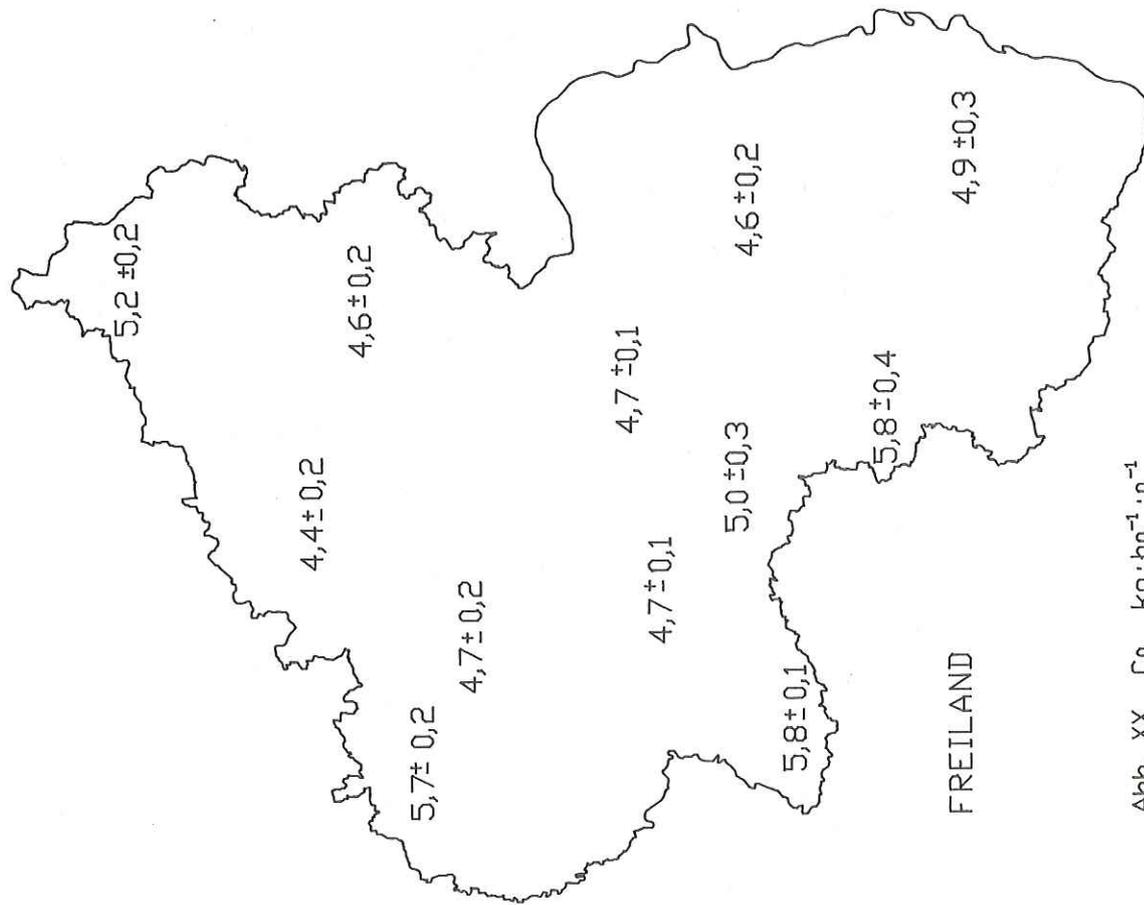
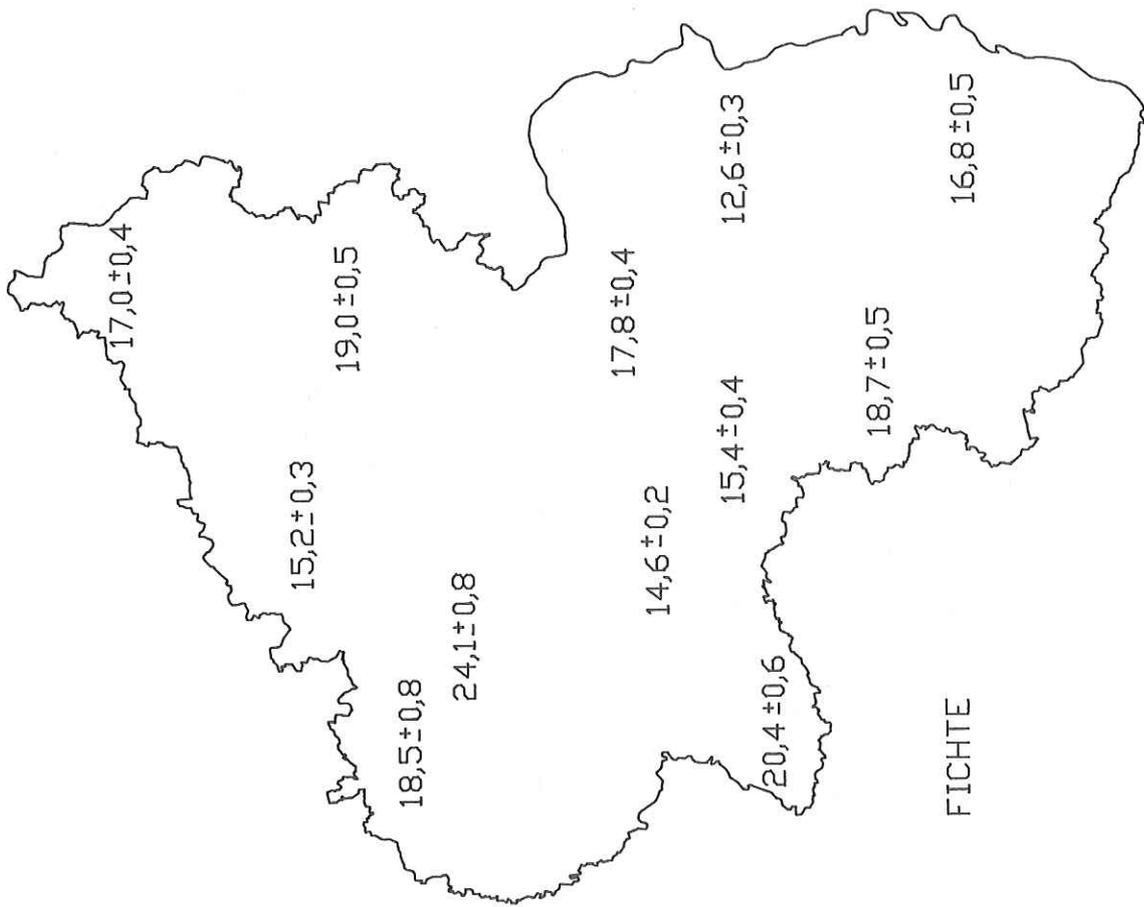


Abb. XX Ca kg·ha⁻¹·a⁻¹

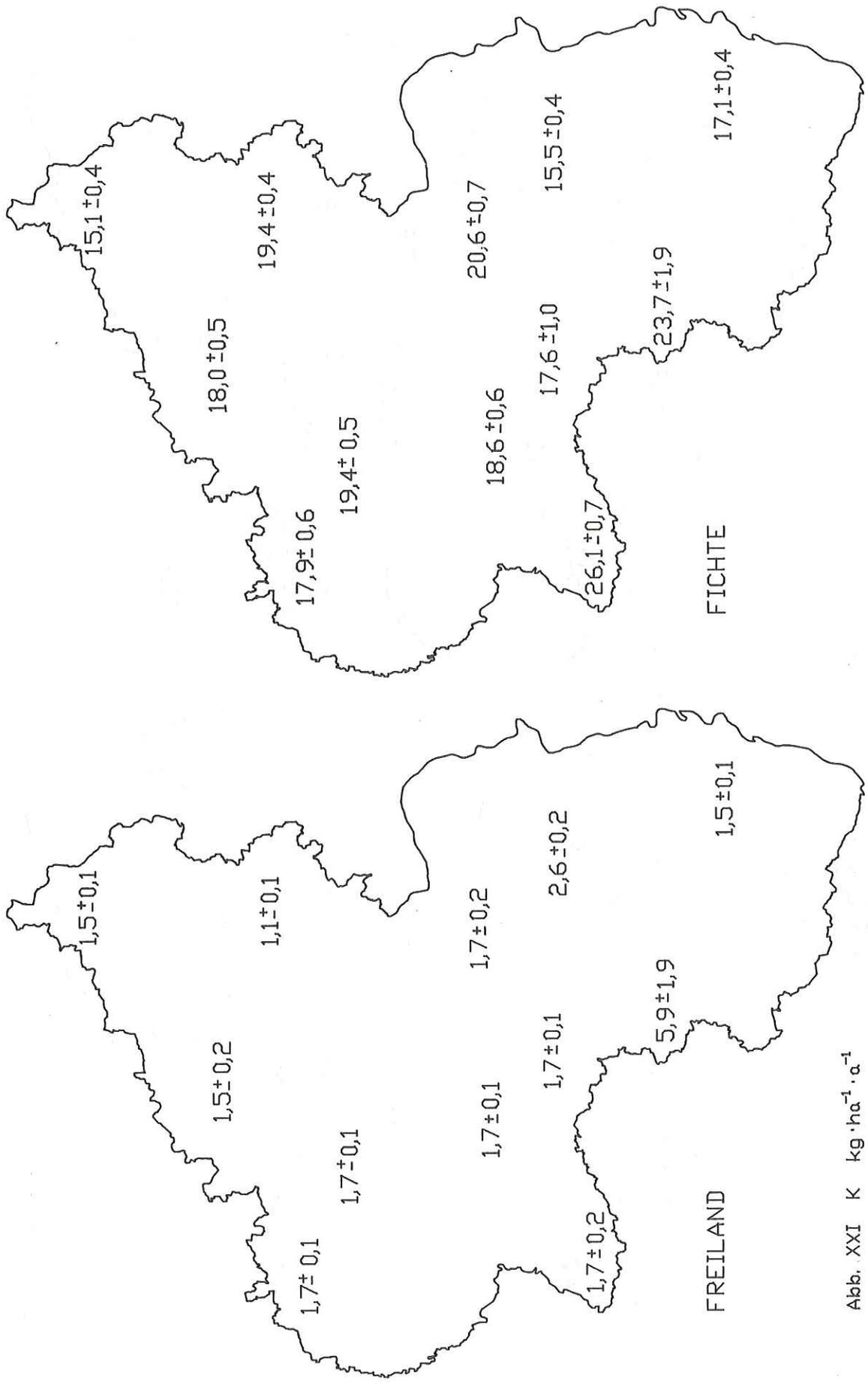
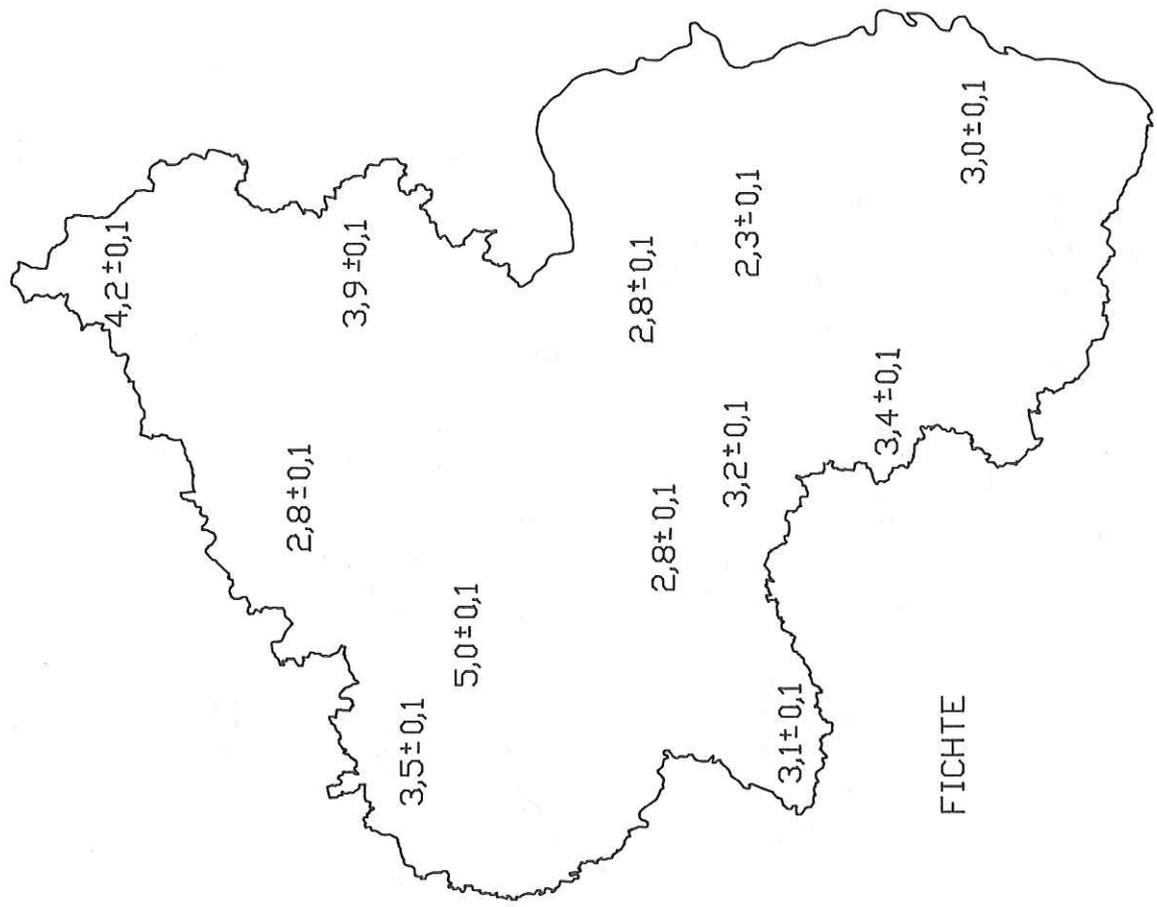
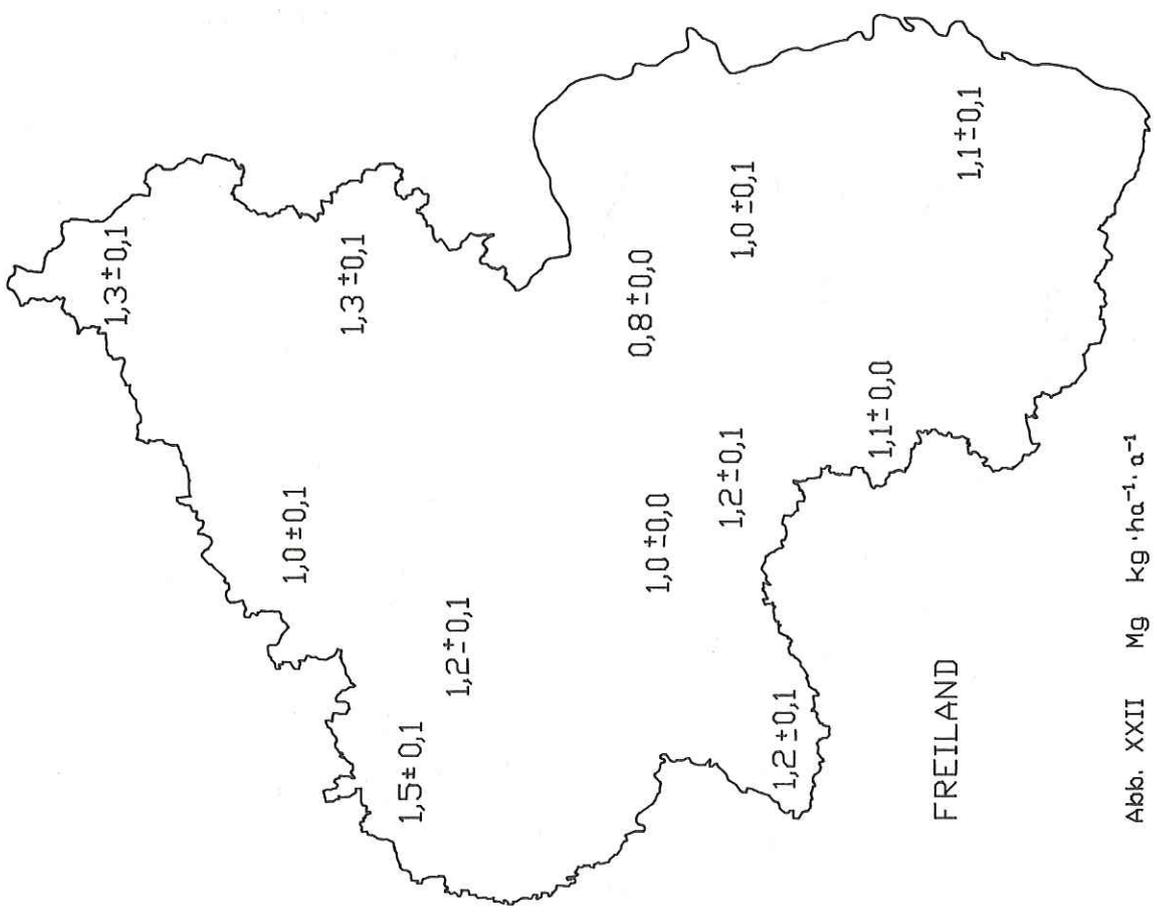


Abb. XXI K kg·ha⁻¹·a⁻¹



FICHTE



FREILAND

Abb. XXII Mg kg · ha⁻¹ · a⁻¹

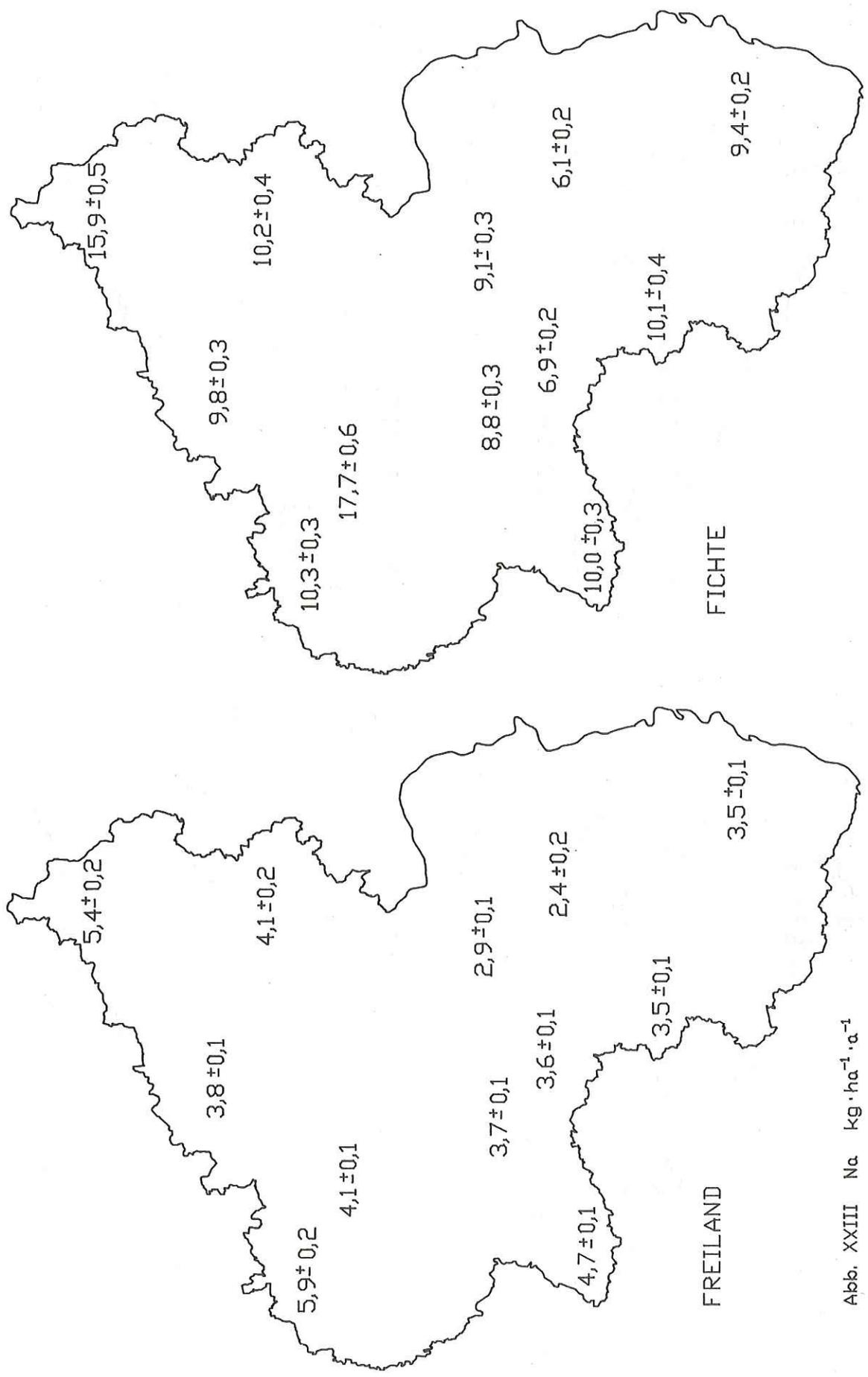


Abb. XXIII Na $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$

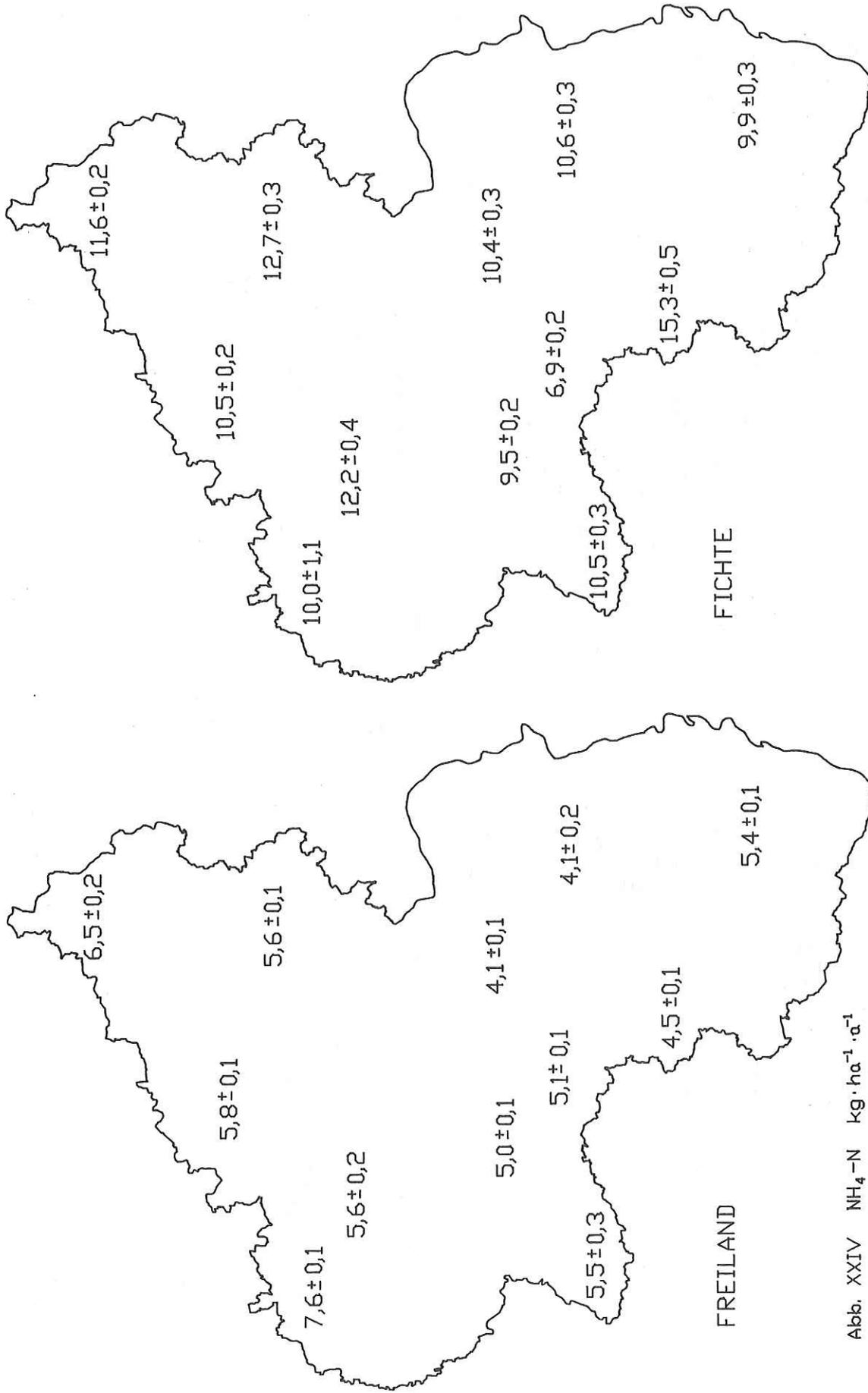


Abb. XXIV NH₄-N kg·ha⁻¹·a⁻¹

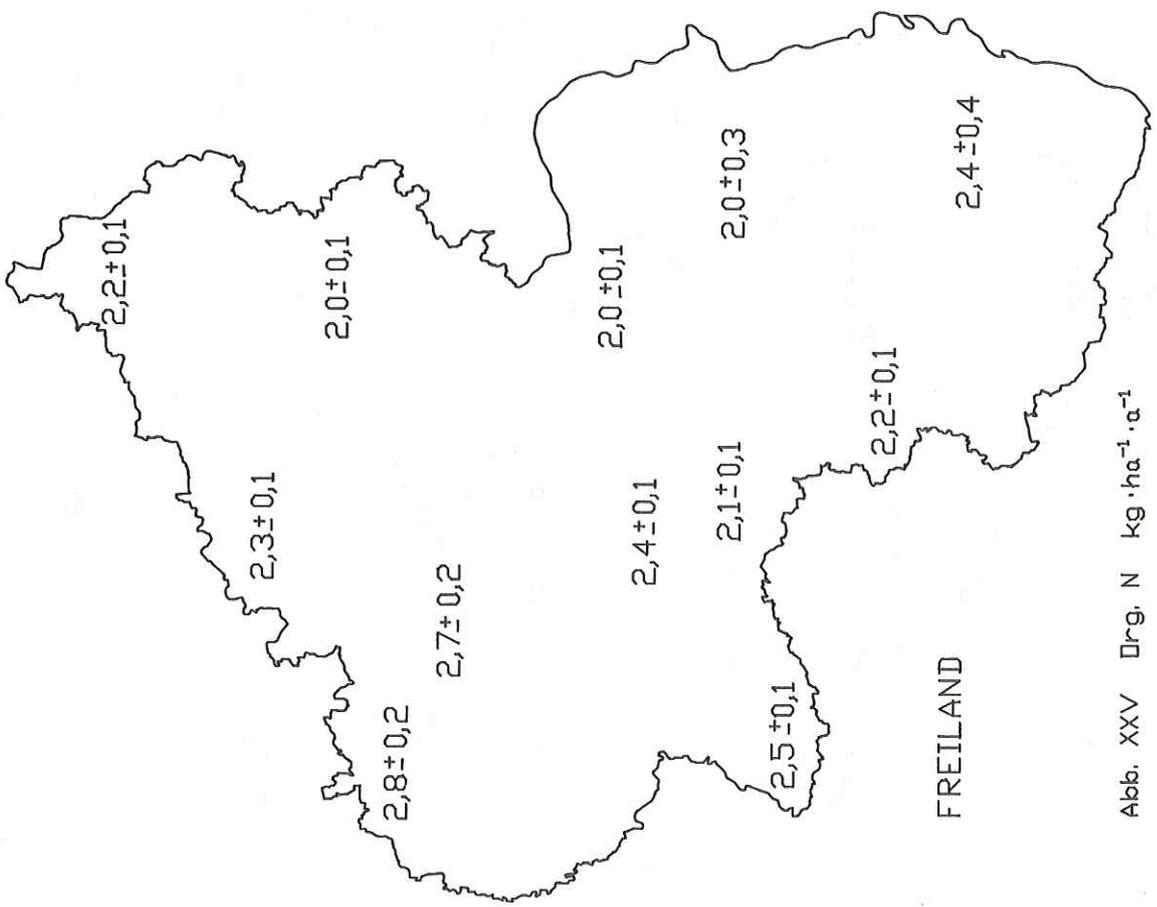
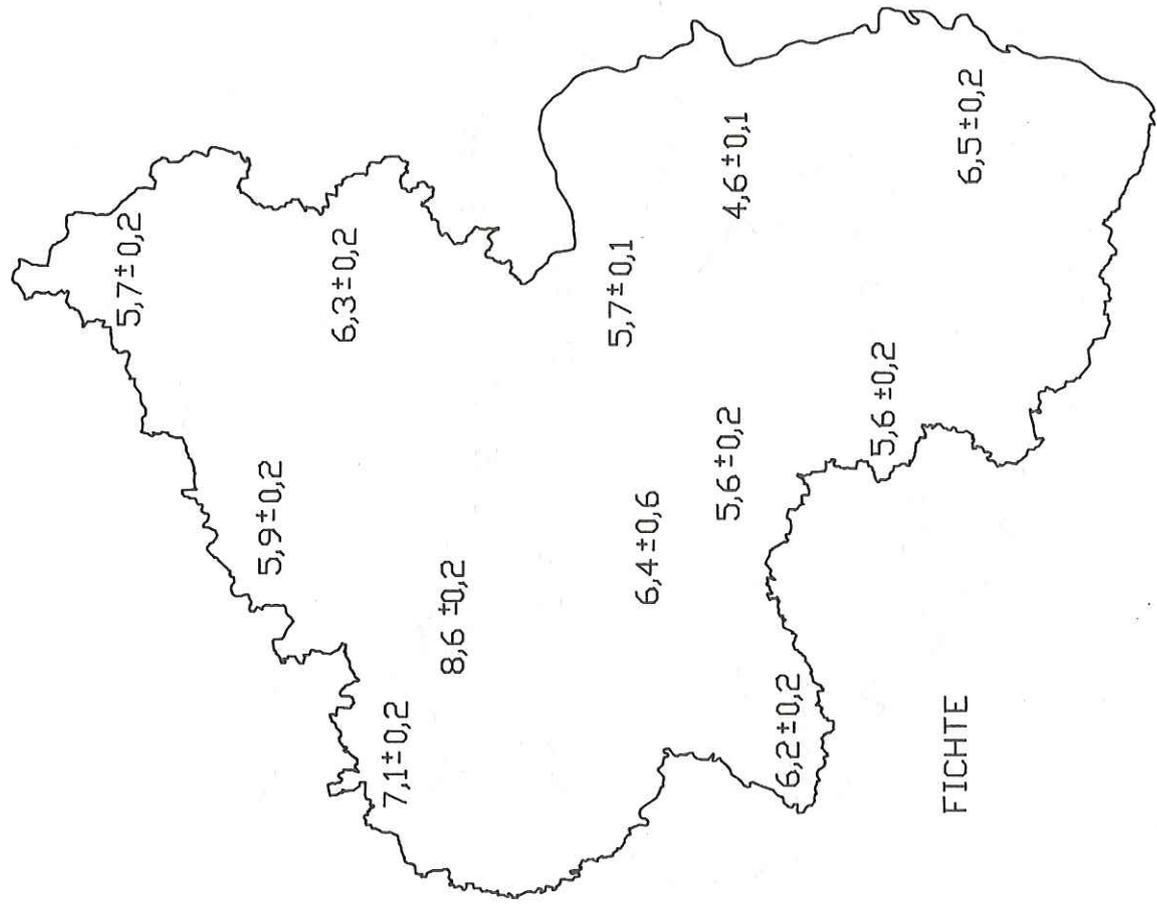


Abb. XXV Drg. N kg · ha⁻¹ · a⁻¹

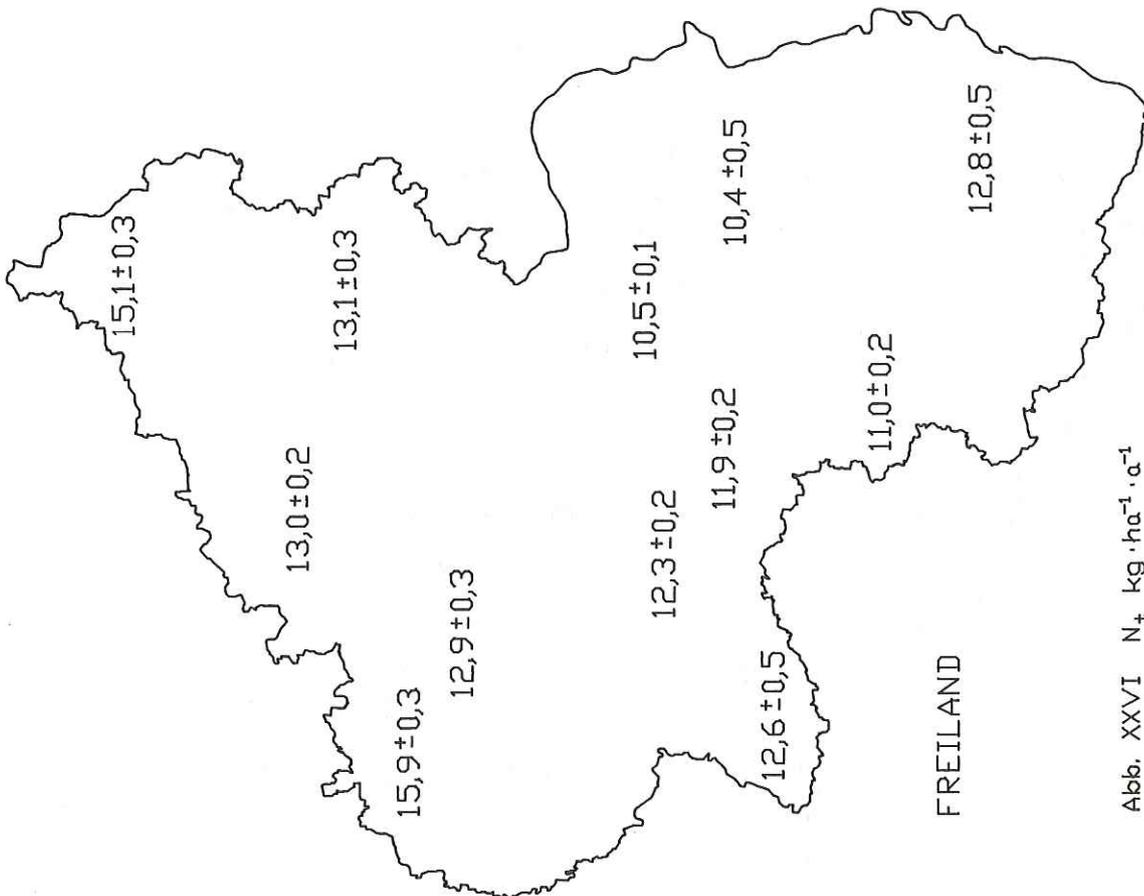
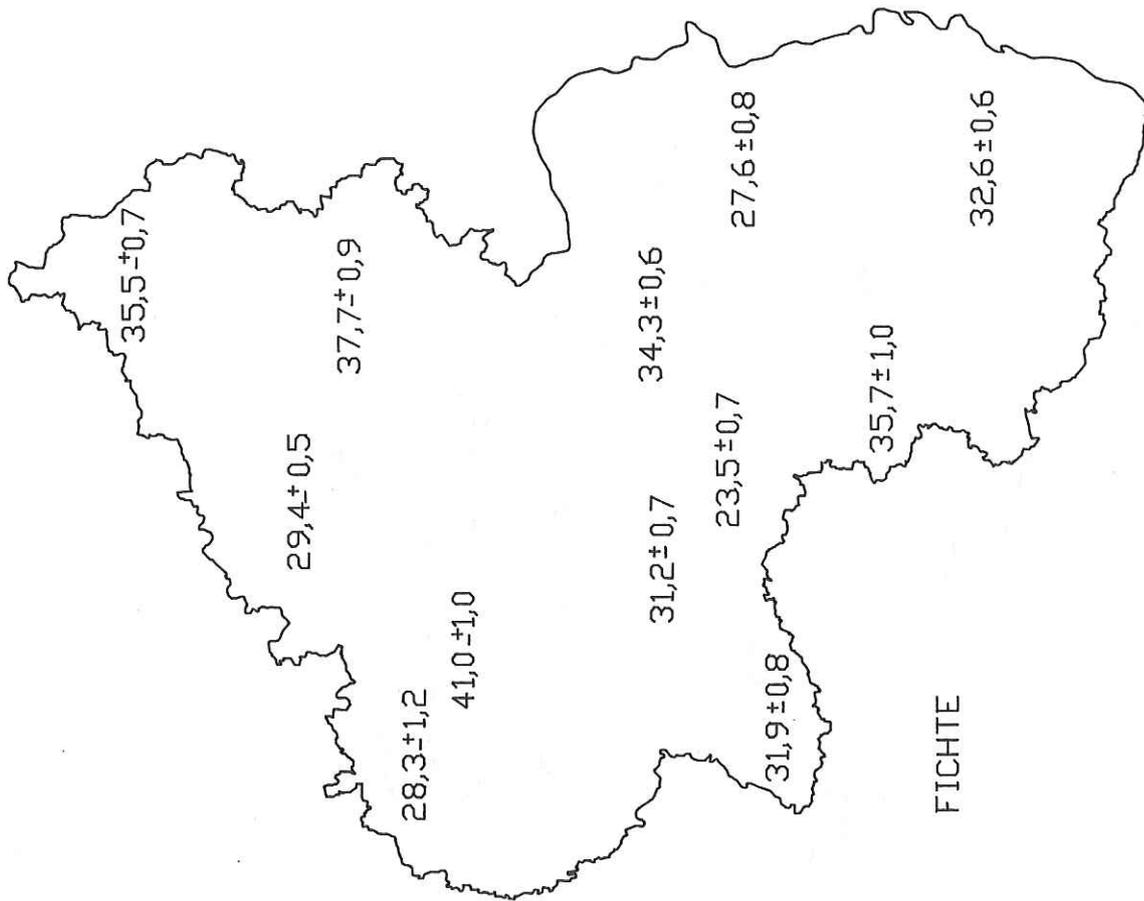


Abb. XXVI N₄ kg · ha⁻¹ · a⁻¹

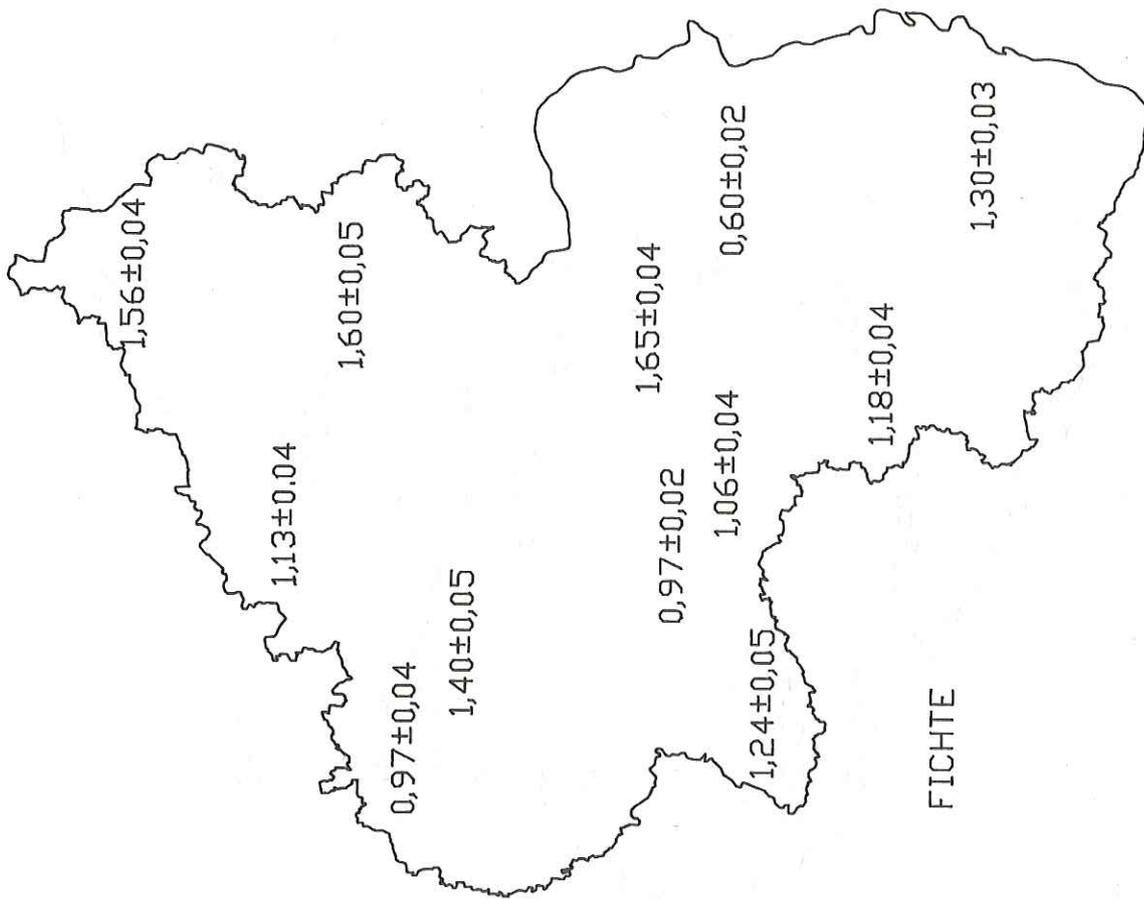
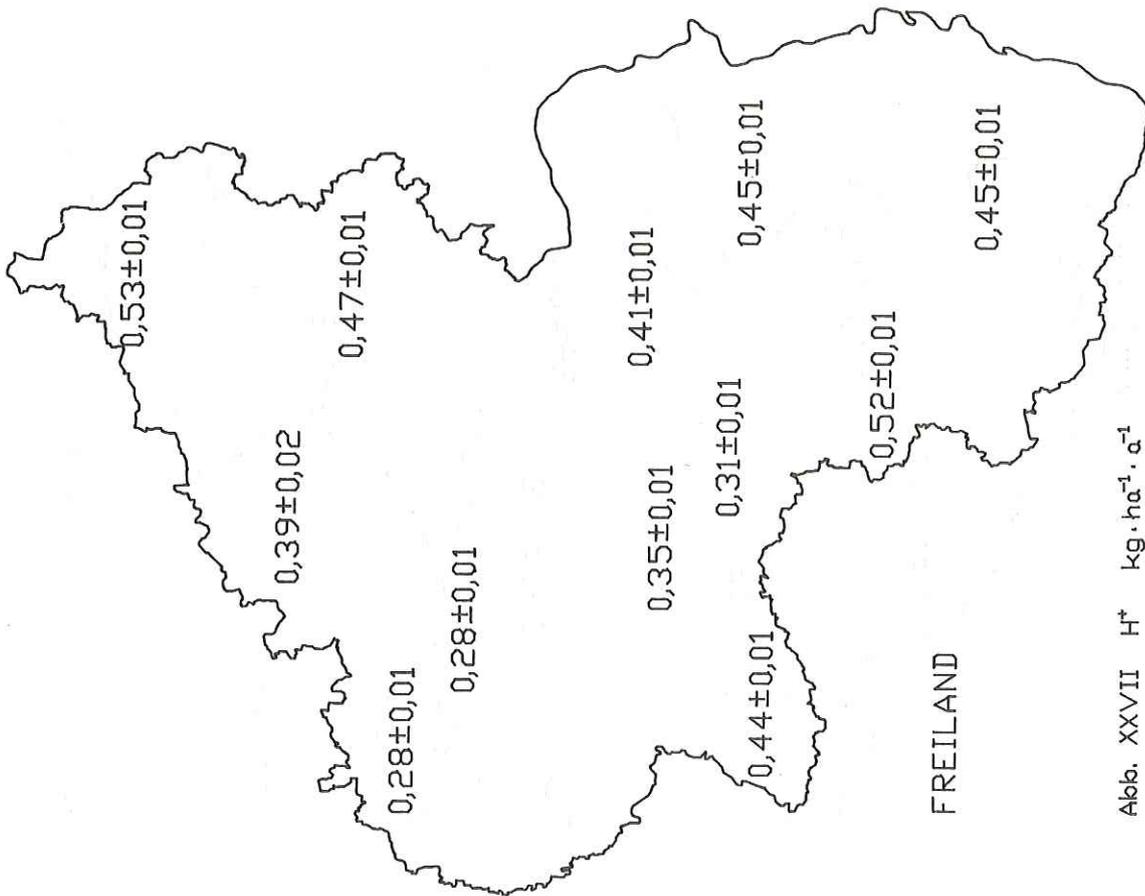


Abb. XXVII H* kg·ha⁻¹·a⁻¹

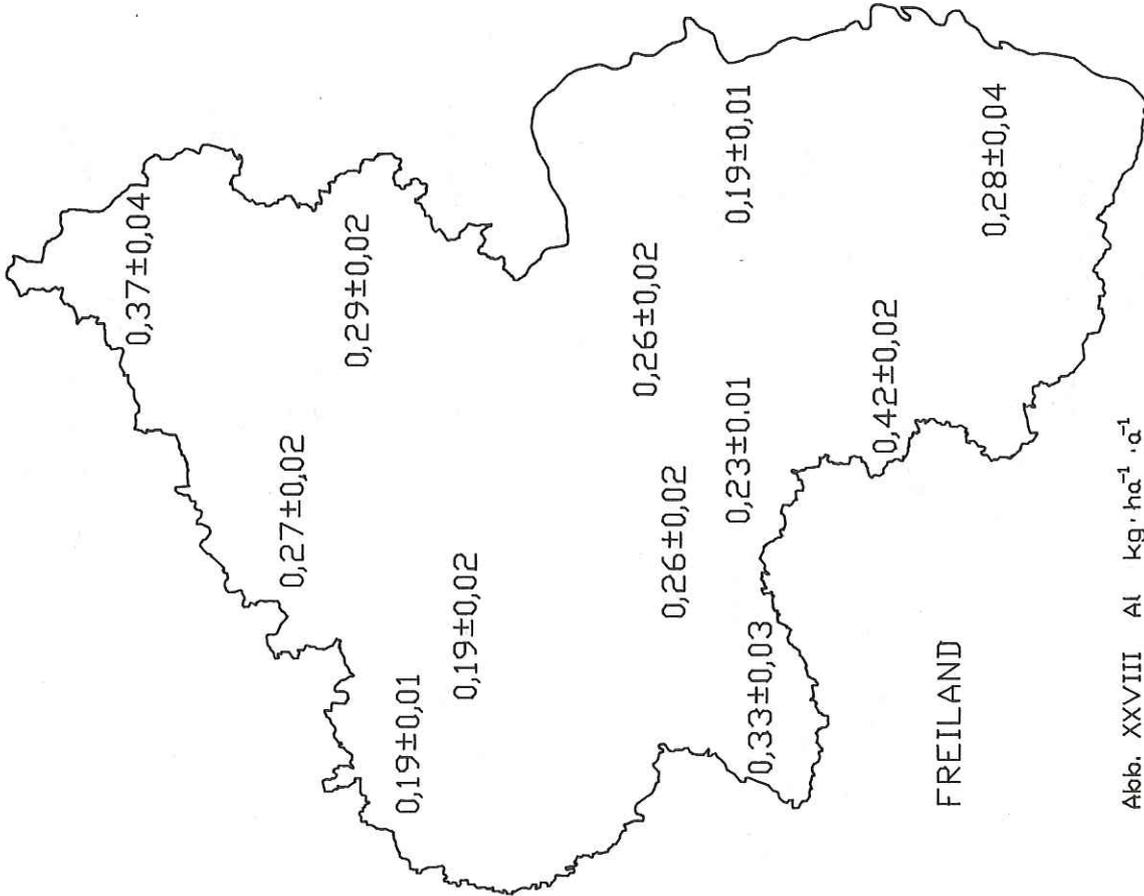
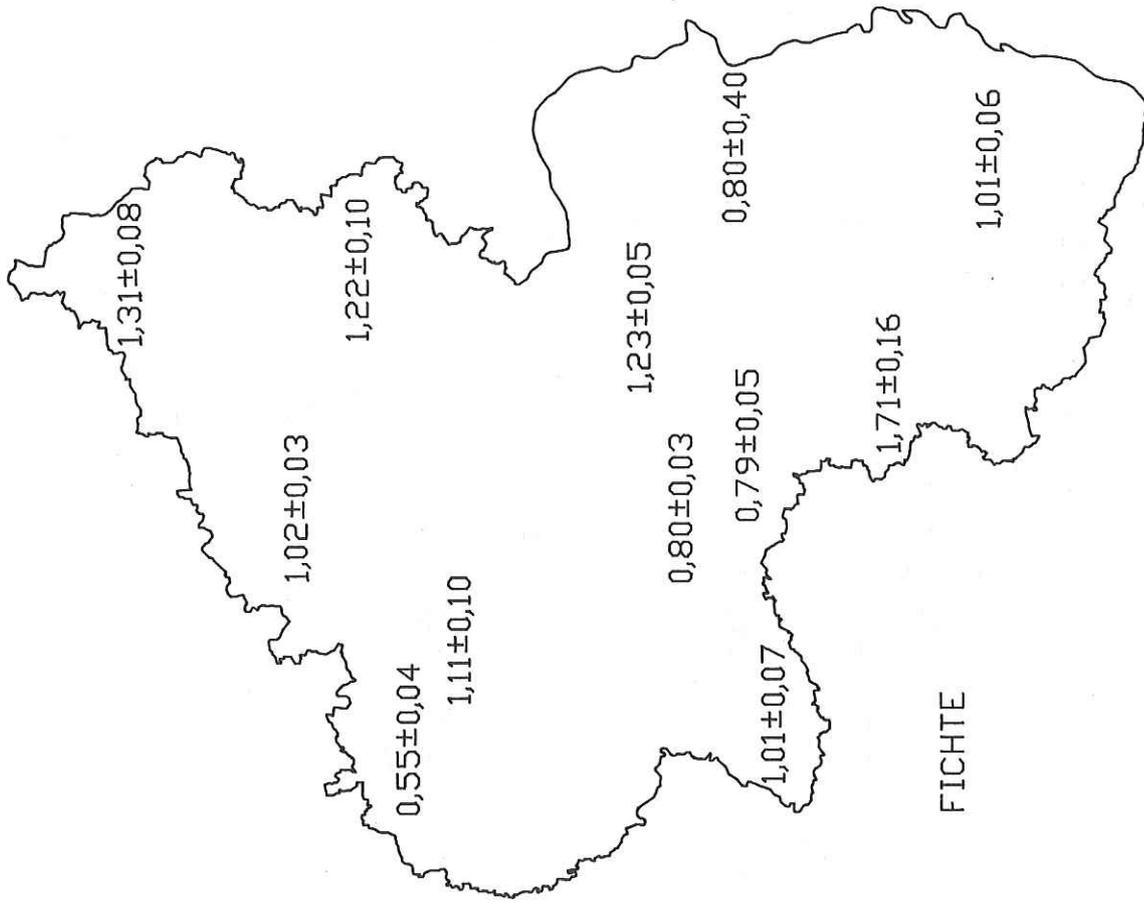


Abb. XXVIII Al kg·ha⁻¹·a⁻¹

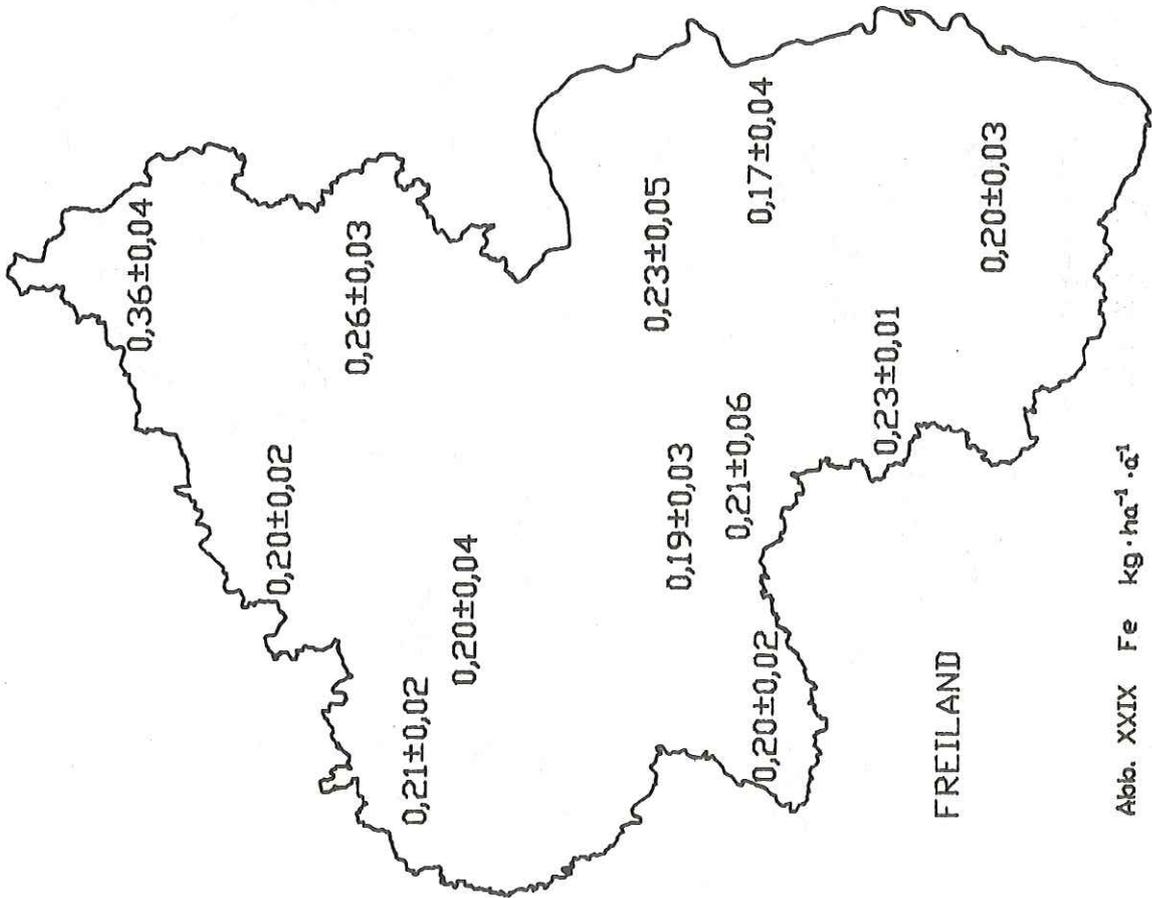
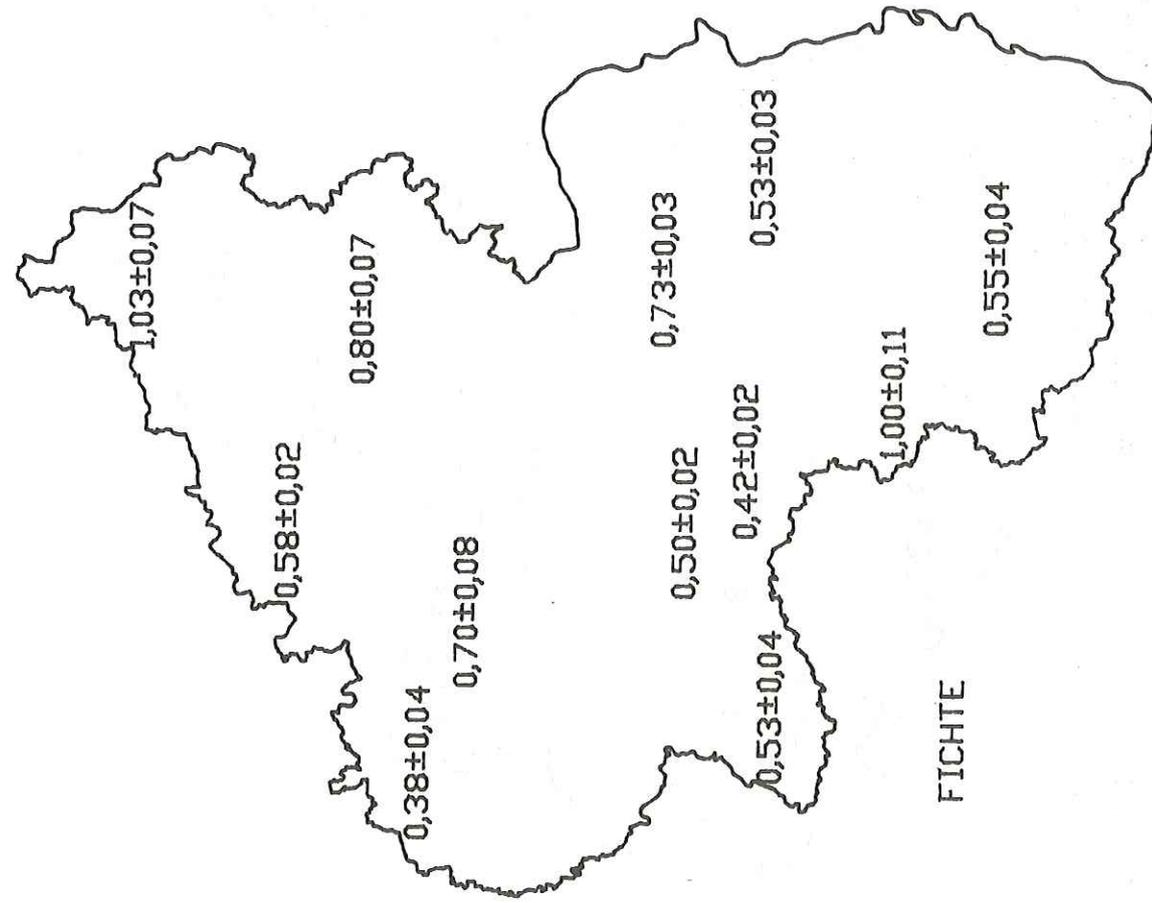


Abb. XXIX Fe kg·ha⁻¹·a⁻¹

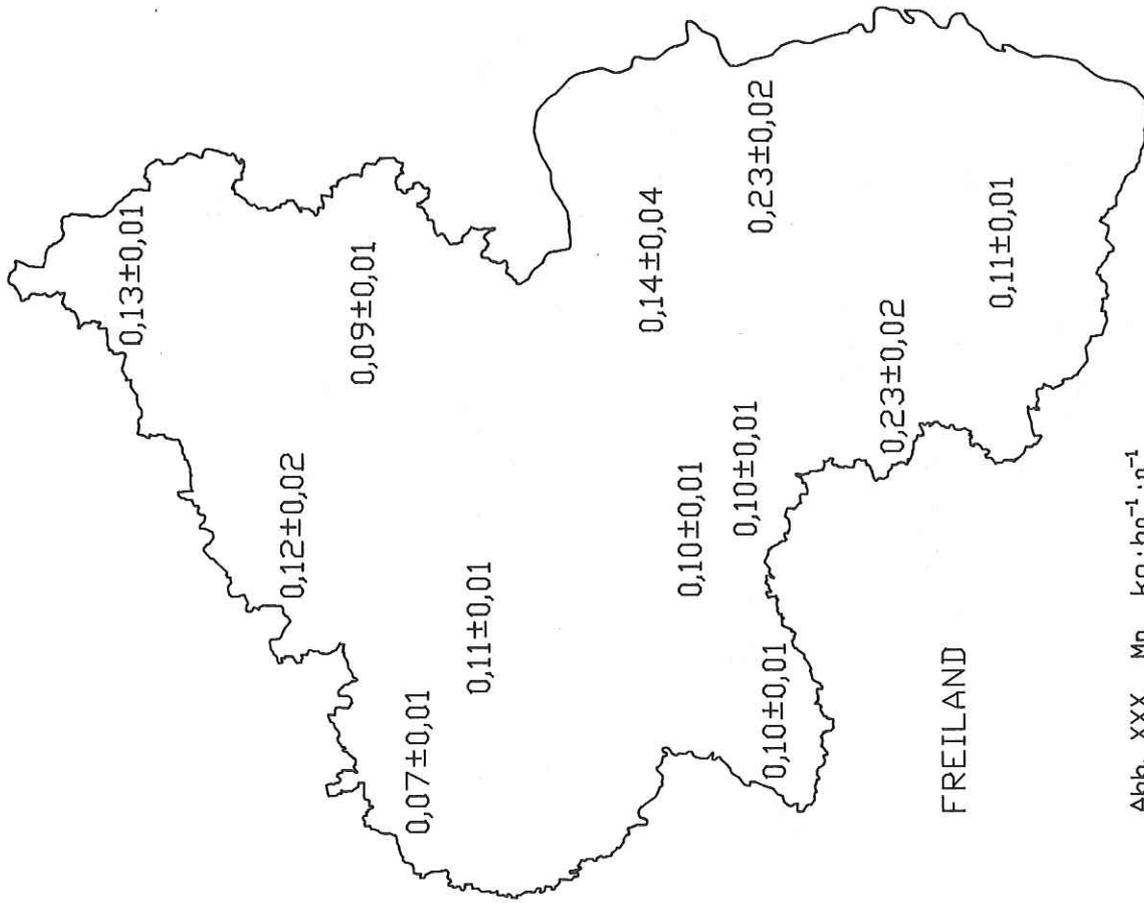
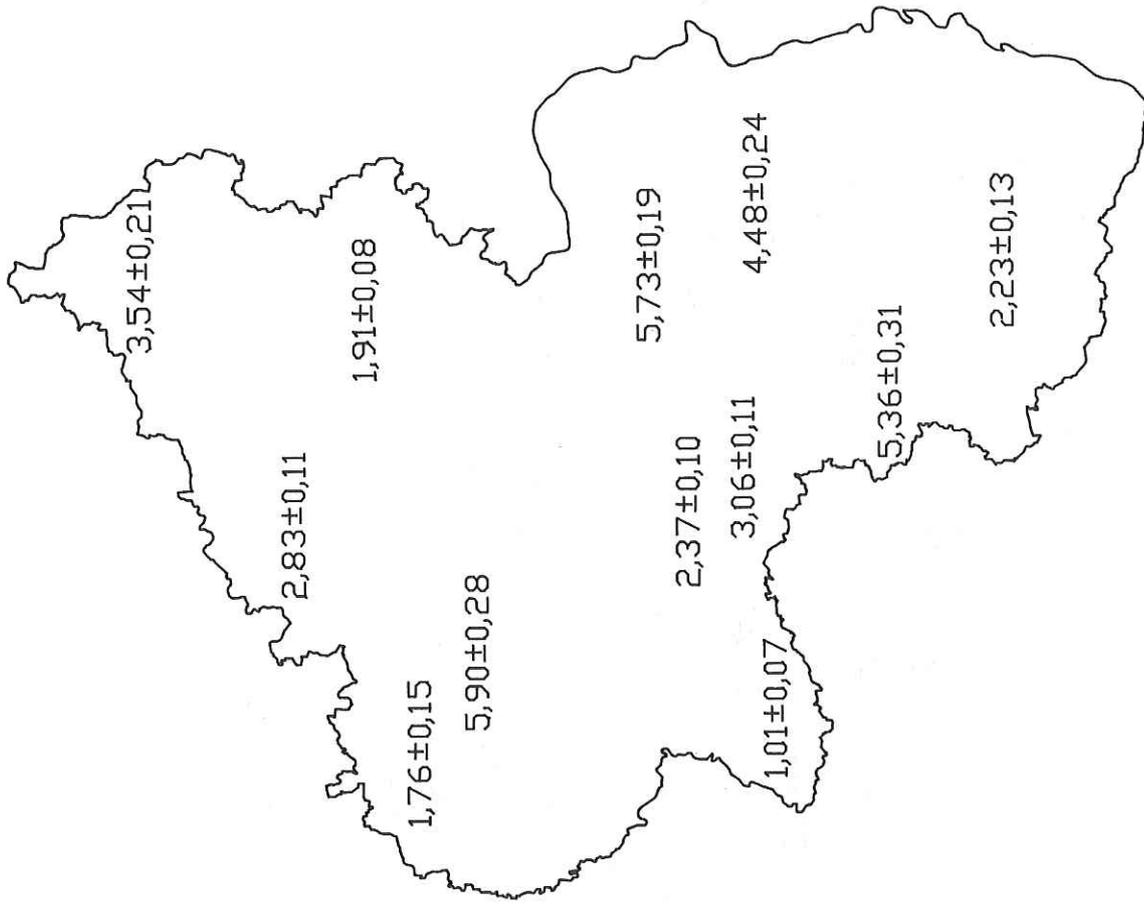


Abb. XXX Mn kg · ha⁻¹ · a⁻¹

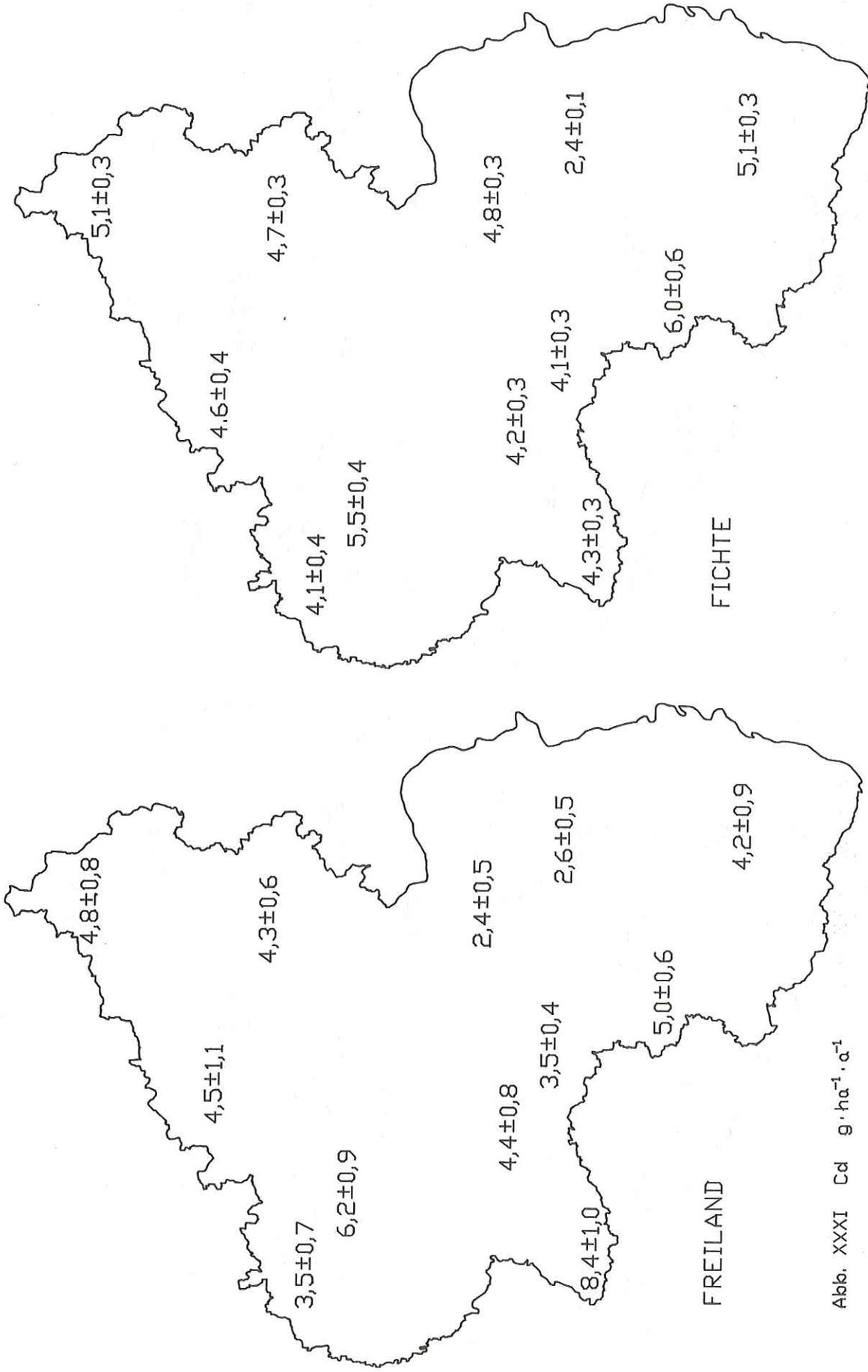
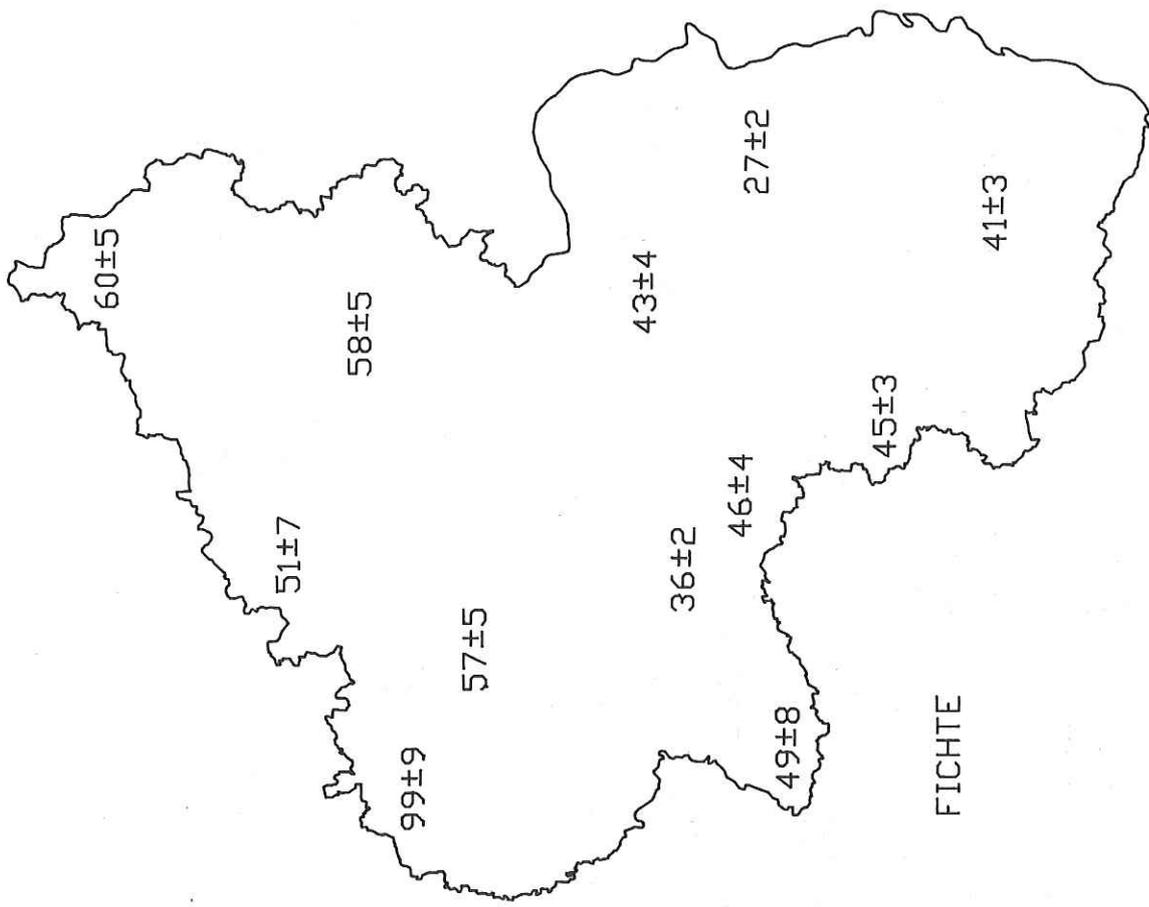
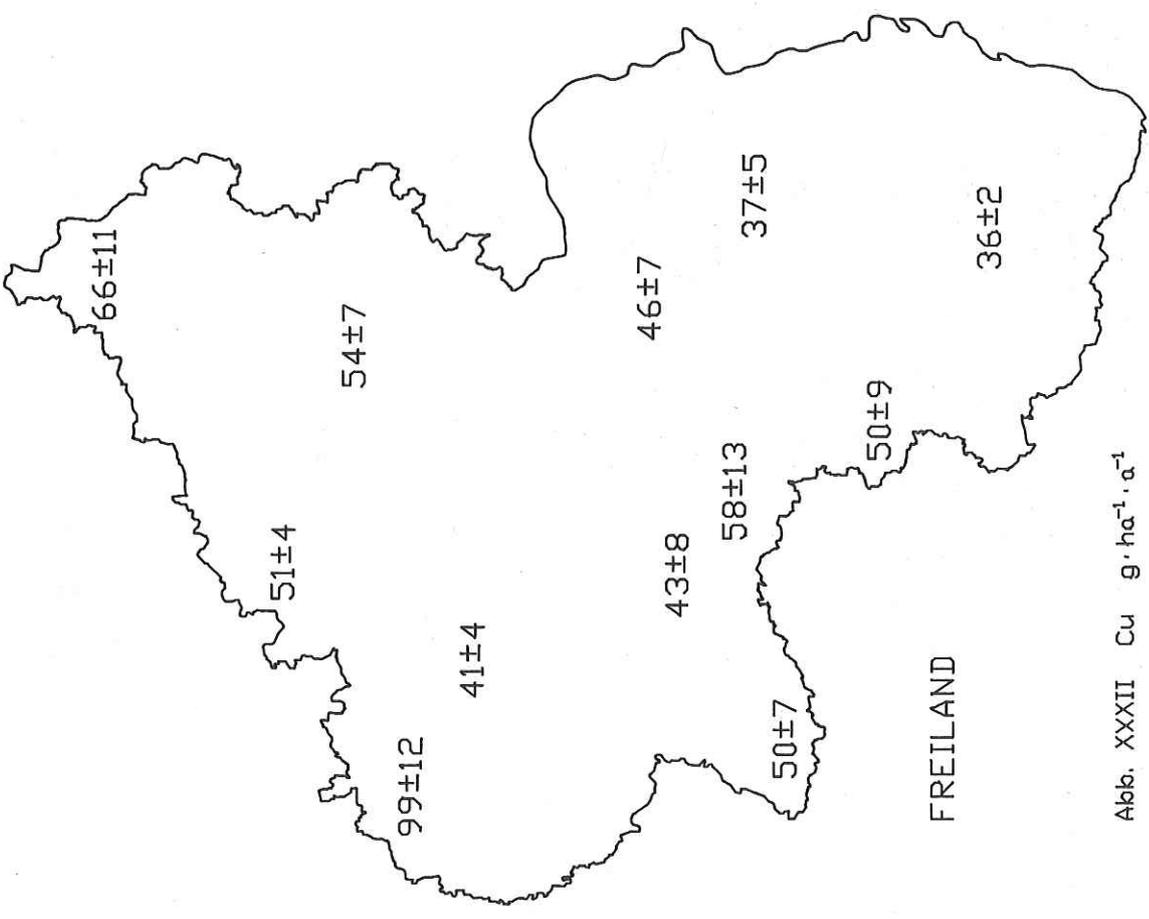


Abb. XXXI Cd g·ha⁻¹ · σ⁻¹



FICHTE

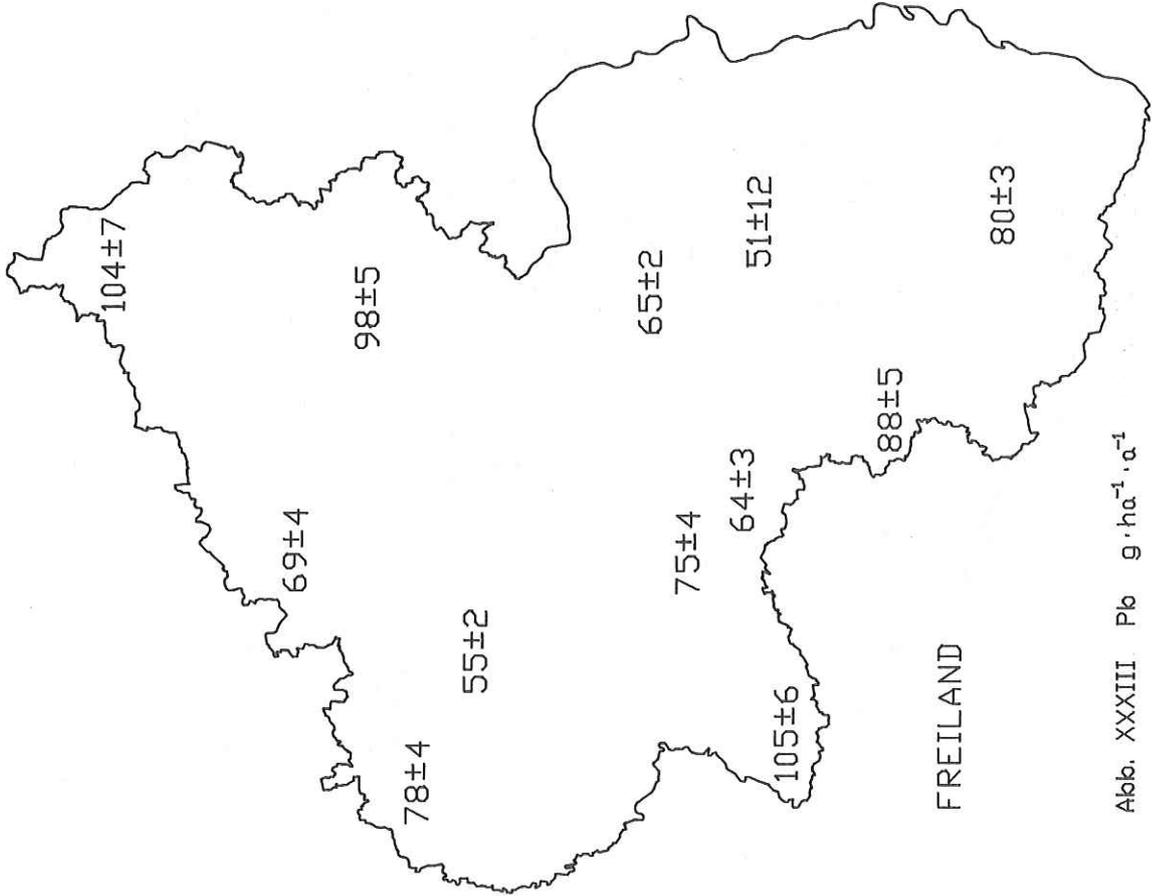


FREILAND

Abb. XXXII Cu g·ha⁻¹·a⁻¹



FICHTE



FREILAND

Abb. XXXIII Pb g·ha⁻¹·a⁻¹

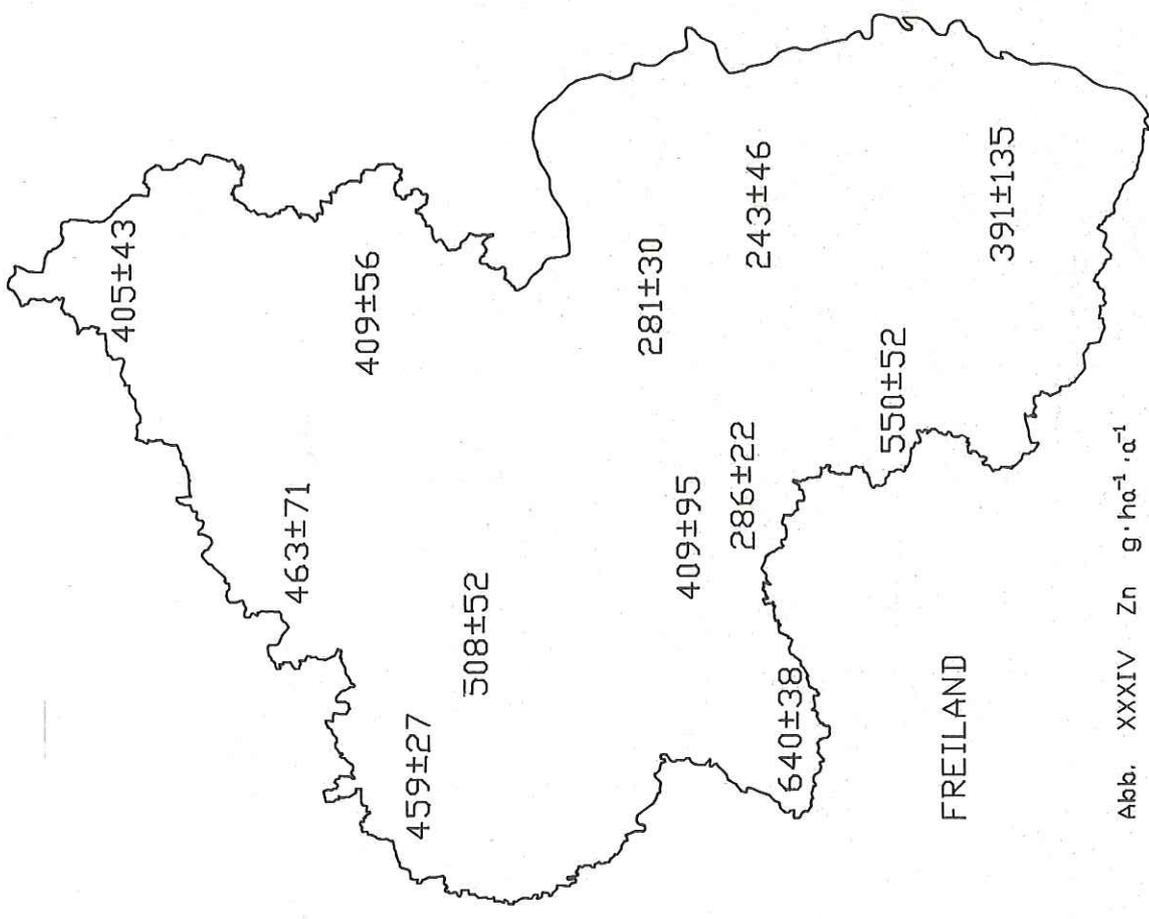
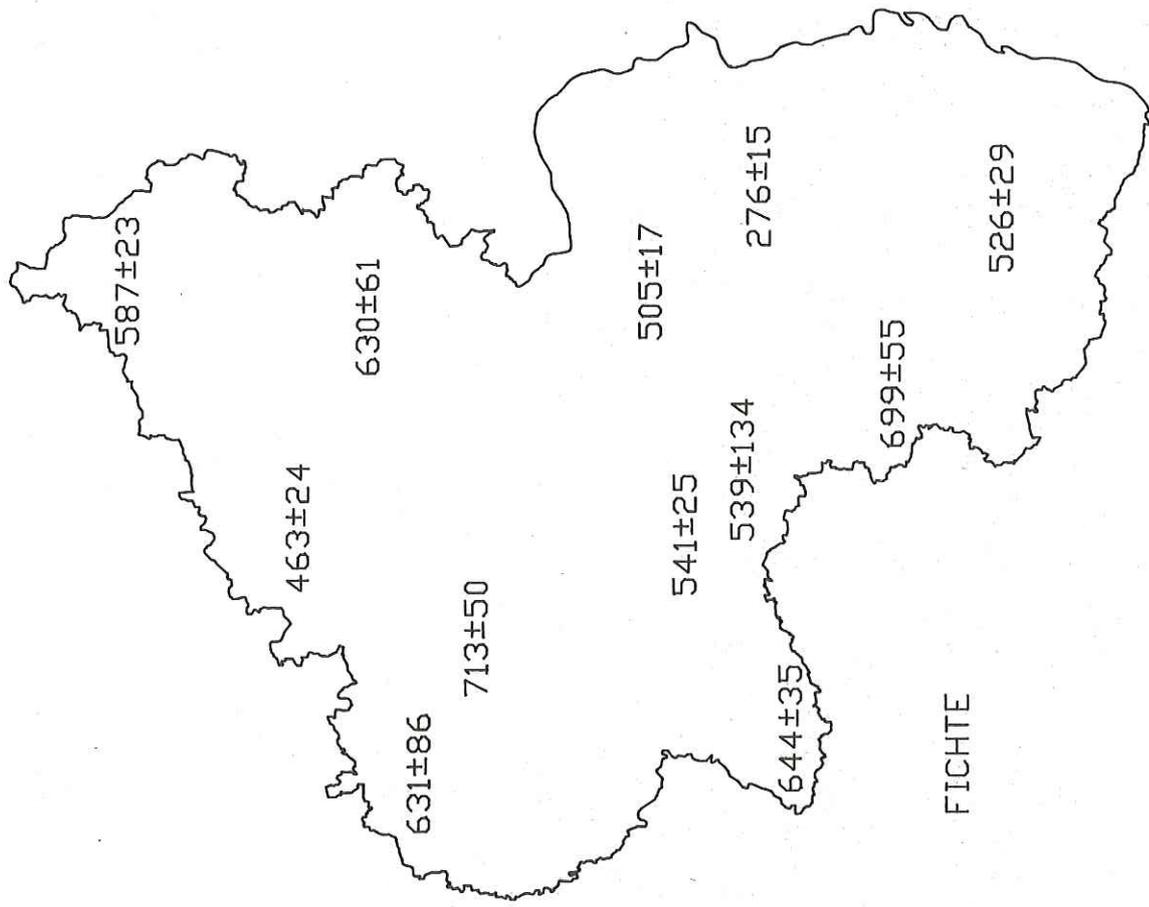


Abb. XXXIV Zn g·ha⁻¹·σ⁻¹

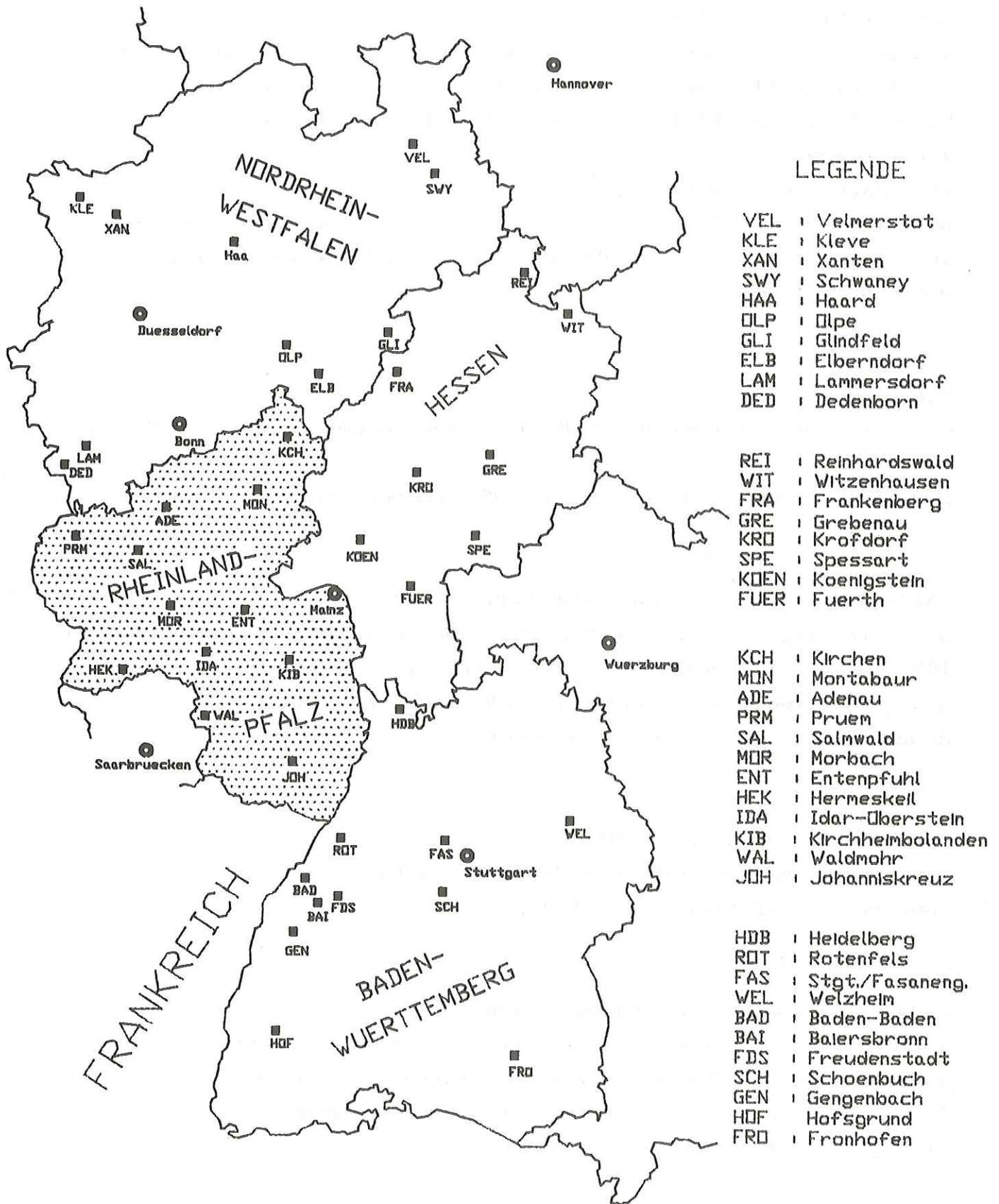


Abb. XXXV Lage der Depositionsmessstationen

Abb. XXXVI, 1-2 bis XXXIX, 1-2:

Mittlere Depositionsraten der Komponenten H, SO₄-S, NO₃-N und NH₄-N auf Freiflächen und in Fichtenbeständen an Meßorten der Länder Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg

Fig. XXXVI, 1-2 till XXXIX, 1-2:

Deposition rates of H, SO₄-S, NO₃-N and NH₄-N in the open field and in spruce stands at monitoring sites in Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Hessen and Baden-Württemberg.

Rheinland-Pfalz:

mittlere Jahresflüsse des Meßzeitraumes November 1984 bis Oktober 1989

Mean annual loads for the period Nov. 1984 till Oct. 1989.

Nordrhein-Westfalen: (aus GEHRMANN, 1990)

mittlere Jahresflüsse des Meßzeitraumes November 1981 bis Oktober 1988; an einigen Meßpunkten unvollständige Zeitreihe

Mean annual loads for the period Nov. 1981 till Oct. 1988.

At some sites the period is not complete.

Hessen: (aus BALAZS, 1990)

Jahresfluß Oktober 1986 bis September 1987

Load for the period Oct. 1986 till Sept. 1987.

Baden-Württemberg: (aus GRÄF, 1990)

mittlere Jahresflüsse des Meßzeitraumes November 1981 bis Oktober 1988; an einigen Meßpunkten unvollständige Zeitreihe

Mean annual loads for the period Nov. 1981 till Oct. 1988.

At some sites the period is not complete.

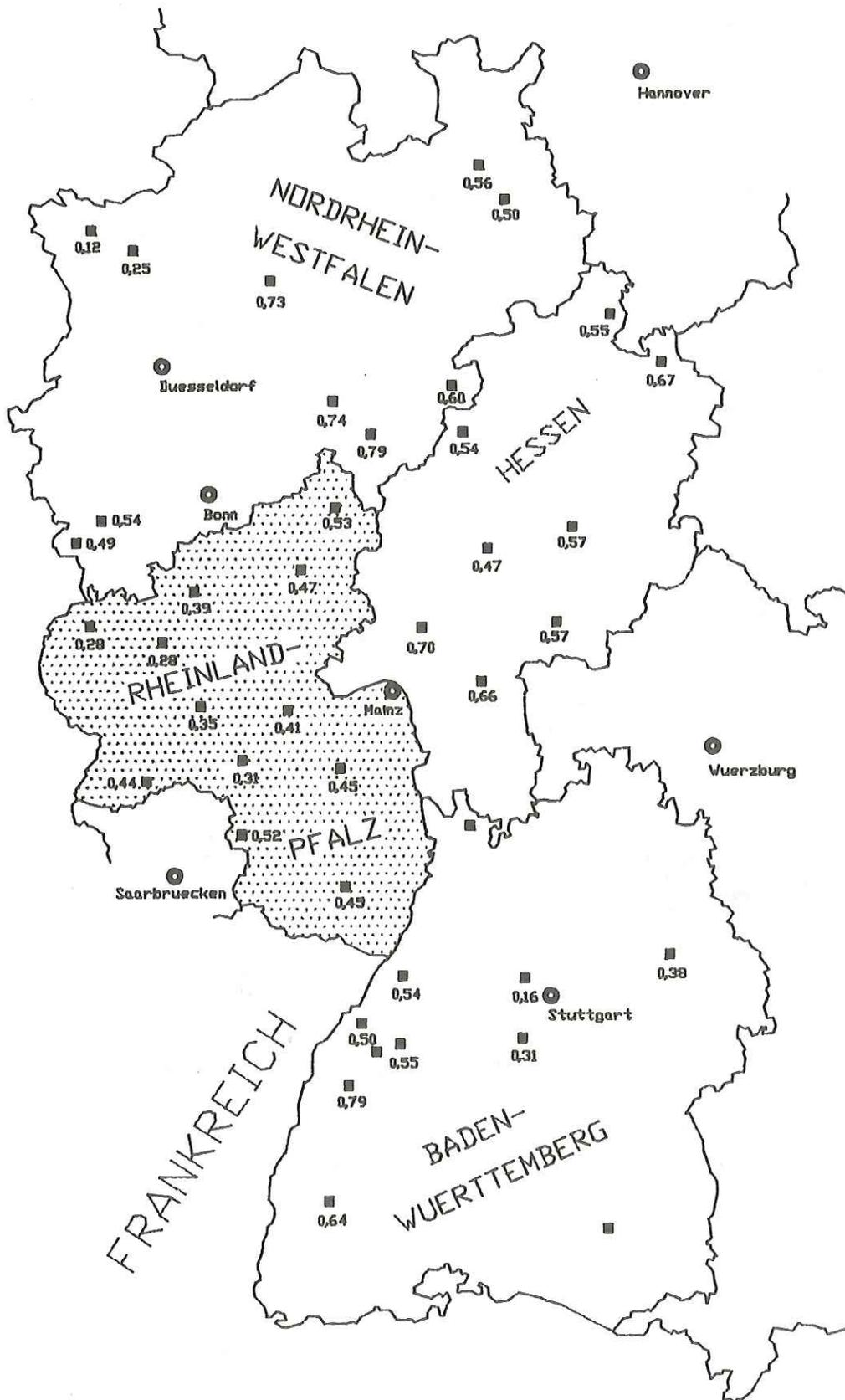


Abb. XXXVI, 1 H^+ $kg \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$ Freiland

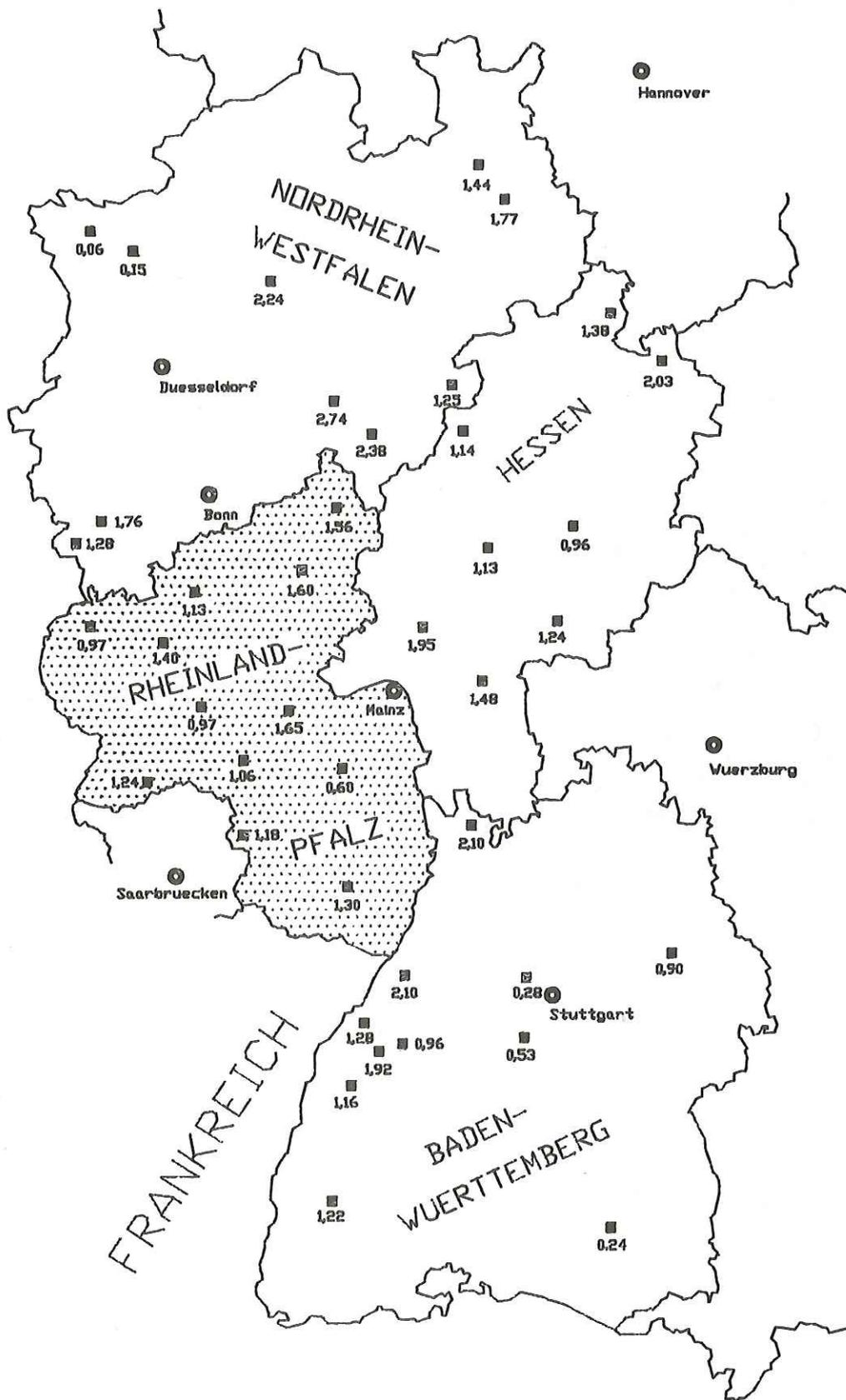


Abb. XXXVI, 2 H⁺ kg·ha⁻¹·a⁻¹ Fichte

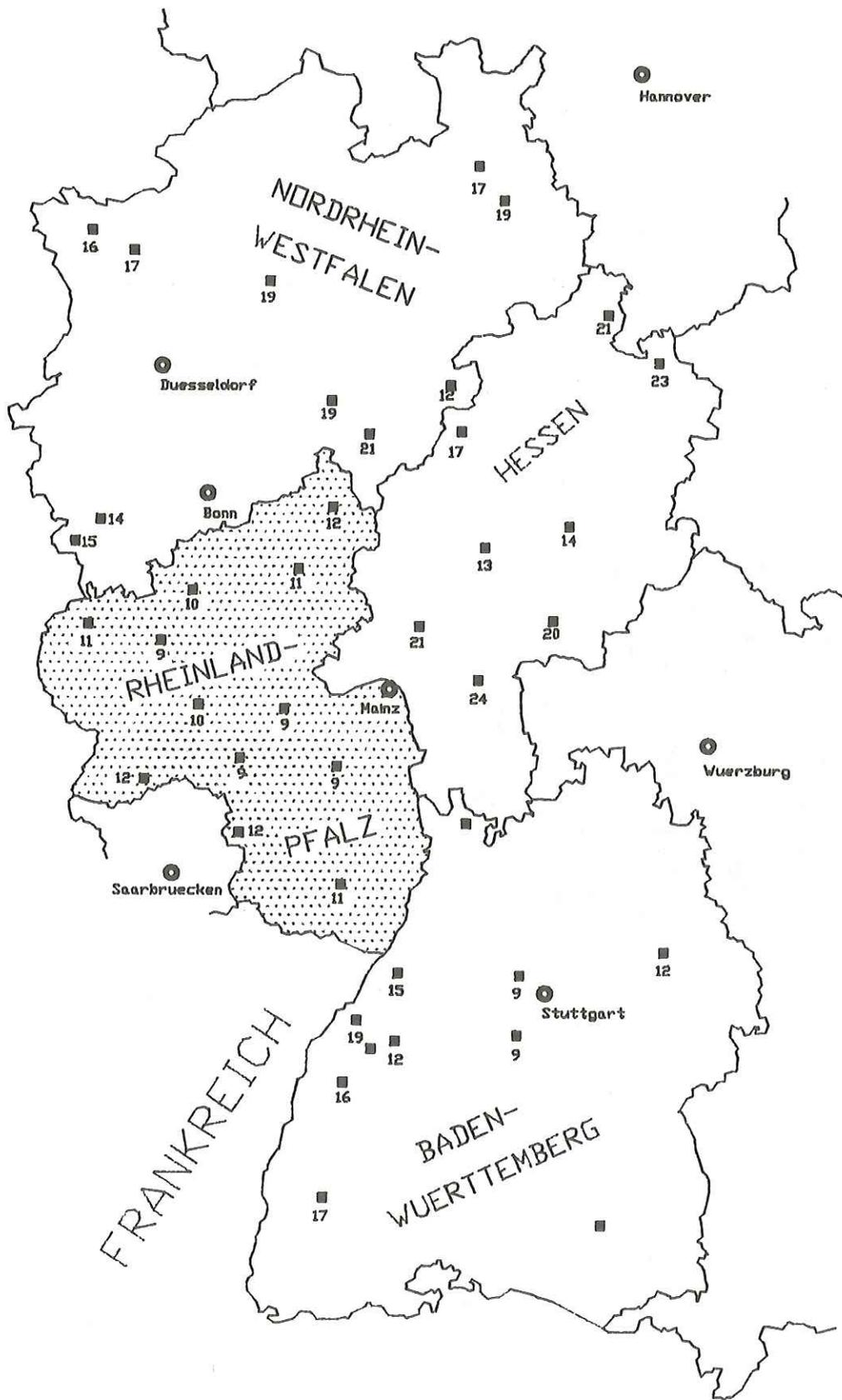


Abb. XXXVII, 1 $\text{SO}_4\text{-S}$ $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ Freiland

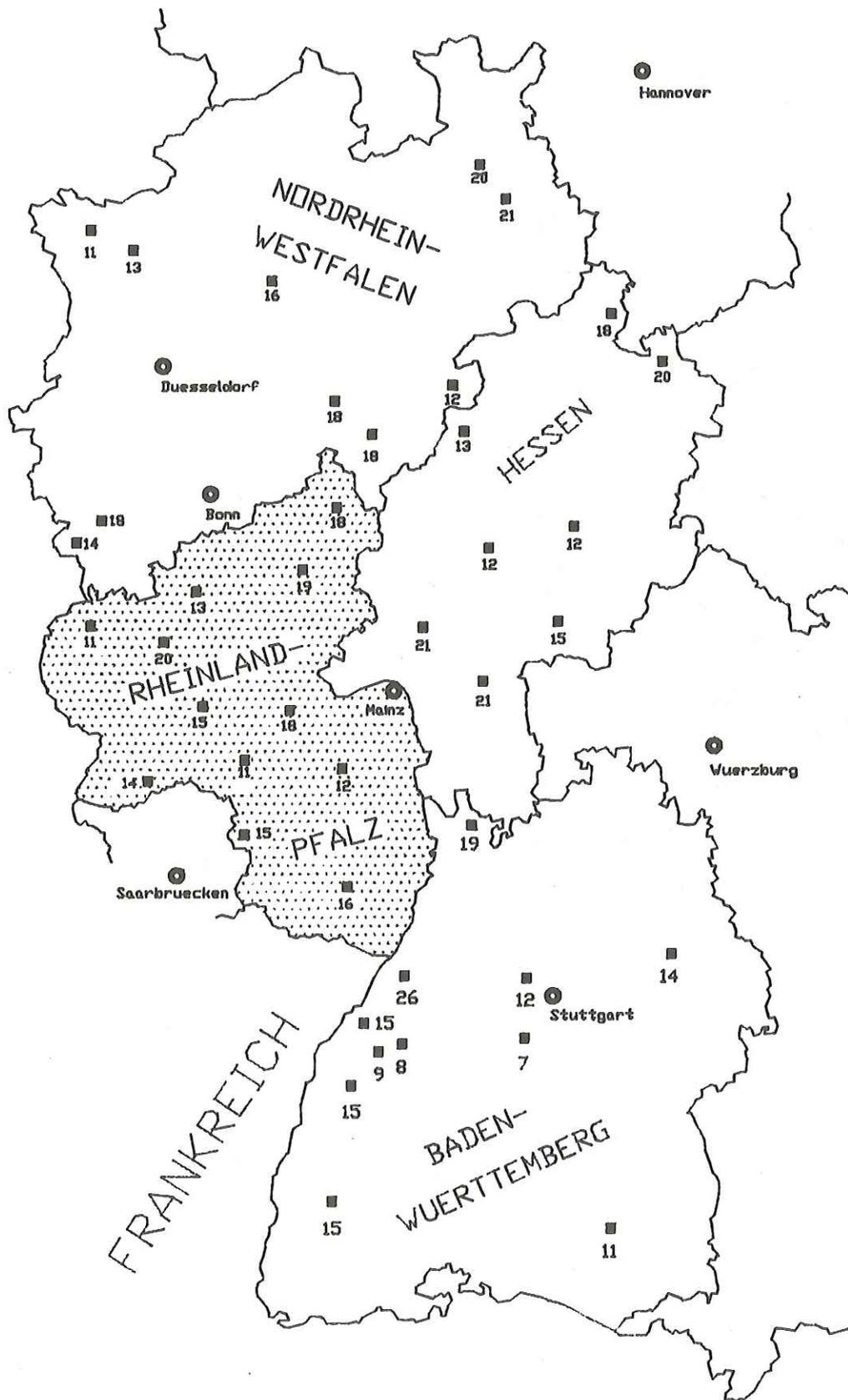


Abb. XXXVIII, 2 $\text{NO}_3\text{-N}$ $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ Fichte

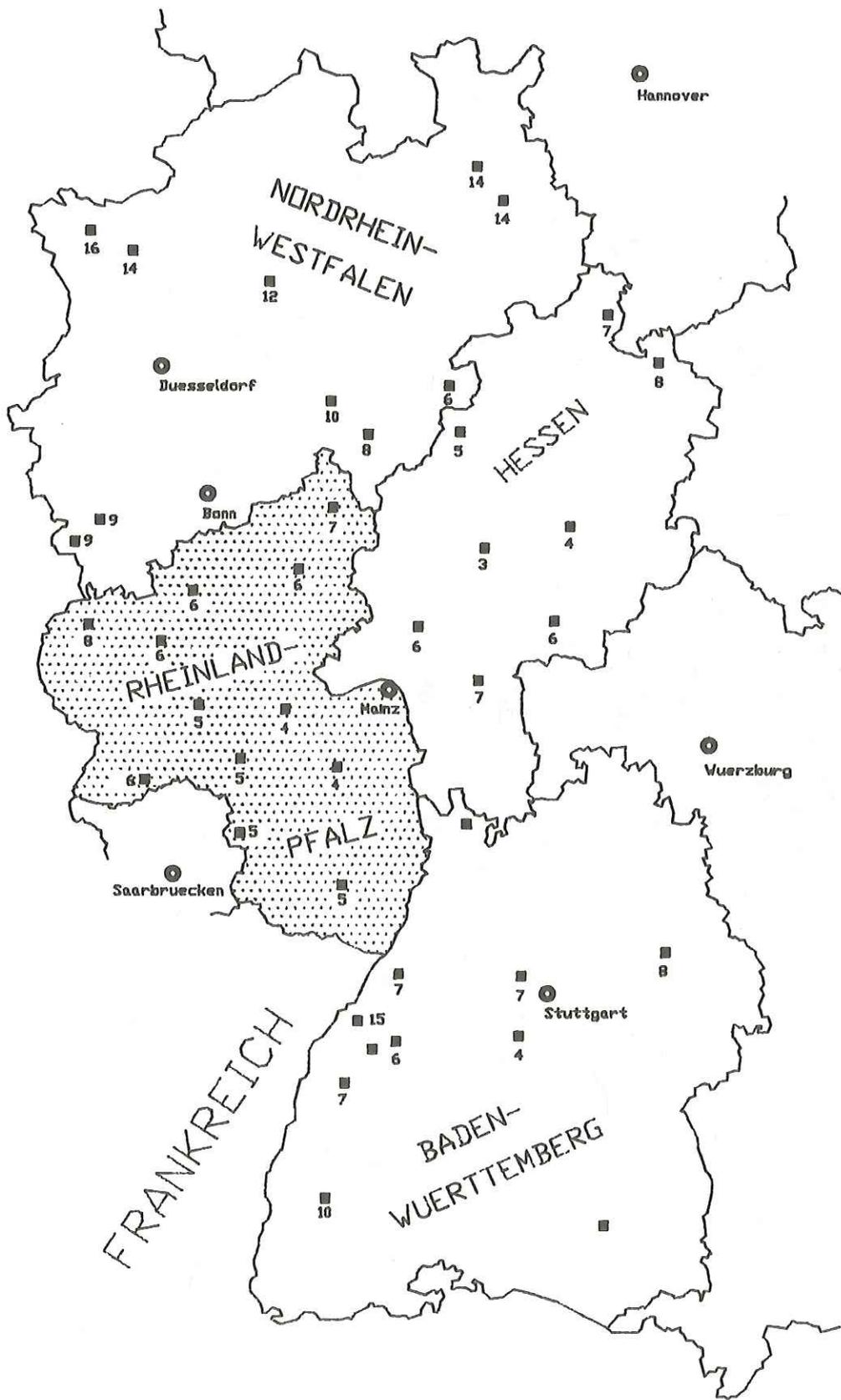


Abb. XXXIX, 1 $\text{NH}_4\text{-N}$ $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ Freiland

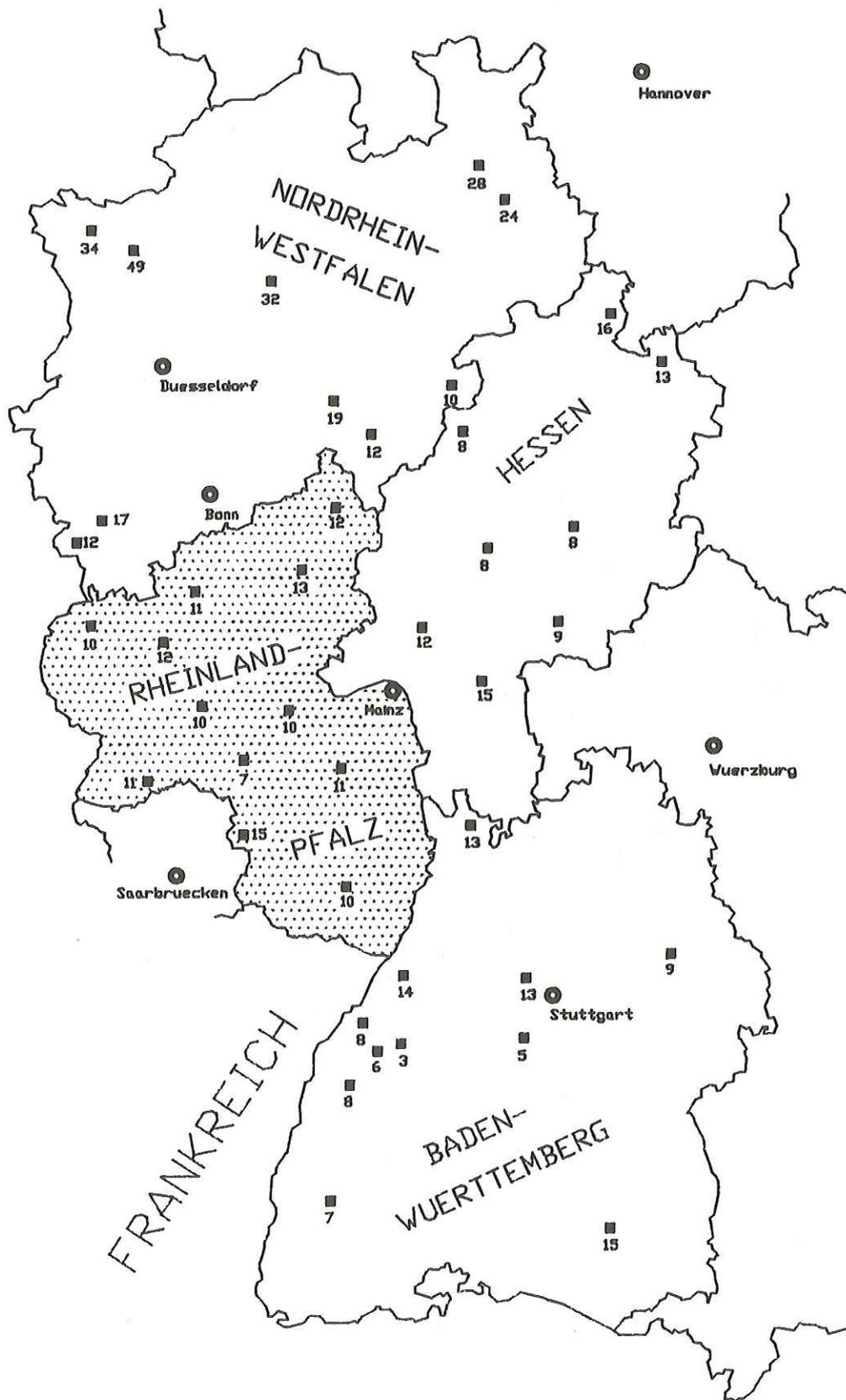


Abb. XXXIX, 2 $\text{NH}_4\text{-N}$ $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ Fichte

Tab. I,1-2 bis Tab XXIII,1-2:

Zusammenstellung der Niederschlagshöhen, Mittelwerte der Leitfähigkeiten, pH-Wert und Basekapazitäten sowie der Depositionsraten der Komponenten SO₄-S, NO₃-N, Cl, PO₄-P, Ca, K, Mg, Na, NH₄-N, org.N, Nt, H, Al, Fe, Mn, Cd, Cu, Pb und Zn in den einzelnen Meßjahren des Untersuchungszeitraumes November 1983 bis Oktober 1989.

W = Winterhalbjahr: November bis April

S = Sommerhalbjahr: Mai bis Oktober

J = Jahr (hydrologisches Jahr: November bis Oktober)

ex = Fehler des Jahresflusses

Tab. I, 1-2 till Tab. XXIII, 1-2: Annual precipitation rates, means of conductivity, pH and base capacity as well as annual deposition rates of SO₄-S, NO₃-N, Cl, PO₄-P, Ca, K, Mg, Na, NH₄-N, org.N, Nt, H, Al, Fe, Mn, Cd, Cu, Pb and Zn. Period of investigation: Nov. 1983 till Oct. 1989.

W = winter half-year: November till April

S = summer half-year: May till October

J = Year (hydrological year: November till October)

ex = error of annual load

Tabelle I.1

Niederschlagshöhe - Freiland - (mm)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	NON	NOR	PRN	SAL	WAL	
83/84	W	410	-	635	572	531	-	-	460	430	-	-	553
	S	683	-	696	549	509	-	-	580	589	-	-	451
	J	1093	-	1331	1120	1040	-	-	1040	1019	-	-	1004
84/85	W	356	297	488	441	385	408	204	469	384	638	376	407
	S	466	386	455	364	371	576	266	539	427	437	287	415
	J	821	683	944	805	757	984	470	1008	811	1075	663	822
85/86	W	380	362	747	577	576	595	253	423	427	614	569	516
	S	408	382	475	432	515	435	350	405	394	454	355	474
	J	788	743	1222	1009	1092	1029	603	828	821	1068	924	990
86/87	W	417	428	535	441	608	667	271	617	458	610	592	587
	S	608	633	851	767	731	590	534	571	659	645	642	640
	J	1025	1061	1387	1208	1340	1257	804	1188	1118	1254	1234	1227
87/88	W	518	484	831	670	697	647	337	589	523	745	733	615
	S	347	372	544	440	438	424	308	315	361	436	419	450
	J	865	856	1375	1110	1135	1071	645	904	884	1181	1152	1065
88/89	W	437	345	646	507	501	591	286	505	441	561	529	508
	S	418	382	465	360	442	418	344	426	456	522	391	452
	J	855	727	1111	867	943	1009	630	931	897	1083	920	960

Tabelle I.2

Niederschlagshöhe - Fichte - (mm)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	NON	NOR	PRN	SAL	WAL	
83/84	W	266	-	458	387	408	-	-	308	257	-	-	308
	S	451	-	479	357	358	-	-	383	339	-	-	245
	J	717	-	937	744	766	-	-	690	596	-	-	553
84/85	W	218	155	328	278	271	244	104	304	218	495	303	228
	S	296	197	300	222	233	332	140	352	224	209	219	231
	J	514	352	627	500	504	576	244	655	443	704	523	460
85/86	W	249	234	558	393	450	359	133	267	278	536	509	306
	S	293	210	290	290	351	280	218	251	238	299	238	311
	J	542	444	848	683	802	638	351	518	516	835	747	617
86/87	W	272	209	370	284	479	456	140	421	290	544	507	337
	S	417	402	597	538	520	354	307	350	453	465	406	424
	J	689	610	967	822	999	810	447	770	742	1010	913	762
87/88	W	353	290	631	456	509	385	160	366	315	669	559	331
	S	217	202	328	261	279	218	177	174	205	288	252	266
	J	570	492	959	717	788	603	337	540	520	957	811	597
88/89	W	292	226	473	342	417	405	149	381	303	468	471	329
	S	279	203	308	260	299	250	200	275	304	380	237	265
	J	571	429	781	548	716	655	349	656	607	848	708	594

Tabelle II.1

Leitfähigkeit - Freiland - ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
84/85	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S	41	38	31	34	32	46	39	38	29	32	30	43
	J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85/86	W	34	34	25	27	29	34	34	35	32	24	24	35
	S	39	38	29	28	32	43	32	46	34	27	32	39
	J	37	36	26	27	30	38	33	41	33	25	27	37
86/87	W	27	30	23	26	21	29	44	27	30	20	21	34
	S	23	26	22	19	25	34	25	31	26	22	22	32
	J	24	28	22	22	23	31	32	29	28	21	22	33
87/88	W	29	30	24	22	28	34	29	32	26	23	25	33
	S	35	27	27	23	30	30	33	28	28	24	22	35
	J	31	29	25	22	29	33	31	31	27	24	24	33
88/89	W	33	38	25	25	31	32	34	32	27	25	22	32
	S	34	40	31	34	34	38	46	35	32	28	31	42
	J	33	39	28	29	32	35	41	33	30	27	26	37

Tabelle II.2

Leitfähigkeit - Fichte - ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
84/85	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S	131	191	104	110	112	154	159	145	108	119	177	172
	J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85/86	W	234	366	155	177	144	209	318	293	201	115	179	232
	S	140	221	125	112	110	173	137	201	143	105	187	118
	J	183	298	145	150	129	193	206	249	174	111	181	175
86/87	W	142	262	118	136	116	138	229	143	164	74	133	184
	S	83	117	57	67	73	136	86	130	76	68	100	103
	J	106	167	80	91	93	137	130	137	110	71	118	139
87/88	W	143	254	108	96	111	172	176	171	144	79	143	186
	S	121	171	92	92	105	152	122	162	115	78	125	104
	J	135	220	102	94	109	165	148	168	133	79	138	149
88/89	W	159	249	117	112	135	157	199	161	133	85	142	167
	S	125	219	107	112	118	156	136	150	114	94	192	115
	J	142	235	113	112	128	156	163	156	124	89	158	144

Tabelle III.1

pH-Wert - Freiland - (gewogenes Mittel)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	NON	NOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	4.2	-	4.5	4.4	4.4	-	-	4.2	4.2	-	-	4.2
	S	4.1	-	4.1	4.2	4.1	-	-	4.1	4.1	-	-	4.0
	J	4.2	-	4.2	4.3	4.3	-	-	4.2	4.2	-	-	4.1
84/85	W	4.2	4.2	4.1	4.4	4.3	4.2	4.3	4.2	4.2	4.5	4.3	4.2
	S	4.2	4.2	4.4	4.4	4.3	4.2	4.4	4.2	4.4	4.5	4.4	4.2
	J	4.2	4.2	4.3	4.4	4.3	4.2	4.3	4.2	4.3	4.5	4.4	4.2
85/86	W	4.4	4.4	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.3	4.4	4.6	4.6	4.3
	S	4.2	4.3	4.4	4.4	4.3	4.2	4.4	4.1	4.3	4.5	4.4	4.3
	J	4.3	4.3	4.5	4.5	4.4	4.3	4.4	4.2	4.4	4.6	4.5	4.3
86/87	W	4.4	4.3	4.5	4.5	4.6	4.4	4.2	4.5	4.4	4.7	4.7	4.3
	S	4.6	4.4	4.5	4.7	4.4	4.4	4.6	4.4	4.5	4.6	4.6	4.3
	J	4.5	4.4	4.5	4.6	4.5	4.4	4.5	4.4	4.5	4.7	4.7	4.3
87/88	W	4.5	4.4	4.6	4.7	4.4	4.3	4.5	4.3	4.6	4.8	4.5	4.4
	S	4.3	4.5	4.5	4.7	4.3	4.5	4.4	4.6	4.5	4.8	4.7	4.3
	J	4.4	4.4	4.5	4.7	4.4	4.4	4.5	4.4	4.5	4.8	4.6	4.4
88/89	W	4.4	4.3	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4	4.4	4.5	4.6	4.8	4.4
	S	4.3	4.1	4.3	4.3	4.2	4.2	4.1	4.3	4.3	4.5	4.4	4.2
	J	4.4	4.2	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	4.4	4.4	4.6	4.6	4.3

Tabelle III.2

pH-Wert - Fichte - (gewogenes Mittel)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	NON	NOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	3.5	-	3.6	3.7	3.7	-	-	3.4	3.5	-	-	3.5
	S	3.7	-	3.7	3.8	3.6	-	-	3.6	3.8	-	-	3.7
	J	3.6	-	3.7	3.7	3.7	-	-	3.5	3.7	-	-	3.5
84/85	W	3.5	3.2	3.5	3.5	3.6	3.4	3.5	3.4	3.6	3.8	3.6	3.4
	S	3.7	3.6	3.9	3.8	3.8	3.7	3.9	3.7	3.8	3.8	3.7	3.7
	J	3.6	3.4	3.7	3.6	3.6	3.5	3.7	3.5	3.7	3.8	3.6	3.5
85/86	W	3.5	3.2	3.6	3.6	3.7	3.5	3.4	3.3	3.5	3.8	3.6	3.5
	S	3.7	3.5	3.9	3.8	3.8	3.6	3.8	3.5	3.8	3.9	3.6	3.9
	J	3.6	3.3	3.7	3.7	3.7	3.5	3.6	3.4	3.6	3.8	3.6	3.7
86/87	W	3.7	3.4	3.8	3.7	3.8	3.7	3.5	3.7	3.6	4.0	3.7	3.6
	S	4.1	3.8	4.5	4.2	4.1	3.8	4.3	3.8	4.2	4.2	4.0	4.0
	J	3.9	3.6	4.1	3.9	3.9	3.7	3.9	3.7	3.9	4.1	3.8	3.8
87/88	W	3.7	3.4	3.8	3.9	3.7	3.6	3.7	3.6	3.7	4.1	3.8	3.6
	S	3.8	3.6	4.1	4.1	3.9	3.7	4.1	3.8	4.0	4.2	4.0	4.2
	J	3.7	3.5	3.9	4.0	3.8	3.6	3.8	3.6	3.8	4.1	3.8	3.7
88/89	W	3.7	3.5	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.8	4.0	3.8	3.7
	S	3.8	3.5	3.9	3.9	3.8	3.8	4.0	3.8	3.9	4.0	3.7	4.1
	J	3.8	3.5	3.9	3.8	3.8	3.7	3.8	3.7	3.8	4.0	3.8	3.8

Tabelle IV.1

Basekapazität - Freiland - ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	NOR	PRH	SAL	WAL	
83/84	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
84/85	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
85/86	W	0.116	0.105	0.095	0.092	0.104	0.097	0.122	0.101	0.103	0.075	0.074	0.118
	S	0.138	0.137	0.129	0.111	0.134	0.134	0.111	0.155	0.129	0.091	0.104	0.152
	J	0.127	0.121	0.108	0.100	0.118	0.113	0.116	0.127	0.115	0.082	0.086	0.134
86/87	W	0.079	0.086	0.075	0.075	0.062	0.080	0.110	0.071	0.082	0.065	0.059	0.102
	S	0.098	0.090	0.096	0.090	0.083	0.105	0.090	0.100	0.096	0.077	0.100	0.101
	J	0.090	0.089	0.086	0.084	0.073	0.092	0.097	0.085	0.091	0.071	0.080	0.102
87/88	W	0.074	0.077	0.072	0.068	0.098	0.085	0.084	0.079	0.068	0.066	0.083	0.082
	S	0.109	0.094	0.088	0.078	0.095	0.097	0.104	0.081	0.094	0.076	0.084	0.103
	J	0.088	0.085	0.078	0.072	0.097	0.090	0.094	0.080	0.079	0.070	0.083	0.091
88/89	W	0.092	0.112	0.080	0.092	0.091	0.100	0.102	0.083	0.094	0.068	0.059	0.090
	S	0.120	0.138	0.115	0.141	0.118	0.124	0.146	0.112	0.113	0.094	0.119	0.135
	J	0.106	0.126	0.095	0.112	0.104	0.110	0.126	0.096	0.104	0.080	0.085	0.111

Tabelle IV.2

Basekapazität - Fichte - ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	NOR	PRH	SAL	WAL	
83/84	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
84/85	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85/86	W	0.619	0.945	0.453	0.560	0.485	0.547	0.803	0.707	0.565	0.337	0.491	0.631
	S	0.414	0.670	0.433	0.387	0.414	0.484	0.422	0.639	0.444	0.317	0.536	0.403
	J	0.508	0.815	0.446	0.486	0.454	0.520	0.567	0.674	0.509	0.330	0.505	0.516
86/87	W	0.330	0.628	0.286	0.360	0.325	0.351	0.615	0.324	0.391	0.191	0.321	0.421
	S	0.246	0.350	0.162	0.312	0.221	0.346	0.301	0.340	0.233	0.229	0.329	0.275
	J	0.279	0.445	0.209	0.329	0.271	0.348	0.399	0.331	0.295	0.208	0.325	0.340
87/88	W	0.337	0.546	0.344	0.260	0.346	0.371	0.431	0.362	0.308	0.174	0.358	0.371
	S	0.317	0.428	0.286	0.260	0.278	0.388	0.272	0.398	0.267	0.233	0.329	0.222
	J	0.330	0.498	0.324	0.260	0.322	0.377	0.348	0.373	0.291	0.192	0.349	0.305
88/89	W	0.346	0.585	0.334	0.345	0.343	0.335	0.433	0.345	0.340	0.186	0.313	0.354
	S	0.303	0.513	0.305	0.381	0.333	0.359	0.358	0.397	0.343	0.245	0.466	0.282
	J	0.325	0.551	0.323	0.359	0.339	0.344	0.390	0.367	0.342	0.212	0.364	0.322

Tabelle V.1

Depositionsrates SO_4-S - Freiland - ($kg \cdot ha^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	NOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	7.6	-	10.4	5.9	4.5	-	-	7.7	5.4	-	-	6.0
	S	12.4	-	10.6	7.3	7.9	-	-	10.5	11.3	-	-	7.0
	J	20.1	-	20.9	13.2	12.4	-	-	18.2	16.7	-	-	13.0
	ex J	0.2	-	1.0	0.2	0.1	-	-	0.2	1.2	-	-	0.3
84/85	W	4.9	5.4	5.7	5.6	4.3	5.2	3.3	6.2	4.7	6.7	4.0	4.9
	S	6.7	5.4	5.8	4.8	5.2	8.7	7.0	6.7	5.2	6.7	3.7	8.6
	J	11.5	10.8	11.5	10.4	9.5	14.0	10.3	12.9	9.9	13.3	7.7	13.5
	ex J	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	2.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.8
85/86	W	4.5	3.9	7.0	5.0	5.4	5.5	2.9	4.6	6.6	5.2	4.6	5.6
	S	5.2	4.7	5.1	4.2	5.5	6.6	4.2	6.1	5.0	4.6	4.1	5.8
	J	9.7	8.6	12.1	9.2	10.9	12.2	7.1	10.6	11.6	9.8	8.7	11.4
	ex J	0.4	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.8	0.2	0.2	0.2
86/87	W	3.5	3.7	4.1	4.1	4.4	6.3	4.5	5.7	4.4	4.0	3.9	5.9
	S	6.3	5.9	7.6	5.8	6.8	6.9	5.8	6.4	6.5	6.1	5.9	7.2
	J	9.8	9.6	11.7	9.8	11.2	13.2	10.3	12.1	10.9	10.0	9.8	13.1
	ex J	0.3	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3
87/88	W	5.2	4.4	7.1	5.6	7.9	6.2	3.5	5.5	4.7	5.9	7.2	6.0
	S	4.5	3.9	5.5	3.7	4.1	4.8	3.6	3.4	3.6	4.2	3.6	5.6
	J	9.6	8.3	12.6	9.3	12.0	11.0	7.1	8.9	8.3	10.0	10.8	11.6
	ex J	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2
88/89	W	4.5	3.7	5.8	3.9	4.6	5.6	3.2	5.0	3.5	4.7	4.0	5.5
	S	4.9	5.4	5.5	4.4	4.9	4.9	5.0	5.0	5.5	5.4	4.7	6.1
	J	9.4	9.1	11.2	8.3	9.5	10.5	8.1	10.0	9.0	10.0	8.7	11.6
	ex J	0.2	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3

Tabelle V.2

Depositionsrates SO_4-S - Fichte - ($kg \cdot ha^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	NOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	39.9	-	26.1	24.2	22.0	-	-	38.9	23.5	-	-	27.9
	S	28.6	-	26.7	20.0	21.3	-	-	33.2	17.6	-	-	19.2
	J	68.6	-	52.8	44.2	43.3	-	-	72.2	41.1	-	-	47.1
	ex J	2.5	-	2.3	1.2	1.7	-	-	2.2	1.1	-	-	1.4
84/85	W	22.0	24.6	18.9	19.9	17.9	23.0	14.5	32.5	15.2	23.2	16.4	26.6
	S	15.0	12.8	13.5	9.1	11.0	17.9	10.0	16.4	9.0	10.7	16.3	16.7
	J	37.0	37.5	32.4	29.0	28.9	40.9	24.6	48.9	24.2	33.9	32.7	43.3
	ex J	0.8	0.9	1.1	0.6	0.8	1.1	0.8	0.8	0.3	1.5	1.4	1.4
85/86	W	23.0	30.6	30.7	26.7	22.5	26.8	16.7	31.1	19.5	24.5	32.6	24.4
	S	15.4	14.8	14.2	11.6	12.4	16.5	10.7	16.0	10.8	12.6	15.7	14.3
	J	38.4	45.4	44.8	38.3	34.9	43.3	27.4	47.2	30.4	37.1	48.4	38.8
	ex J	0.7	1.2	2.0	0.9	0.9	1.0	0.7	1.7	0.3	1.5	1.5	1.3
86/87	W	14.6	19.5	16.3	14.6	18.5	21.9	12.9	23.6	16.5	14.6	22.9	23.1
	S	15.4	16.8	17.3	16.0	14.4	18.6	11.8	16.9	13.3	15.2	16.3	18.4
	J	30.1	36.2	33.7	30.5	32.9	40.5	24.7	40.4	29.8	29.8	39.2	41.5
	ex J	1.0	0.8	1.2	0.6	0.7	1.0	0.7	0.9	0.3	0.9	1.1	1.4
87/88	W	20.4	27.7	28.1	19.3	24.0	22.9	12.0	23.6	16.6	25.3	33.8	22.5
	S	12.0	12.2	11.9	10.9	10.3	12.3	9.0	11.5	8.7	10.9	15.1	13.4
	J	32.4	39.9	40.1	30.2	34.3	35.2	21.0	35.1	25.2	36.3	48.9	35.9
	ex J	0.9	0.7	1.3	0.9	0.3	0.9	0.7	1.1	0.6	1.4	1.2	1.0
88/89	W	20.8	25.3	25.3	16.9	20.6	25.7	14.3	28.4	16.2	19.8	30.3	25.0
	S	12.6	14.1	13.2	7.9	11.3	13.0	9.5	13.5	11.3	14.1	14.7	12.2
	J	33.5	39.4	38.5	24.7	31.9	38.7	23.8	41.9	27.6	33.9	45.0	37.2
	ex J	0.6	1.4	0.7	1.1	0.6	0.7	0.6	0.9	0.2	1.0	1.3	1.1

Tabelle VI.1

Depositionsratesrate NO₃-N - Freiland - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRN	SAL	WAL	
83/84	W	2.2	-	2.8	2.8	2.0	-	-	3.2	2.2	-	-	2.4
	S	3.7	-	3.3	3.0	2.8	-	-	3.3	4.0	-	-	2.0
	J	5.8	-	6.1	5.7	4.9	-	-	6.6	6.2	-	-	4.4
	ex J	0.1	-	0.2	0.1	0.1	-	-	0.1	0.6	-	-	0.1
84/85	W	2.4	2.2	2.5	2.1	2.1	2.5	1.6	2.6	2.3	3.1	1.7	1.7
	S	3.7	2.3	1.9	2.5	2.1	4.4	1.8	2.8	2.3	3.1	1.6	2.3
	J	6.1	4.5	4.3	4.6	4.2	6.9	3.4	5.4	4.6	6.2	3.3	4.0
	ex J	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
85/86	W	2.0	2.1	2.8	2.3	2.6	3.1	1.4	2.2	2.4	2.7	2.2	2.1
	S	2.8	2.5	1.6	2.2	2.7	3.4	2.2	3.1	2.5	2.5	2.3	2.3
	J	4.8	4.5	4.4	4.5	5.3	6.4	3.6	5.3	4.9	5.2	4.4	4.4
	ex J	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
86/87	W	1.5	2.1	1.2	2.0	2.3	3.0	2.4	2.7	2.3	2.1	2.1	2.0
	S	2.6	3.1	1.8	3.0	3.0	3.8	3.2	3.6	3.5	3.1	2.6	2.3
	J	4.1	5.1	3.0	5.0	5.4	6.8	5.5	6.3	5.7	5.2	4.8	4.4
	ex J	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
87/88	W	2.3	2.3	2.5	2.3	3.7	3.7	1.9	3.4	2.1	3.2	3.9	2.3
	S	2.6	1.4	2.3	2.2	1.9	2.8	2.1	2.1	1.7	2.4	1.8	1.6
	J	4.9	3.7	4.8	4.5	5.6	6.5	4.0	5.5	3.8	5.7	5.7	3.9
	ex J	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
88/89	W	2.5	2.2	3.1	2.6	2.9	3.3	1.9	3.2	2.4	2.8	2.5	2.5
	S	3.0	2.8	3.1	2.9	2.7	3.6	3.1	3.5	3.2	3.6	2.7	2.8
	J	5.5	5.0	6.2	5.5	5.6	6.9	5.1	6.7	5.6	6.3	5.2	5.3
	ex J	0.1	0.0	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Tabelle VI.2

Depositionsratesrate NO₃-N - Fichte - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRN	SAL	WAL	
83/84	W	5.0	-	5.8	5.4	7.0	-	-	9.8	6.3	-	-	6.0
	S	5.4	-	6.3	4.6	6.6	-	-	6.4	5.0	-	-	4.8
	J	10.4	-	12.0	10.0	13.6	-	-	16.2	11.3	-	-	10.8
	ex J	0.4	-	0.9	0.4	0.6	-	-	1.0	0.4	-	-	0.4
84/85	W	5.9	6.3	5.2	4.7	6.4	7.1	3.5	9.0	5.9	5.8	5.9	6.7
	S	6.1	7.6	4.9	5.0	4.3	9.2	5.2	8.8	5.1	3.6	7.5	7.2
	J	12.0	13.9	10.1	9.7	10.7	16.4	8.7	17.8	11.0	9.4	13.4	13.9
	ex J	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.5	0.2	0.5	0.1	0.2	0.5	0.5
85/86	W	6.6	10.4	10.3	6.7	9.5	9.5	7.6	9.4	9.3	7.0	11.6	8.2
	S	7.9	9.7	7.4	6.4	7.4	10.2	7.4	9.9	8.3	5.3	9.7	7.2
	J	14.5	20.1	17.8	13.1	16.9	19.6	15.0	19.3	17.5	12.3	21.3	15.4
	ex J	0.3	0.5	0.7	0.4	0.4	0.4	0.5	0.8	0.3	0.5	0.7	0.7
86/87	W	4.8	7.4	4.5	5.0	8.4	8.2	4.6	9.0	7.6	4.7	9.5	6.7
	S	6.3	9.5	6.5	6.4	7.2	9.1	6.9	9.3	8.3	5.2	7.9	7.5
	J	11.1	16.9	11.0	11.3	15.6	17.4	11.6	18.4	15.9	10.0	17.4	14.2
	ex J	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	6.5	0.5	0.5	0.2	0.3	0.5	0.4
87/88	W	5.6	8.8	6.2	3.8	9.9	8.0	4.6	7.7	5.9	5.7	12.7	6.5
	S	6.1	9.2	6.3	5.5	7.1	7.7	7.3	7.7	6.5	4.4	9.1	6.5
	J	11.6	18.0	12.5	9.3	17.0	15.7	11.9	15.4	12.4	10.1	21.8	13.0
	ex J	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.6	0.2	0.3	0.6	0.4
88/89	W	6.9	9.4	7.6	5.1	10.3	9.4	5.8	9.6	7.5	5.3	12.3	8.1
	S	9.2	12.9	11.3	7.2	10.3	12.4	9.1	12.8	11.4	8.8	14.8	9.5
	J	16.1	22.3	18.9	12.3	20.5	21.8	14.9	22.4	18.9	14.1	27.1	17.6
	ex J	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.7	0.1	0.4	1.0	0.6

Tabelle VII.1

Depositionsrates Cl - Freiland - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	8.2	-	8.4	6.3	4.2	-	-	9.0	5.9	-	-	9.5
	S	2.9	-	3.5	2.2	2.7	-	-	2.6	3.2	-	-	2.8
	J	11.1	-	11.9	8.5	6.8	-	-	11.6	9.0	-	-	12.3
	ex J	0.1	-	0.6	0.2	0.2	-	-	0.1	0.6	-	-	1.3
84/85	W	4.4	3.4	4.8	4.2	3.6	4.1	2.7	4.6	4.6	6.5	4.6	6.4
	S	2.5	1.9	2.6	2.4	2.2	3.9	1.7	2.9	2.2	3.6	1.9	3.6
	J	6.9	5.3	7.5	6.6	5.8	8.0	4.4	7.6	6.8	10.1	6.6	10.0
	ex J	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.8	0.8
85/86	W	5.2	5.0	8.6	7.0	6.0	8.6	3.1	4.8	4.3	7.5	5.9	7.9
	S	1.7	1.8	1.7	1.2	1.6	2.6	1.1	1.7	1.5	1.8	1.6	6.1
	J	6.9	6.7	10.3	8.2	7.6	11.1	4.2	6.5	5.8	9.3	7.5	14.0
	ex J	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	3.3
86/87	W	5.0	4.2	5.9	4.8	6.0	9.6	5.0	6.7	5.6	6.7	6.7	10.2
	S	3.1	2.3	4.0	3.1	2.5	3.1	2.7	3.0	3.4	2.7	2.7	6.2
	J	8.1	6.5	9.9	7.9	8.5	12.7	7.7	9.7	9.0	9.4	9.5	16.4
	ex J	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.3	0.4	0.1	0.3	0.4	1.4
87/88	W	7.2	6.1	9.8	7.1	5.3	9.8	3.6	6.8	7.1	12.3	6.4	13.0
	S	1.9	2.3	3.7	2.3	2.5	2.8	1.7	1.5	2.5	2.9	2.8	5.1
	J	9.1	8.3	13.5	9.4	7.9	12.6	5.3	8.3	9.6	15.3	9.2	18.1
	ex J	0.5	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2	0.6	0.1	2.2
88/89	W	7.3	3.9	5.9	4.4	4.4	7.5	3.4	6.2	3.7	7.8	5.0	7.9
	S	2.8	1.9	2.6	1.9	1.8	3.1	2.1	2.5	2.1	2.9	2.1	4.3
	J	10.0	5.7	8.5	6.3	6.2	10.5	5.5	8.7	5.8	10.7	7.1	12.2
	ex J	0.2	0.1	0.7	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2	0.1	0.3	0.2	2.0

Tabelle VII.2

Depositionsrates Cl - Fichte - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	23.4	-	18.5	14.6	18.7	-	-	31.6	18.8	-	-	36.8
	S	8.2	-	9.5	6.4	8.2	-	-	11.0	7.0	-	-	12.2
	J	31.5	-	28.0	21.0	26.9	-	-	42.5	25.8	-	-	48.9
	ex J	1.1	-	1.4	0.8	1.1	-	-	1.5	0.4	-	-	1.4
84/85	W	12.3	12.4	12.8	11.9	12.5	16.7	8.6	16.0	12.0	13.7	14.2	27.0
	S	9.0	8.7	11.0	6.8	7.4	11.4	7.2	11.3	6.4	7.1	12.7	14.2
	J	21.3	21.0	23.8	18.7	19.9	28.1	15.8	27.3	18.4	20.8	26.9	41.2
	ex J	0.4	0.5	0.8	0.4	0.7	0.7	0.3	0.5	0.3	0.5	0.9	1.4
85/86	W	15.3	20.8	23.6	17.3	18.7	26.1	12.6	16.7	15.2	17.4	27.6	32.7
	S	7.1	8.3	8.5	5.8	6.7	8.7	6.2	7.2	6.7	5.6	9.0	11.3
	J	22.3	29.1	32.1	23.1	25.4	34.9	18.8	23.9	21.9	23.0	36.6	44.0
	ex J	0.7	1.1	1.2	0.8	0.7	0.6	0.5	0.9	0.3	0.7	1.0	1.4
86/87	W	13.8	15.9	15.7	11.4	20.0	23.8	10.4	17.1	15.2	14.7	25.9	33.5
	S	9.8	10.5	12.3	9.9	9.0	10.5	8.8	9.7	10.9	9.0	13.6	18.9
	J	23.6	26.4	28.0	21.3	29.0	34.3	19.2	26.8	26.1	23.7	39.4	52.5
	ex J	0.8	0.5	1.4	1.0	0.7	1.7	0.7	0.7	0.3	1.1	1.8	3.7
87/88	W	17.9	19.3	25.0	14.8	17.5	22.9	10.4	15.6	17.8	23.6	28.7	26.9
	S	6.4	9.3	10.8	7.4	8.7	9.9	7.7	7.5	8.2	7.0	13.2	11.8
	J	24.3	28.6	35.8	22.2	26.2	32.8	18.1	23.1	26.0	30.6	41.9	38.7
	ex J	0.8	0.4	1.1	0.7	0.5	0.9	0.6	1.0	1.0	0.7	0.9	2.3
88/89	W	19.5	17.6	17.8	11.1	17.2	28.9	5.8	18.5	14.5	15.8	30.2	24.0
	S	9.7	10.8	9.6	5.8	7.1	11.0	9.1	9.7	9.3	8.7	13.6	10.0
	J	29.2	28.4	27.4	16.9	24.3	39.9	14.9	28.2	23.8	24.5	43.8	33.9
	ex J	0.6	1.2	0.7	0.5	0.6	1.3	0.4	0.8	0.6	0.5	1.6	1.5

Tabelle VIII.1

Depositionsrates PO₄-P - Freiland - (g·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	NOR	PRN	SAL	WAL	
83/84	W	9.1	-	77.7	19.2	26.0	-	-	18.8	25.4	-	-	74.3
	S	55.8	-	28.5	19.5	99.0	-	-	32.4	99.7	-	-	28.9
	J	64.9	-	106.1	38.7	125.0	-	-	51.2	125.1	-	-	103.2
	ex J	3.1	-	15.5	2.6	22.9	-	-	3.3	17.3	-	-	34.3
84/85	W	37.7	33.1	96.9	61.6	66.8	40.6	37.2	74.9	67.9	75.4	86.7	57.5
	S	109.7	134.4	107.7	246.3	95.6	86.9	351.8	27.2	113.0	328.7	143.4	145.1
	J	147.4	167.5	204.5	307.9	162.3	127.5	389.1	102.1	180.9	404.1	230.1	202.6
	ex J	6.3	27.5	20.1	39.0	10.0	16.8	35.0	28.3	15.7	61.8	67.4	33.5
85/86	W	48.1	141.7	120.4	33.2	39.9	32.0	59.1	23.1	69.4	72.3	31.1	67.1
	S	37.8	29.9	38.4	25.9	70.9	49.9	94.8	42.8	66.3	39.5	38.1	92.8
	J	85.9	171.7	158.8	51.1	110.8	82.0	153.9	65.9	135.8	111.7	69.2	159.9
	ex J	11.7	22.0	17.6	3.6	11.6	7.5	12.0	15.1	16.8	34.4	2.9	34.4
86/87	W	29.3	24.4	24.4	32.5	37.5	60.7	59.0	33.6	29.9	30.9	27.4	50.2
	S	145.8	68.2	60.3	57.7	127.6	71.8	215.6	67.8	88.6	64.5	116.8	44.9
	J	175.0	92.6	84.7	90.1	165.0	132.5	274.7	101.4	118.5	95.4	144.2	95.1
	ex J	19.9	6.0	8.5	9.4	79.2	12.7	36.9	17.7	12.7	5.8	23.8	12.9
87/88	W	22.6	36.6	64.9	56.3	88.7	37.2	64.3	25.3	18.5	90.6	105.4	26.2
	S	69.0	23.5	157.7	36.8	19.1	60.0	73.6	41.2	22.1	47.8	42.4	34.6
	J	91.6	60.1	222.7	93.1	107.8	97.2	137.8	66.5	40.6	138.4	147.8	60.8
	ex J	19.2	17.6	31.6	15.4	2.9	5.9	32.4	6.5	4.2	14.0	7.9	14.7
88/89	W	29.6	19.6	40.1	33.8	38.3	37.2	26.5	35.5	29.7	41.9	49.1	37.3
	S	125.6	140.2	95.7	50.1	68.4	87.2	81.4	102.2	84.4	161.0	121.6	98.5
	J	155.2	159.8	135.8	84.0	106.7	124.4	107.9	137.7	114.1	202.9	170.7	135.8
	ex J	12.3	43.5	15.1	3.1	7.6	10.1	13.5	18.1	7.7	26.6	10.4	30.2

Tabelle VIII.2

Depositionsrates PO₄-P - Fichte - (g·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	NOR	PRN	SAL	WAL	
83/84	W	26.2	-	100.9	127.6	41.9	-	-	90.2	117.0	-	-	124.4
	S	71.2	-	111.4	70.5	53.1	-	-	82.8	146.5	-	-	191.2
	J	97.4	-	212.3	198.1	95.0	-	-	173.0	263.5	-	-	315.6
	ex J	10.3	-	23.5	14.3	21.8	-	-	18.6	17.1	-	-	20.7
84/85	W	134.3	75.8	205.5	222.4	137.7	140.4	37.7	171.0	153.9	164.9	75.3	236.1
	S	122.7	197.6	187.0	167.8	100.0	259.5	220.7	100.3	120.8	117.7	121.7	344.2
	J	257.1	273.4	392.4	390.2	237.7	399.9	258.4	271.4	274.7	282.7	197.0	580.3
	ex J	22.1	13.2	21.2	25.9	12.0	14.1	18.6	17.4	18.1	22.2	27.6	26.7
85/86	W	129.7	270.4	286.3	408.3	132.4	203.5	235.7	194.3	177.4	207.9	255.2	283.5
	S	190.7	203.8	218.2	190.0	242.7	231.4	235.0	117.9	203.2	199.7	143.8	412.7
	J	328.3	474.3	504.6	598.3	375.2	434.9	470.7	312.3	380.6	407.6	399.0	696.1
	ex J	15.5	16.7	35.8	158.6	146.7	12.2	23.2	14.4	17.3	34.9	47.3	47.3
86/87	W	73.3	104.8	93.1	81.1	98.2	188.3	148.2	118.0	106.3	89.2	95.3	207.1
	S	348.0	165.1	681.3	251.7	290.7	244.4	358.6	156.2	374.0	588.3	276.7	349.3
	J	421.3	369.9	774.4	332.8	388.9	432.7	506.8	274.2	480.3	677.5	371.9	556.4
	ex J	22.2	15.2	30.5	49.9	52.3	24.4	20.9	24.2	17.6	79.0	31.1	41.4
87/88	W	77.1	81.9	182.2	66.6	170.6	122.3	99.8	54.0	235.0	108.4	183.8	97.7
	S	178.7	196.1	306.1	125.8	147.5	184.8	318.5	105.7	196.0	151.8	122.7	391.4
	J	255.8	277.9	488.4	192.4	318.1	307.1	418.3	159.6	431.1	260.2	306.6	489.1
	ex J	44.3	15.9	58.4	14.5	10.7	18.9	33.9	6.6	170.9	31.4	14.8	24.8
88/89	W	67.4	35.4	67.8	49.3	56.2	132.8	93.0	75.8	58.6	73.5	104.7	116.6
	S	201.0	174.4	431.2	176.4	296.9	309.3	298.5	176.2	297.1	255.2	188.8	384.4
	J	268.4	209.7	499.0	225.7	353.1	442.0	391.6	252.0	355.7	328.7	293.5	501.0
	ex J	14.1	14.3	43.9	23.3	70.5	18.2	17.8	12.0	17.4	27.7	15.8	26.9

Tabelle IX.1

Depositionsrates Ca - Freiland - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRN	SAL	WAL	
83/84	W	2.7	-	10.5	3.6	2.4	-	-	3.3	2.2	-	-	3.3
	S	3.4	-	7.6	4.1	4.6	-	-	4.8	5.6	-	-	5.1
	J	6.1	-	18.1	7.7	7.0	-	-	8.1	7.8	-	-	8.4
	ex J	0.2	-	1.2	0.3	0.2	-	-	0.3	1.0	-	-	0.2
84/85	W	1.9	3.2	2.1	2.1	1.6	2.4	2.0	2.3	2.0	4.6	1.8	2.2
	S	2.9	3.1	3.4	2.9	2.4	2.9	2.3	2.8	3.2	4.7	1.8	4.0
	J	4.8	6.4	5.6	4.9	4.0	5.4	4.3	5.1	5.1	9.3	3.7	6.1
	ex J	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
85/86	W	2.0	1.5	2.8	2.0	2.6	2.0	1.5	1.7	1.7	2.4	2.0	2.6
	S	1.6	1.9	2.2	1.8	2.0	2.3	1.9	2.1	2.0	2.1	2.0	2.6
	J	3.6	3.4	5.1	3.7	4.6	4.3	3.5	3.7	3.7	4.6	4.0	5.2
	ex J	0.2	0.1	0.2	0.1	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.9
86/87	W	0.9	1.0	1.3	1.5	2.3	2.1	2.1	1.9	1.2	1.1	1.4	1.9
	S	2.8	2.8	4.1	3.8	2.8	3.1	3.5	3.0	3.6	2.3	2.9	3.2
	J	3.8	3.9	5.4	5.3	5.1	5.3	5.6	4.9	4.8	3.4	4.2	5.1
	ex J	0.2	0.1	0.2	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2
87/88	W	2.8	2.5	2.9	3.7	3.8	2.5	2.3	2.0	2.7	3.1	3.3	3.2
	S	2.1	2.7	3.7	2.6	2.3	3.3	2.6	2.5	2.4	2.6	2.7	3.7
	J	4.9	5.2	6.7	6.3	6.1	5.8	4.9	4.6	5.1	5.6	6.0	6.9
	ex J	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
88/89	W	2.6	2.2	3.5	2.5	2.7	2.9	2.2	2.5	2.2	2.5	3.5	3.1
	S	2.2	2.5	2.8	2.3	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	3.0	2.2	2.6
	J	4.8	4.7	6.3	4.9	4.8	5.2	4.6	4.9	4.6	5.6	5.7	5.7
	ex J	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2

Tabelle IX.2

Depositionsrates Ca - Fichte - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRN	SAL	WAL	
83/84	W	9.5	-	11.0	7.8	8.9	-	-	12.1	8.6	-	-	10.2
	S	9.3	-	13.1	8.6	10.0	-	-	13.7	7.5	-	-	9.6
	J	18.9	-	24.1	16.4	19.0	-	-	25.8	16.0	-	-	19.8
	ex J	0.4	-	0.9	0.5	0.8	-	-	0.8	0.5	-	-	0.6
84/85	W	7.4	7.9	7.3	6.8	7.4	7.1	5.9	9.7	6.2	11.5	7.3	9.0
	S	8.8	7.4	11.1	6.9	8.0	9.6	6.5	9.7	6.7	6.7	12.2	12.5
	J	16.1	15.3	18.4	13.7	15.5	16.7	12.4	19.4	12.9	18.2	19.5	21.5
	ex J	0.5	0.4	0.6	0.3	1.0	0.4	0.4	0.5	0.3	1.3	0.9	0.6
85/86	W	9.0	12.0	14.0	10.3	10.2	10.9	8.4	11.6	9.2	11.0	14.3	12.5
	S	6.9	7.2	8.9	6.0	6.9	7.6	6.0	7.2	6.4	6.3	8.8	6.9
	J	15.9	19.2	22.9	16.3	17.1	18.5	14.4	18.8	15.6	17.3	23.0	19.4
	ex J	0.2	0.5	1.0	0.5	0.7	0.4	0.5	0.8	0.2	0.8	0.9	0.6
86/87	W	5.3	6.9	6.6	6.2	8.2	6.8	5.0	9.8	6.4	5.8	8.4	8.8
	S	6.4	7.1	7.8	7.6	7.0	8.2	6.3	7.8	7.1	6.5	8.1	8.3
	J	11.7	14.0	14.4	13.8	15.1	15.1	11.3	17.6	13.5	12.2	16.5	17.1
	ex J	0.3	0.2	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5
87/88	W	8.7	11.0	14.3	9.9	11.9	8.3	6.0	9.1	8.2	15.3	19.2	10.0
	S	6.4	7.4	8.1	7.9	6.6	7.1	5.7	7.8	6.4	7.3	12.7	7.2
	J	15.1	18.4	22.4	17.8	18.5	15.4	11.7	16.9	14.6	22.6	31.9	17.3
	ex J	0.4	0.3	0.7	0.4	0.2	0.4	0.3	0.6	0.3	0.9	0.9	0.5
88/89	W	9.5	11.7	13.9	8.7	9.7	9.9	6.8	13.3	8.4	12.2	17.9	11.2
	S	7.9	10.4	10.2	6.6	8.3	9.2	6.5	9.1	8.1	9.8	11.9	7.1
	J	17.4	22.1	24.1	15.3	17.9	19.1	13.3	22.4	16.5	22.1	29.8	18.3
	ex J	0.3	0.7	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.6	0.1	0.7	1.0	0.5

Tabelle X.1

Depositionsrates K - Freiland - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	0.5	-	0.9	0.7	0.6	-	-	0.7	0.7	-	-	0.9
	S	2.1	-	1.3	1.0	1.8	-	-	1.3	3.1	-	-	0.9
	J	2.6	-	2.3	1.7	2.4	-	-	2.0	3.7	-	-	1.8
	ex J	0.0	-	0.1	0.1	0.1	-	-	0.0	1.0	-	-	0.2
84/85	W	0.5	0.4	0.6	0.5	0.6	0.4	0.7	0.5	0.5	0.7	0.6	0.6
	S	1.0	1.1	1.2	1.6	0.9	1.1	2.3	0.7	1.0	1.3	0.8	1.2
	J	1.5	1.5	1.8	2.1	1.4	1.5	3.0	1.2	1.6	2.0	1.4	1.8
	ex J	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
85/86	W	0.9	1.2	1.4	1.5	1.1	1.1	1.5	0.6	1.1	0.9	1.0	1.8
	S	0.5	1.6	0.5	0.6	0.8	0.7	1.0	0.6	0.9	0.8	0.5	6.0
	J	1.3	2.9	1.9	2.0	1.9	1.8	2.5	1.2	1.9	1.7	1.5	7.8
	ex J	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	3.5
86/87	W	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.6	1.8	0.4	0.4	0.4	0.6	2.0
	S	1.5	0.9	0.8	1.3	0.8	0.9	1.3	0.8	1.4	0.7	1.6	3.6
	J	1.8	1.2	1.1	1.8	1.2	1.5	3.1	1.3	1.9	1.1	2.2	5.7
	ex J	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	1.5
87/88	W	0.9	0.4	0.8	0.5	1.3	0.4	0.7	0.2	0.8	1.0	1.2	4.9
	S	0.7	0.8	0.9	0.8	0.4	0.7	1.0	0.6	0.7	0.8	0.6	2.9
	J	1.5	1.2	1.6	1.3	1.7	1.1	1.8	0.8	1.5	1.7	1.8	7.8
	ex J	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	2.3
88/89	W	0.5	0.6	0.8	0.6	0.7	0.9	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	2.9
	S	0.7	0.9	1.5	0.7	0.6	0.8	1.7	0.8	1.0	1.1	0.8	3.3
	J	1.3	1.5	2.3	1.3	1.3	1.7	2.4	1.2	1.7	1.8	1.4	6.2
	ex J	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	2.1

Tabelle X.2

Depositionsrates K - Fichte - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	10.3	-	9.8	7.0	7.4	-	-	10.6	8.5	-	-	6.8
	S	14.4	-	14.3	10.1	9.7	-	-	14.1	11.3	-	-	11.0
	J	24.7	-	24.1	17.1	17.1	-	-	24.6	19.8	-	-	17.8
	ex J	0.4	-	0.8	0.5	0.6	-	-	0.7	0.6	-	-	0.6
84/85	W	7.9	7.5	8.5	7.6	6.9	6.8	6.3	11.2	6.6	7.6	5.4	7.7
	S	10.4	9.3	10.8	7.6	7.3	8.4	8.6	11.8	7.2	7.2	8.5	10.5
	J	18.2	16.8	19.4	15.3	14.2	15.2	14.9	23.0	13.8	14.8	14.0	18.2
	ex J	0.6	0.4	0.8	0.4	0.5	0.4	0.2	0.6	0.3	0.4	0.5	0.8
85/86	W	8.3	12.3	15.8	11.9	8.3	6.4	6.7	8.3	8.5	9.2	9.7	9.5
	S	8.8	10.3	12.2	8.0	8.3	8.3	8.0	9.2	9.4	7.2	8.6	12.4
	J	17.1	22.6	28.0	19.8	16.7	14.7	14.7	17.4	17.9	16.4	18.3	22.0
	ex J	0.7	1.1	1.1	2.1	0.5	0.3	0.4	0.6	0.3	0.7	0.5	1.1
86/87	W	5.2	7.0	7.4	5.7	6.6	5.2	5.2	6.7	6.8	6.2	6.8	12.2
	S	14.5	14.9	21.4	15.7	12.5	10.6	11.7	12.8	16.6	15.8	15.5	19.1
	J	19.7	21.9	28.8	21.4	19.1	15.9	17.0	19.5	23.3	22.0	22.2	31.3
	ex J	0.8	0.4	0.7	1.2	0.5	0.4	0.6	0.4	0.3	1.0	0.7	3.8
87/88	W	8.4	9.1	15.2	7.9	11.1	6.2	5.6	7.9	8.9	10.3	13.4	8.6
	S	8.0	9.6	12.6	8.2	7.3	7.7	7.9	8.1	9.0	8.2	10.4	12.4
	J	16.4	18.6	27.8	16.1	18.4	13.9	13.5	16.0	17.9	18.5	23.8	21.0
	ex J	0.5	0.3	0.8	0.6	0.4	0.4	0.5	0.4	1.3	0.6	0.5	2.3
88/89	W	10.1	10.9	14.2	8.5	8.7	8.2	7.5	11.8	9.4	8.6	10.7	12.0
	S	8.8	12.1	12.5	6.8	8.3	7.8	9.7	9.2	10.8	9.1	8.9	14.0
	J	18.8	23.0	26.7	15.3	17.0	16.0	17.2	20.9	20.1	17.7	19.5	26.0
	ex J	0.4	1.2	0.4	0.8	0.3	0.5	0.4	0.5	0.7	0.5	0.5	1.7

Tabelle XI.1

Depositionsrate Mg - Freiland - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	0.9	-	1.0	0.9	0.5	-	-	0.8	0.6	-	-	0.8
	S	0.6	-	1.1	0.8	0.8	-	-	0.8	0.8	-	-	0.6
	J	1.5	-	2.0	1.7	1.4	-	-	1.6	1.4	-	-	1.4
	ex J	0.1	-	0.1	0.1	0.0	-	-	0.1	0.1	-	-	0.0
84/85	W	0.4	0.4	0.6	0.5	0.4	0.6	0.4	0.6	0.5	1.1	0.5	0.5
	S	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.3	0.5
	J	0.8	0.7	1.0	0.9	0.8	1.1	0.8	1.0	0.9	1.7	0.8	1.0
	ex J	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
85/86	W	0.5	0.4	0.8	0.7	0.8	0.7	1.0	0.5	0.5	0.7	0.7	0.6
	S	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5	0.4
	J	0.9	0.7	1.2	1.0	1.1	1.3	1.3	0.9	0.8	1.3	1.1	1.0
	ex J	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
86/87	W	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.5	0.9	0.5	0.6	0.7	0.6
	S	0.6	0.5	0.7	0.7	0.5	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
	J	1.0	0.8	1.2	1.3	1.2	1.5	1.2	1.6	1.1	1.1	1.2	1.1
	ex J	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
87/88	W	0.7	0.7	0.9	1.0	0.8	0.9	0.5	0.7	0.7	1.2	0.9	0.8
	S	0.4	0.5	0.6	0.7	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	0.5	0.6	0.6
	J	1.1	1.2	1.5	1.7	1.2	1.5	0.9	1.4	1.2	1.8	1.6	1.4
	ex J	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
88/89	W	0.8	0.4	0.7	0.6	0.6	0.8	0.4	0.8	0.4	0.8	1.1	0.6
	S	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.7	0.4	0.4
	J	1.2	0.8	1.2	1.1	1.0	1.3	0.8	1.4	0.9	1.5	1.5	1.0
	ex J	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabelle XI.2

Depositionsrate Mg - Fichte - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	2.2	-	1.7	1.7	1.9	-	-	2.5	2.0	-	-	2.3
	S	1.5	-	1.6	1.8	1.5	-	-	2.4	1.2	-	-	1.3
	J	3.7	-	3.4	3.5	3.4	-	-	4.9	3.2	-	-	3.6
	ex J	0.1	-	0.1	0.1	0.1	-	-	0.1	0.1	-	-	0.1
84/85	W	1.2	1.1	1.1	1.3	1.2	1.8	1.0	1.7	1.1	1.7	1.2	1.7
	S	1.2	0.9	1.1	1.0	0.9	1.7	0.9	1.4	0.9	0.9	1.6	1.4
	J	2.3	2.0	2.2	2.3	2.1	3.5	1.9	3.1	2.0	2.5	2.8	3.0
	ex J	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
85/86	W	1.4	1.7	2.0	1.9	2.0	2.6	1.4	1.7	1.6	1.8	2.8	2.1
	S	1.1	1.1	1.3	1.2	1.1	1.7	1.1	1.2	1.1	1.0	1.5	1.3
	J	2.6	2.8	3.3	3.1	3.0	4.3	2.5	2.9	2.8	2.8	4.4	3.4
	ex J	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
86/87	W	1.3	1.4	1.3	1.7	1.9	2.4	1.1	3.6	1.6	1.4	2.4	2.0
	S	1.4	1.2	1.5	1.7	1.3	1.9	1.3	1.5	1.5	1.2	1.9	1.6
	J	2.7	2.6	2.8	3.4	3.2	4.3	2.4	5.1	3.1	2.6	4.2	3.6
	ex J	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
87/88	W	1.8	2.0	2.4	2.5	2.2	2.5	1.3	1.8	1.8	4.5	4.8	2.0
	S	1.1	1.3	1.3	2.0	1.2	1.6	1.1	1.5	1.2	1.3	2.8	1.5
	J	2.9	3.3	3.6	4.5	3.4	4.0	2.4	3.3	3.0	5.8	7.6	3.6
	ex J	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1
88/89	W	2.1	2.2	2.4	1.7	2.0	3.3	1.5	3.4	1.7	2.2	4.0	2.1
	S	1.2	1.3	1.3	1.0	1.3	1.7	1.1	1.8	1.4	1.5	1.9	1.2
	J	3.3	3.3	3.5	2.7	3.3	5.0	2.5	5.1	3.2	3.7	5.9	3.3
	ex J	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1

Tabelle XII.1

Depositionsrates Na - Freiland - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	NON	NOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	3.4	-	3.8	3.4	3.1	-	-	4.5	3.1	-	-	3.1
	S	1.5	-	2.1	1.2	1.5	-	-	1.9	1.5	-	-	1.1
	J	4.9	-	5.9	4.7	4.6	-	-	6.4	4.6	-	-	4.1
	ex J	0.1	-	0.2	0.1	0.2	-	-	0.1	0.2	-	-	0.1
84/85	W	1.9	1.5	2.1	2.0	1.8	2.4	1.1	2.3	2.2	3.6	1.9	1.7
	S	1.1	0.8	1.3	1.0	0.9	1.9	0.7	1.6	1.0	2.0	1.1	1.1
	J	3.1	2.4	3.4	3.0	2.7	4.2	1.9	3.8	3.1	5.6	3.0	2.9
	ex J	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
85/86	W	2.5	2.1	4.4	3.3	3.1	4.2	1.3	2.5	2.3	4.2	3.2	2.5
	S	0.9	0.7	1.0	0.8	0.8	1.4	0.7	1.1	1.0	0.9	1.0	0.8
	J	3.4	2.9	5.4	4.1	3.9	5.6	2.0	3.6	3.3	5.1	4.2	3.3
	ex J	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
86/87	W	2.0	1.7	2.8	2.3	2.5	4.2	1.8	2.9	2.6	3.0	3.0	2.5
	S	1.1	0.7	1.2	0.8	0.7	1.2	0.9	1.2	1.4	1.4	1.3	0.8
	J	3.0	2.5	4.0	3.0	3.2	5.5	2.8	4.2	4.0	4.5	4.3	3.3
	ex J	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
87/88	W	3.1	2.8	4.5	3.6	3.0	4.4	1.5	3.0	3.5	6.2	3.5	3.3
	S	1.0	1.1	1.8	1.3	1.3	1.6	0.8	0.9	1.4	1.8	1.5	1.3
	J	4.1	3.9	6.3	4.9	4.3	6.0	2.4	4.0	4.9	8.0	5.0	4.7
	ex J	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1
88/89	W	3.9	1.8	3.1	2.2	2.2	3.9	1.7	3.2	1.9	4.2	2.5	2.4
	S	1.5	1.1	1.3	0.9	1.2	1.6	1.1	1.4	1.2	1.9	1.3	1.0
	J	5.4	2.9	4.4	3.0	3.4	5.5	2.8	4.7	3.2	6.1	3.8	3.4
	ex J	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2

Tabelle XII.2

Depositionsrates Na - Fichte - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	NON	NOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	10.7	-	6.9	5.8	9.0	-	-	11.3	7.6	-	-	9.8
	S	3.1	-	3.1	1.8	3.1	-	-	4.8	2.1	-	-	2.2
	J	13.8	-	10.0	7.6	12.1	-	-	16.1	9.7	-	-	12.0
	ex J	0.3	-	0.5	0.2	0.7	-	-	0.5	0.1	-	-	0.5
84/85	W	4.4	3.2	3.7	3.7	4.0	7.6	2.6	5.8	4.1	5.1	6.1	5.8
	S	2.9	2.4	4.2	2.4	2.7	5.0	1.7	3.8	2.4	2.6	5.7	3.0
	J	7.3	5.6	7.9	6.1	6.7	12.6	4.3	9.6	6.5	7.7	11.8	8.8
	ex J	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.4	0.1	0.3	0.1	0.2	0.4	0.3
85/86	W	6.4	7.0	8.9	5.9	7.7	11.8	5.0	6.5	6.2	7.8	13.5	8.9
	S	2.3	2.0	1.9	1.6	1.7	3.3	1.6	2.2	1.9	1.7	3.5	2.0
	J	8.6	9.0	10.9	7.6	9.4	15.1	6.6	8.7	8.1	9.5	16.9	10.9
	ex J	0.1	0.2	0.5	0.2	0.3	0.3	0.2	0.4	0.1	0.3	0.5	0.3
86/87	W	6.3	5.9	6.2	4.2	8.0	11.5	4.0	7.2	6.4	6.5	12.9	7.8
	S	3.0	2.9	2.6	2.2	2.3	4.2	2.0	3.0	2.9	3.0	4.9	2.3
	J	9.3	8.9	8.7	6.4	10.4	15.7	6.1	10.3	9.3	9.5	17.8	10.1
	ex J	0.4	0.2	0.5	0.2	0.3	0.9	0.2	0.3	0.2	0.6	0.9	0.7
87/88	W	7.8	7.7	8.9	5.6	6.9	11.1	3.9	6.6	7.6	10.5	13.1	8.5
	S	2.4	3.0	3.5	2.5	3.3	4.7	2.5	2.8	3.0	2.7	5.8	2.7
	J	10.1	10.7	12.4	8.2	10.2	15.8	6.4	9.4	10.6	13.2	18.9	11.2
	ex J	0.4	0.2	0.4	0.2	0.2	0.5	0.2	0.5	0.6	0.3	0.5	0.4
88/89	W	9.5	7.8	7.6	4.6	7.5	14.5	4.9	8.9	6.4	7.8	15.9	7.5
	S	4.1	3.6	2.7	1.7	2.7	5.7	2.2	4.0	3.1	3.6	7.1	2.2
	J	13.6	11.4	10.3	6.3	10.2	20.2	7.0	12.9	9.5	11.4	23.0	9.7
	ex J	0.3	0.5	0.3	0.2	0.3	0.6	0.3	0.5	0.1	0.3	0.9	0.2

Tabelle XIII.1

Depositionsratesrate $\text{NH}_4\text{-N}$ - Freiland - ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	2.6	-	2.6	2.6	1.9	-	-	3.2	2.4	-	-	2.3
	S	4.5	-	2.6	2.5	3.5	-	-	2.9	4.2	-	-	2.2
	J	7.1	-	5.2	5.0	5.4	-	-	5.0	5.5	-	-	4.5
ex	J	0.2	-	0.3	0.1	0.1	-	-	0.1	0.2	-	-	0.1
84/85	W	3.1	2.3	3.3	2.4	2.4	2.4	1.5	2.2	2.1	4.5	2.2	1.7
	S	4.5	2.2	3.2	3.1	2.8	4.3	3.8	2.4	3.0	4.7	2.4	2.8
	J	7.6	4.4	6.4	5.4	5.3	6.6	5.3	4.7	5.2	9.2	4.6	4.5
ex	J	0.0	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1
85/86	W	2.5	2.8	4.4	2.9	3.1	3.0	1.6	2.3	2.9	3.8	2.9	2.9
	S	2.5	2.2	1.6	2.3	3.0	3.7	2.3	2.6	2.5	3.2	2.4	2.1
	J	5.1	4.9	6.0	5.2	6.0	6.7	3.8	4.9	5.4	7.0	5.3	5.0
ex	J	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
86/87	W	1.8	1.9	1.5	2.2	3.0	3.3	2.3	3.4	2.6	3.1	2.9	2.9
	S	3.9	2.7	1.3	3.4	3.3	3.5	2.8	3.2	3.2	4.2	3.3	1.9
	J	5.7	4.5	2.8	5.6	6.3	6.9	5.1	6.5	5.7	7.3	6.1	4.9
ex	J	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
87/88	W	2.4	1.9	3.5	2.5	4.4	3.4	1.7	3.1	2.1	4.3	4.5	2.4
	S	2.5	0.8	2.9	2.0	1.1	2.5	1.4	1.9	1.4	3.1	1.8	1.1
	J	4.9	2.7	6.4	4.5	5.4	5.8	3.1	5.0	3.5	7.3	6.3	3.5
ex	J	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
88/89	W	2.4	1.6	3.1	2.3	2.4	3.4	1.5	3.2	2.1	3.3	2.8	2.9
	S	3.3	2.3	2.6	2.4	1.7	3.2	2.0	3.5	3.0	4.1	3.1	1.9
	J	5.7	3.9	5.7	4.7	4.1	6.5	3.4	6.7	5.1	7.4	5.9	4.8
ex	J	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1

Tabelle XIII.2

Depositionsratesrate $\text{NH}_4\text{-N}$ - Fichte - ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	3.9	-	2.9	3.2	3.4	-	-	6.6	3.0	-	-	4.1
	S	2.9	-	3.4	2.0	2.9	-	-	3.1	2.6	-	-	3.1
	J	6.9	-	6.3	5.2	6.3	-	-	9.7	5.6	-	-	7.2
ex	J	0.2	-	0.3	0.2	0.2	-	-	0.6	0.1	-	-	0.2
84/85	W	5.5	4.3	3.5	3.7	4.6	4.8	3.4	7.9	4.1	8.4	4.4	7.7
	S	4.1	3.8	3.1	2.8	2.1	5.5	4.7	5.0	3.1	2.7	3.6	6.6
	J	9.6	8.1	6.7	6.4	6.7	10.3	8.1	12.9	7.2	11.1	8.0	14.3
ex	J	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1	2.7	0.3	0.5
85/86	W	5.0	6.1	5.5	4.7	6.0	5.7	5.8	6.6	5.5	6.1	8.3	7.1
	S	5.7	5.2	4.8	3.7	3.6	5.4	5.4	4.8	4.7	4.6	5.8	7.4
	J	10.8	11.3	10.3	8.4	9.6	11.2	11.2	11.4	10.2	10.7	14.1	14.5
ex	J	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.3	0.5	0.6
86/87	W	3.5	3.8	2.9	2.5	5.1	5.9	3.7	6.4	4.6	3.9	5.3	8.3
	S	6.6	5.6	9.8	4.6	5.4	5.2	7.3	5.5	6.1	5.8	5.5	8.4
	J	10.1	9.4	12.7	7.2	10.4	11.0	11.0	11.9	10.8	9.7	10.8	16.7
ex	J	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.5
87/88	W	3.8	4.5	3.8	2.3	5.6	4.5	3.9	5.3	3.4	4.3	7.2	5.6
	S	5.1	5.2	5.5	3.1	4.4	4.5	6.6	4.8	4.2	3.8	5.0	7.9
	J	8.9	9.8	9.3	5.4	9.9	9.0	10.5	10.1	7.7	8.1	12.2	13.5
ex	J	0.3	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.5	0.3	0.5	0.2	0.3	0.5
88/89	W	6.1	6.3	4.9	2.7	6.8	8.1	5.1	8.8	4.5	4.4	8.1	8.5
	S	6.9	6.9	8.7	4.2	6.2	8.3	7.1	8.4	7.4	6.2	7.7	8.9
	J	13.0	13.2	13.6	6.9	13.0	16.4	12.2	17.3	11.8	10.6	15.8	17.4
ex	J	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.1	0.2	0.5	0.5

Tabelle XIV.1

Depositionsrates organisch gebundener Stickstoff - Freiland - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	NOR	PRH	SAL	WAL	
83/84	W	1.2	-	2.1	1.3	1.7	-	-	1.0	1.8	-	-	1.4
	S	2.9	-	3.0	2.0	1.9	-	-	3.3	3.2	-	-	2.2
	J	4.1	-	5.0	3.4	3.6	-	-	4.2	5.0	-	-	3.6
	ex J	0.2	-	0.2	0.1	0.1	-	-	0.2	0.4	-	-	0.2
84/85	W	1.5	1.3	1.5	1.9	1.4	1.8	1.0	2.1	2.1	2.6	1.6	1.9
	S	1.3	1.1	0.8	1.0	1.1	1.0	0.8	0.9	0.8	1.7	1.0	1.2
	J	2.8	2.4	2.3	2.8	2.5	2.8	1.8	3.0	2.8	4.3	2.6	3.1
	ex J	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1
85/86	W	0.5	0.7	1.4	0.9	1.1	1.0	0.7	0.5	1.3	0.8	0.6	1.1
	S	0.9	0.8	0.8	0.8	1.1	0.8	0.8	0.9	1.1	1.0	0.7	1.0
	J	1.4	1.5	2.1	1.7	2.2	1.8	1.5	1.4	2.4	1.9	1.3	2.1
	ex J	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
86/87	W	0.7	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.6	0.7	1.0	1.6	1.5	1.3
	S	1.9	1.4	1.3	0.9	1.8	0.8	2.0	0.8	1.5	1.2	2.1	0.7
	J	2.6	2.3	2.0	1.8	2.7	1.5	2.6	1.5	2.5	2.8	3.6	2.0
	ex J	0.1	0.1	0.1	0.1	0.9	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
87/88	W	1.1	0.9	2.1	1.7	1.3	1.3	1.1	0.9	1.2	1.1	1.9	1.2
	S	2.0	1.3	1.6	0.9	1.5	1.2	1.1	1.2	1.4	1.3	1.9	1.1
	J	3.1	2.2	3.7	2.6	2.8	2.5	2.2	2.1	2.6	2.4	3.8	2.3
	ex J	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
88/89	W	0.8	0.7	1.1	0.9	0.7	1.3	0.6	0.9	0.7	1.1	1.2	0.7
	S	0.9	0.6	1.2	0.7	0.8	1.1	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	0.8
	J	1.8	1.4	2.2	1.6	1.6	2.4	2.1	2.2	1.9	2.4	2.4	1.6
	ex J	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.7	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1

Tabelle XIV.2

Depositionsrates organisch gebundener Stickstoff - Fichte - (kg·ha⁻¹)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	NOR	PRH	SAL	WAL	
83/84	W	2.0	-	3.2	1.9	2.5	-	-	3.4	2.6	-	-	2.3
	S	4.3	-	4.7	3.1	3.7	-	-	4.9	3.3	-	-	2.8
	J	6.3	-	7.9	5.0	6.3	-	-	8.2	5.9	-	-	5.1
	ex J	0.3	-	0.3	0.2	0.3	-	-	0.5	0.2	-	-	0.2
84/85	W	2.2	2.0	1.9	2.4	2.2	2.5	1.4	3.1	2.4	3.2	2.8	2.8
	S	3.7	3.1	2.7	2.5	3.5	3.7	2.7	3.7	2.7	2.4	3.4	3.4
	J	5.9	5.1	4.6	5.0	5.6	6.3	4.0	6.8	5.1	5.6	6.2	6.2
	ex J	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
85/86	W	2.9	3.4	4.8	3.5	3.7	2.7	2.2	2.5	3.1	3.6	4.9	2.8
	S	3.0	3.3	2.9	3.3	3.7	3.0	3.3	3.5	3.2	3.4	3.8	3.4
	J	5.9	6.7	7.7	6.8	7.4	5.6	5.5	6.0	6.3	7.0	8.7	6.2
	ex J	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.2
86/87	W	1.7	2.3	2.2	2.4	2.9	2.8	1.9	3.1	2.3	3.4	5.3	2.9
	S	4.2	4.9	4.0	4.4	5.1	3.4	3.8	3.2	4.3	4.5	5.3	3.6
	J	5.9	7.2	6.2	6.8	8.0	6.3	5.8	6.3	6.6	7.9	10.6	6.4
	ex J	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
87/88	W	2.8	2.3	4.3	3.4	4.2	2.2	1.5	3.0	3.5	4.9	6.1	1.7
	S	4.5	2.7	3.9	2.4	2.9	3.2	2.4	3.2	2.8	4.3	4.4	2.8
	J	7.3	5.1	8.2	5.8	7.1	5.5	3.9	6.2	6.2	9.2	10.6	4.5
	ex J	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3	0.6	0.3	0.2	0.2
88/89	W	2.2	2.6	2.1	1.4	1.9	2.6	1.6	3.5	1.4	2.4	3.4	2.0
	S	2.3	2.0	2.4	2.0	2.5	2.3	2.0	2.9	7.0	3.3	3.5	2.8
	J	4.5	4.5	4.5	3.4	4.4	4.9	3.6	6.4	8.5	5.7	6.8	4.8
	ex J	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	1.3	0.2	0.2	0.2

Tabelle XV.1

Depositionsrates Gesamtstickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}+\text{NH}_4\text{-N}+\text{OrgN}$) - Freiland - ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRN	SAL	WAL	
83/84	W	6.0	-	7.4	6.7	5.6	-	-	7.4	6.4	-	-	6.1
	S	11.1	-	8.9	7.4	8.2	-	-	9.5	11.4	-	-	6.4
	J	17.0	-	16.3	14.2	13.8	-	-	16.9	17.8	-	-	12.5
	ex J	0.3	-	0.4	0.2	0.2	-	-	0.2	1.2	-	-	0.2
84/85	W	7.1	5.8	7.2	6.3	5.9	6.7	4.1	6.9	6.5	10.2	5.4	5.4
	S	9.4	5.6	5.7	6.5	6.1	9.6	6.3	5.9	6.1	9.5	5.0	6.2
	J	16.5	11.4	13.0	12.8	12.0	16.2	10.4	12.8	12.5	19.7	10.4	11.5
	ex J	0.1	0.1	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.4	0.5	0.2
85/86	W	4.9	5.5	8.5	6.0	6.8	6.7	3.6	4.8	6.6	7.0	5.3	6.1
	S	6.1	5.4	3.7	5.2	6.7	7.8	5.3	6.5	6.1	6.7	5.4	5.3
	J	11.0	10.9	12.2	11.1	13.5	14.5	8.9	11.3	12.7	13.7	10.7	11.4
	ex J	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
86/87	W	3.7	4.8	5.1	5.0	5.9	6.8	5.2	6.5	5.8	6.7	6.5	6.2
	S	8.3	7.0	4.1	7.2	7.8	7.9	7.9	7.3	8.1	8.3	7.7	4.6
	J	12.0	11.7	9.2	12.2	13.7	14.7	13.1	13.7	13.8	15.0	14.1	10.8
	ex J	0.3	0.2	0.3	0.3	1.2	0.2	0.6	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2
87/88	W	5.6	4.9	7.9	6.6	9.2	8.1	4.6	7.0	5.3	8.4	10.3	5.8
	S	7.1	3.4	6.6	4.9	4.3	6.3	4.6	5.1	4.4	6.8	5.5	3.7
	J	12.7	8.4	14.5	11.5	13.6	14.4	9.2	12.2	9.7	15.1	15.8	9.6
	ex J	0.4	0.2	0.5	0.2	0.1	0.2	0.2	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2
88/89	W	5.7	4.6	7.3	5.8	6.0	7.9	3.9	7.3	5.1	7.1	6.5	6.1
	S	7.3	5.7	6.9	6.0	5.2	7.9	6.6	8.3	7.5	9.0	7.1	5.6
	J	13.0	10.3	14.2	11.7	11.2	15.9	10.6	15.6	12.7	16.1	13.6	11.7
	ex J	0.3	0.2	0.8	0.2	0.2	0.5	1.0	0.2	0.1	0.3	0.3	0.2

Tabelle XV.2

Depositionsrates Gesamtstickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}+\text{NH}_4\text{-N}+\text{OrgN}$) - Fichte - ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRN	SAL	WAL	
83/84	W	11.0	-	11.9	10.5	12.9	-	-	19.8	11.8	-	-	12.5
	S	12.6	-	14.4	9.7	13.3	-	-	14.4	11.0	-	-	10.6
	J	23.6	-	26.3	20.2	26.1	-	-	34.1	22.8	-	-	23.1
	ex J	0.4	-	1.3	0.6	0.9	-	-	1.3	0.6	-	-	0.7
84/85	W	13.7	12.6	10.7	10.8	13.3	14.4	8.3	20.1	12.4	17.4	13.1	17.2
	S	13.8	14.5	10.7	10.3	9.8	18.5	12.6	17.5	10.9	8.7	14.5	17.2
	J	27.5	27.1	21.4	21.1	23.1	32.9	20.8	37.6	23.3	26.1	27.7	34.4
	ex J	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.7	0.5	0.9	0.2	2.8	0.9	1.0
85/86	W	14.5	19.9	20.6	14.9	19.2	17.8	15.6	18.5	17.8	16.7	24.8	18.1
	S	16.6	18.3	15.2	13.4	14.7	18.6	16.1	18.2	16.3	13.3	19.3	18.0
	J	31.2	38.2	35.8	28.2	33.9	36.4	31.7	36.7	34.1	30.0	44.1	36.1
	ex J	0.5	0.8	1.3	0.7	0.9	0.6	0.9	1.3	0.5	1.0	1.4	1.4
86/87	W	10.0	13.6	15.0	9.9	16.3	16.9	10.3	18.5	14.6	12.0	20.1	17.8
	S	17.1	19.9	20.3	15.4	17.8	17.8	18.0	18.1	18.8	15.6	18.6	19.5
	J	27.1	33.5	35.3	25.3	34.1	34.7	28.3	36.6	33.3	27.6	38.7	37.3
	ex J	0.7	0.6	0.7	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.3	0.6	1.0	1.0
87/88	W	12.2	15.6	14.2	9.5	19.7	14.8	10.0	16.0	12.7	14.9	26.1	13.8
	S	15.6	17.2	15.7	11.0	14.3	15.5	16.3	15.7	13.5	12.4	18.5	17.2
	J	27.8	32.9	30.0	20.5	34.1	30.2	26.3	31.6	26.3	27.4	44.6	31.0
	ex J	0.7	0.5	0.8	0.8	0.5	0.7	1.0	1.0	1.2	0.6	0.9	1.0
88/89	W	15.2	18.3	14.6	9.2	19.0	20.2	12.5	21.9	13.4	12.1	23.8	18.6
	S	18.4	21.7	22.3	13.4	18.9	23.0	18.5	24.2	25.8	18.4	25.9	21.2
	J	33.6	40.0	36.9	22.6	37.9	43.1	30.7	46.1	39.2	30.5	49.7	39.8
	ex J	0.7	1.1	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	1.2	1.3	0.7	1.5	1.1

Tabelle XVI.1

Depositionsrate H - Freiland - ($g \cdot ha^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	268	-	225	216	212	-	-	264	246	-	-	375
	S	512	-	622	399	367	-	-	458	430	-	-	426
	J	779	-	847	616	578	-	-	722	676	-	-	801
ex	J	24	-	43	11	16	-	-	9	43	-	-	9
84/85	W	206	212	357	184	195	235	114	293	227	208	192	261
	S	293	233	168	161	211	411	113	363	168	135	104	289
	J	499	445	525	345	405	646	226	655	394	343	296	550
ex	J	5	6	12	6	10	8	13	14	6	7	5	11
85/86	W	150	146	186	181	204	261	91	203	164	139	143	246
	S	244	216	209	164	244	275	144	297	180	137	135	262
	J	393	362	394	345	449	536	235	500	344	276	278	508
ex	J	16	6	16	9	13	12	7	6	8	11	8	19
86/87	W	168	196	158	136	149	260	159	206	185	120	121	291
	S	138	228	275	148	268	264	123	242	211	149	146	304
	J	307	424	433	284	417	524	281	448	396	269	267	595
ex	J	13	8	11	15	19	14	10	10	10	6	9	18
87/88	W	175	193	227	145	264	314	108	280	147	127	219	243
	S	168	130	173	94	202	138	117	76	113	78	78	209
	J	342	323	400	239	466	452	225	356	260	204	297	453
ex	J	26	9	12	11	6	12	9	21	10	9	8	13
88/89	W	165	186	209	148	213	234	121	200	153	131	92	194
	S	216	309	256	204	273	248	250	199	224	172	153	317
	J	382	495	466	352	486	482	371	398	377	303	245	510
ex	J	19	15	8	16	11	14	9	16	7	10	9	13

Tabelle XVI.2

Depositionsrate H - Fichte - ($g \cdot ha^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation												
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL	
83/84	W	926	-	1137	844	832	-	-	1229	762	-	-	1065
	S	998	-	930	621	824	-	-	946	559	-	-	545
	J	1923	-	2067	1465	1657	-	-	2175	1322	-	-	1610
ex	J	48	-	89	46	55	-	-	63	36	-	-	55
84/85	W	758	997	938	950	746	972	326	1247	612	772	781	940
	S	566	556	364	324	400	717	198	746	326	329	495	425
	J	1324	1553	1302	1274	1146	1689	524	1993	938	1101	1276	1365
ex	J	38	42	40	84	41	64	18	57	14	56	52	44
85/86	W	868	1426	1371	1051	973	1149	523	1265	791	910	1337	959
	S	549	667	413	428	552	702	338	773	407	396	570	365
	J	1417	2094	1784	1478	1525	1850	862	2038	1198	1306	1908	1324
ex	J	36	59	76	32	52	54	23	67	16	54	77	50
86/87	W	554	867	651	596	804	951	440	856	686	578	972	825
	S	334	621	174	358	445	636	158	597	320	278	426	409
	J	888	1488	825	954	1249	1586	598	1452	1006	856	1398	1234
ex	J	52	38	53	25	38	51	31	44	18	38	54	52
87/88	W	726	1231	946	603	986	1048	339	988	634	544	973	915
	S	346	491	279	194	361	411	151	306	202	179	230	171
	J	1072	1722	1225	797	1347	1459	490	1294	837	723	1203	1085
ex	J	48	37	52	42	14	46	22	62	45	28	27	40
88/89	W	534	744	738	504	772	769	299	737	509	432	720	651
	S	426	668	346	282	440	448	226	478	372	411	510	230
	J	960	1412	1084	786	1212	1218	525	1215	881	843	1230	881
ex	J	28	45	30	34	23	26	16	47	10	26	44	35

Tabelle XVII.1

Depositionsrates Al - Freiland - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	410	-	583	457	301	-	-	377	270	-	-	474
ex J	3	-	86	12	38	-	-	5	7	-	-	4
84/85 J	412	285	431	279	297	440	189	475	306	328	179	513
ex J	41	11	62	8	16	50	10	55	38	16	15	28
85/86 J	330	287	375	262	347	390	196	346	259	179	206	437
ex J	16	23	39	14	85	50	8	18	15	14	23	23
86/87 J	118	156	241	151	141	268	185	180	170	106	111	380
ex J	13	10	15	13	16	17	20	11	18	12	10	16
87/88 J	228	275	321	183	337	379	210	182	239	142	265	359
ex J	30	19	18	11	26	61	20	11	9	6	26	20
88/89 J	252	279	294	258	295	355	192	249	319	196	190	390
ex J	18	21	23	22	22	20	12	17	37	18	17	23

Tabelle XVII.2

Depositionsrates Al - Fichte - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	1384	-	1688	1068	1383	-	-	2081	882	-	-	1943
ex J	81	-	104	32	77	-	-	95	15	-	-	107
84/85 J	1019	1214	1138	949	1138	1448	744	1582	798	670	1294	2122
ex J	29	64	49	25	69	79	60	79	42	37	189	180
85/86 J	1568	1762	1490	1164	1332	1619	1187	1693	1084	653	1534	1942
ex J	50	69	136	65	64	43	56	212	43	58	91	113
86/87 J	766	968	865	597	745	1100	801	938	652	403	947	1983
ex J	34	29	50	75	107	21	48	48	40	46	54	323
87/88 J	828	1145	793	618	1053	1337	675	946	716	445	747	1288
ex J	37	58	58	57	43	186	29	51	31	39	68	107
88/89 J	911	1056	953	620	768	1045	571	917	755	558	1044	1202
ex J	29	39	48	30	50	38	26	80	30	24	79	54

Tabelle XVIII.1

Depositionsrates Fe - Freiland - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KID	NON	NOR	PRN	SAL	WAL
83/84 J	235	-	376	334	160	-	-	350	228	-	-	269
ex J	11	-	49	25	13	-	-	4	6	-	-	7
84/85 J	310	325	267	209	236	351	169	397	257	252	158	366
ex J	21	11	27	12	28	39	6	61	30	22	16	21
85/86 J	223	272	211	395	263	432	204	326	222	226	256	253
ex J	14	15	38	141	55	43	22	20	12	17	26	15
86/87 J	188	345	216	165	228	437	292	206	259	245	217	222
ex J	32	130	16	16	18	35	101	14	70	48	19	10
87/88 J	161	125	172	162	193	338	108	157	101	171	253	134
ex J	15	30	29	29	15	65	9	18	8	13	83	16
88/89 J	109	63	117	111	102	215	86	193	89	154	128	161
ex J	5	6	21	13	7	26	6	26	11	7	16	14

Tabelle XVIII.2

Depositionsrates Fe - Fichte - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KID	NON	NOR	PRN	SAL	WAL
83/84 J	733	-	878	669	682	-	-	1090	524	-	-	1091
ex J	37	-	27	66	46	-	-	62	21	-	-	67
84/85 J	645	794	545	540	568	1192	508	1048	590	327	801	1244
ex J	12	33	27	20	35	42	33	71	28	17	147	130
85/86 J	910	1207	733	728	878	1446	905	1151	737	392	1002	1369
ex J	41	49	60	37	35	50	40	140	14	44	83	104
86/87 J	493	703	572	356	574	1003	593	722	447	382	714	1354
ex J	24	30	43	37	67	45	34	54	37	60	60	229
87/88 J	436	594	404	245	432	924	338	615	353	397	481	487
ex J	23	22	34	14	23	169	26	40	30	44	54	34
88/89 J	411	363	409	220	307	596	297	449	365	423	494	546
ex J	30	19	38	8	27	27	19	43	16	13	58	40

Tabelle XIX.1

Depositionsratesrate Mn - Freiland - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	110	-	182	119	83	-	-	83	64	-	-	237
ex J	2	-	20	7	9	-	-	2	3	-	-	44
84/85 J	130	225	91	106	70	148	199	95	108	141	85	211
ex J	16	83	15	5	9	16	11	11	14	11	4	13
85/86 J	151	96	115	87	159	104	269	65	86	46	87	212
ex J	33	12	10	7	25	10	19	3	5	3	14	22
86/87 J	139	124	94	82	57	106	249	59	86	50	93	292
ex J	38	11	10	12	10	10	25	7	5	4	13	30
87/88 J	100	131	112	109	132	131	260	124	103	65	162	228
ex J	12	22	7	14	11	15	16	22	15	11	18	21
88/89 J	92	136	96	99	112	157	160	83	104	66	117	223
ex J	9	29	13	14	12	13	22	7	18	6	19	19

Tabelle XIX.2

Depositionsratesrate Mn - Fichte - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	3200	-	910	3091	2390	-	-	2722	3021	-	-	5196
ex J	150	-	43	78	121	-	-	130	144	-	-	285
84/85 J	2644	4612	800	2898	2172	3050	4141	2216	1808	1668	4303	6015
ex J	121	156	57	83	159	235	221	133	77	112	153	453
85/86 J	2441	5294	1055	2879	2253	3030	3495	1456	2393	1205	4520	4421
ex J	94	208	91	108	147	118	153	80	85	134	246	360
86/87 J	2251	4669	932	2725	1949	3271	5545	1603	2479	1431	5039	5675
ex J	132	153	47	189	173	132	447	51	189	131	369	227
87/88 J	3237	6034	1130	3037	2230	3434	5260	2031	2236	2118	5696	4331
ex J	123	217	88	68	159	274	237	89	77	208	175	334
88/89 J	3582	8054	1131	3774	2521	4898	3934	2224	2932	2364	9935	6360
ex J	152	296	87	157	95	345	201	98	109	235	511	346

Tabelle XX.1

Depositionsrate Cd - Freiland - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	M e ß s t a t i o n											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	NON	MOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	2.3	-	3.1	2.8	1.8	-	-	3.3	1.8	-	-	2.5
ex J	0.1	-	0.1	0.0	0.2	-	-	0.2	0.1	-	-	0.2
84/85 J	2.6	1.9	2.5	5.0	5.3	2.5	1.1	2.2	2.3	3.0	4.3	5.1
ex J	0.2	0.0	0.1	0.2	0.8	0.2	0.1	0.2	0.1	0.5	0.6	0.1
85/86 J	3.5	1.8	4.2	3.2	3.0	2.5	1.5	2.5	2.8	2.9	4.0	3.6
ex J	0.2	0.1	0.5	0.2	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2
86/87 J	5.4	3.3	21.7	4.0	3.2	4.0	4.0	5.7	6.4	2.6	6.8	3.4
ex J	2.2	0.9	2.2	0.2	0.4	0.9	1.0	0.8	1.1	0.2	1.3	0.9
87/88 J	5.1	2.2	8.5	3.4	5.7	5.7	2.6	4.6	6.7	4.3	7.9	4.4
ex J	1.6	0.5	0.4	0.9	2.1	1.7	0.3	0.7	1.7	1.3	1.5	0.5
88/89 J	6.0	2.7	5.1	1.8	3.6	9.2	3.8	6.6	3.6	4.9	8.1	8.5
ex J	0.5	0.6	0.8	0.1	0.1	0.7	0.6	1.2	0.6	0.9	0.9	1.1

Tabelle XX.2

Depositionsrate Cd - Fichte - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	M e ß s t a t i o n											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	NON	MOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	5.3	-	5.3	4.3	4.9	-	-	8.9	3.5	-	-	5.2
ex J	0.1	-	0.4	0.1	0.2	-	-	0.4	0.1	-	-	0.2
84/85 J	4.2	4.4	4.0	6.1	5.9	5.4	2.2	6.1	3.6	4.3	5.0	6.7
ex J	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.5	0.2
85/86 J	3.7	4.7	4.5	4.1	4.4	5.2	2.6	4.4	3.5	2.9	4.3	4.5
ex J	0.2	0.2	0.3	0.1	0.4	0.1	0.1	0.3	0.1	0.4	0.4	0.3
86/87 J	3.1	3.4	3.2	3.6	3.7	4.0	2.1	3.7	3.8	3.1	5.8	4.4
ex J	0.2	0.2	0.1	0.5	0.3	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3	0.2
87/88 J	4.4	4.8	4.7	3.6	5.6	5.1	2.5	4.1	3.8	4.5	5.0	4.6
ex J	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.5	0.5
88/89 J	7.4	6.8	5.0	3.0	5.7	5.8	2.5	5.2	6.5	5.8	7.6	9.8
ex J	0.8	0.7	0.3	0.1	0.4	0.3	0.2	0.5	0.7	0.9	0.5	1.3

Tabelle XXI.1

Depositionsrates Cu - Freiland - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	NON	NOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	24.3	-	36.4	29.7	23.1	-	-	39.6	18.9	-	-	20.4
ex J	0.9	-	3.3	1.3	1.9	-	-	1.6	1.6	-	-	1.2
84/85 J	41.5	20.6	24.0	26.4	18.6	45.2	18.7	56.0	22.6	141.6	18.4	21.8
ex J	4.8	1.7	0.7	1.9	2.0	9.8	1.5	4.9	2.6	27.7	0.8	0.6
85/86 J	39.5	23.7	27.5	36.8	26.5	35.7	30.9	35.5	41.5	92.1	24.9	27.0
ex J	2.1	0.9	1.9	3.0	2.0	8.1	11.1	3.3	15.5	4.5	3.2	2.1
86/87 J	68.7	73.4	58.0	91.3	24.2	78.6	24.9	50.2	34.9	96.6	32.8	49.7
ex J	9.0	17.9	16.4	19.2	2.5	22.9	2.7	12.5	2.2	8.4	2.0	18.8
87/88 J	64.2	71.6	105.5	86.5	66.7	109.1	60.0	77.2	77.1	93.2	86.8	96.3
ex J	3.0	2.9	5.8	25.8	3.3	8.5	5.4	8.6	9.9	6.5	7.0	10.6
88/89 J	41.2	42.7	35.9	49.2	42.3	62.5	48.9	49.4	36.6	73.2	43.5	52.7
ex J	3.3	4.5	6.5	5.4	2.3	6.0	2.4	4.3	5.1	7.6	4.1	7.7

Tabelle XXI.2

Depositionsrates Cu - Fichte - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	NON	NOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	38.7	-	59.0	44.9	38.0	-	-	54.3	24.6	-	-	37.5
ex J	2.1	-	5.6	3.1	5.4	-	-	2.1	3.8	-	-	3.7
84/85 J	46.1	26.4	31.5	40.6	23.3	49.3	17.0	74.8	23.2	123.7	37.7	31.4
ex J	2.0	1.0	2.2	2.0	1.3	3.1	0.3	6.6	1.7	6.1	3.0	2.3
85/86 J	60.8	35.3	36.7	40.6	35.6	50.4	26.1	50.5	27.8	101.8	45.7	40.2
ex J	15.2	1.5	1.2	2.2	2.0	1.4	1.5	4.0	1.2	7.9	3.3	1.4
86/87 J	40.4	63.5	67.6	53.4	35.4	58.1	23.5	50.5	31.9	108.4	65.0	38.5
ex J	3.0	9.5	18.8	8.5	2.9	6.3	1.9	8.8	3.1	16.9	9.3	2.3
87/88 J	61.0	50.3	66.6	61.3	62.6	85.0	37.0	64.4	57.2	91.3	81.4	70.9
ex J	2.9	3.4	4.9	2.8	4.3	8.2	2.6	4.0	2.0	6.2	3.3	5.9
88/89 J	47.9	41.5	40.7	34.3	48.8	56.7	32.3	51.7	41.7	70.5	54.6	44.9
ex J	7.2	3.2	6.1	2.5	3.6	7.5	2.3	4.8	2.8	7.0	5.4	3.0

Tabelle XXII.1

Depositionsratesrate Pb - Freiland - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	92	-	121	104	69	-	-	113	56	-	-	93
ex J	1	-	14	2	9	-	-	3	1	-	-	2
84/85 J	118	81	126	89	86	148	36	156	98	116	60	108
ex J	7	0	9	3	2	10	1	10	1	4	1	6
85/86 J	56	53	97	70	69	76	56	73	62	66	60	72
ex J	1	1	8	3	3	4	24	3	3	6	4	3
86/87 J	52	72	110	47	69	125	68	92	72	73	58	96
ex J	5	3	3	3	5	13	17	3	2	4	2	9
87/88 J	60	63	99	54	92	83	49	72	71	55	46	71
ex J	4	2	3	2	2	7	6	3	6	2	3	7
88/89 J	57	57	92	62	82	90	45	98	72	78	49	93
ex J	2	3	6	5	2	3	3	7	8	5	3	3

Tabelle XXII.2

Depositionsratesrate Pb - Fichte - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	148	-	173	124	167	-	-	248	89	-	-	224
ex J	4	-	7	4	8	-	-	13	13	-	-	8
84/85 J	130	150	122	112	139	189	53	240	107	130	156	220
ex J	4	7	9	3	5	11	5	15	3	5	20	14
85/86 J	97	114	108	97	126	130	58	126	85	85	143	152
ex J	5	4	11	4	5	6	2	11	3	14	12	14
86/87 J	87	119	108	45	120	141	67	140	92	75	131	164
ex J	4	4	8	3	13	7	5	9	6	9	12	8
87/88 J	77	105	69	60	197	108	58	111	67	61	54	98
ex J	8	3	7	6	4	11	2	3	3	4	6	6
88/89 J	68	82	76	51	92	95	43	103	71	82	95	109
ex J	1	4	4	2	6	7	2	7	2	6	8	6

Tabelle XXIII.1

Depositionsrates Zn - Freiland - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	354	-	515	366	210	-	-	486	287	-	-	372
ex J	11	-	18	24	22	-	-	25	22	-	-	24
84/85 J	646	378	582	289	617	491	213	647	613	615	599	450
ex J	146	34	33	7	331	18	3	96	227	24	82	43
85/86 J	588	209	445	407	564	417	212	279	362	425	496	330
ex J	44	10	36	37	28	64	70	16	18	28	44	20
86/87 J	383	196	1048	315	191	330	358	470	409	315	508	515
ex J	78	21	70	15	25	54	87	81	46	14	59	56
87/88 J	355	313	697	235	376	386	219	290	392	493	544	666
ex J	52	38	32	37	87	62	25	51	63	52	66	93
88/89 J	342	311	428	182	207	403	215	357	269	446	395	787
ex J	29	52	35	7	7	24	25	40	31	19	31	59

Tabelle XXIII.2

Depositionsrates Zn - Fichte - ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$)

Meß- Zeitraum	Meßstation											
	ADE	ENT	HEK	IDA	JOH	KCH	KIB	MON	MOR	PRM	SAL	WAL
83/84 J	588	-	817	517	619	-	-	857	503	-	-	819
ex J	12	-	51	12	36	-	-	26	23	-	-	120
84/85 J	509	489	635	521	598	706	280	1007	582	705	871	797
ex J	35	14	36	11	33	37	20	140	24	24	80	52
85/86 J	569	567	689	548	613	645	355	665	602	713	773	693
ex J	38	20	50	14	42	15	22	50	16	208	41	103
86/87 J	376	400	580	810	402	479	252	449	492	409	585	658
ex J	17	10	35	340	32	16	19	19	44	45	53	51
87/88 J	507	525	665	450	521	525	258	521	467	652	570	574
ex J	21	18	41	26	27	32	9	17	17	24	50	41
88/89 J	553	543	649	368	495	580	236	509	562	678	766	774
ex J	20	31	33	13	32	24	11	42	33	38	56	47

Tabelle XXIV.1

Vergleich der in Rheinland-Pfalz ermittelten Freiland-Depositionsraten mit Meßergebnissen der Nachbarländer Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg

Range of deposition rates at open field sites in Rheinland-Pfalz compared with neighbour states

Komponenten	Rheinland-Pfalz ¹⁾ kg·ha ⁻¹ ·a ⁻¹	Nordrhein-Westfalen ²⁾ kg·ha ⁻¹ ·a ⁻¹	Hessen ³⁾ kg·ha ⁻¹ ·a ⁻¹	Baden-Württemberg ⁴⁾ kg·ha ⁻¹ ·a ⁻¹
H	0,28 - 0,53	0,12 - 0,79	0,15 - 1,16	0,16 - 0,79
Cl	7 - 14	13 - 24	5 - 33	7 - 18
PO ₄ -P	0,10 - 0,21	0,24 - 0,81	k.A.	k.A.
SO ₄ -S	9 - 12	12 - 21	10 - 37	9 - 17
NO ₃ -N	4 - 7	6 - 10	4 - 12	5 - 9
NH ₄ -N	4 - 8	6 - 16	2 - 10	4 - 15
K	1 - 6	2 - 5	1 - 16	3 - 7
Na	2 - 6	7 - 12	3 - 15	3 - 9
Ca	4 - 6	5 - 8	4 - 30	4 - 8
Mg	1 - 2	1 - 2	1 - 10	1
Al	0,2 - 0,4	0,4 - 1,2	0,1 - 0,8	k.A.
Cd	0,002 - 0,008	0,002 - 0,004	0,001 - 0,011	0,001 - 0,004
Cu	0,04 - 0,10	0,11 - 0,24	0,02 - 0,25	k.A.
Fe	0,2 - 0,4	0,5 - 1,4	0,04 - 0,5	k.A.
Mn	0,1 - 0,2	0,1 - 0,4	0,1 - 1,2	0,1 - 0,2
Pb	0,05 - 0,11	0,07 - 0,17	0,01 - 0,72	0,05 - 0,13
Zn	0,28 - 0,64	0,12 - 0,49	0,14 - 1,15	0,16 - 1,11

1) Spanne der mittleren Jahresflüsse des Zeitraumes November 1984 bis Oktober 1989 an den 12 Meßorten

2) aus GEHRMANN (1990);
Spanne der mittleren Jahresflüsse an 10 Meßorten;
Zeitraum November 1981 bis Oktober 1988; Schwermetalle: November 1985 bis Oktober 1988

3) aus BALAZS (1990);
Spanne der mittleren Jahresflüsse an 8 Meßorten
Zeitraum: Oktober 1983 bis September 1988

4) aus GRÄF (1990);
Spanne der mittleren Jahresflüsse an 12 Meßorten
Zeitraum: November 1981 bis Oktober 1988

Tabelle XXIV.2:

Vergleich der in Rheinland-Pfalz ermittelten Depositionsraten in Fichtenbeständen mit Meßergebnissen der Nachbarländer Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg

Range of deposition rates at spruce sites in Rheinland-Pfalz compared with neighbour states

Komponenten	Rheinland-Pfalz ¹⁾ kg·ha ⁻¹ ·a ⁻¹	Nordrhein-Westfalen ²⁾ kg·ha ⁻¹ ·a ⁻¹	Hessen ³⁾ kg·ha ⁻¹ ·a ⁻¹	Baden-Württemberg ⁴⁾ kg·ha ⁻¹ ·a ⁻¹
H	0,60 - 1,65	0,06 - 2,74	0,32 - 3,11	0,23 - 2,10
Cl	17 - 42	21 - 64	13 - 54	12 - 37
PO ₄ -P	0,25 - 0,57	0,43 - 1,67	k.A.	k.A.
SO ₄ -S	24 - 43	38 - 77	21 - 90	21 - 50
NO ₃ -N	11 - 20	11 - 21	6 - 25	7 - 26
NH ₄ -N	7 - 15	10 - 49	4 - 19	3 - 15
K	15 - 26	17 - 33	10 - 42	15 - 26
Na	6 - 17	9 - 20	5 - 22	3 - 14
Ca	13 - 24	10 - 26	13 - 59	9 - 20
Mg	2 - 5	3 - 5	3 - 9	2 - 4
Al	0,5 - 1,7	0,8 - 3,3	0,4 - 7,1	k.A.
Cd	0,002 - 0,006	0,003 - 0,009	0,001 - 0,013	0,002 - 0,005
Cu	0,04 - 0,10	0,13 - 0,26	0,02 - 0,24	k.A.
Fe	0,4 - 1,0	0,8 - 2,5	0,2 - 2,3	k.A.
Mn	1,0 - 5,9	1,0 - 9,7	0,9 - 9,7	0,8 - 4,5
Pb	0,05 - 0,15	0,08 - 0,16	0,02 - 0,89	0,06 - 0,20
Zn	0,28 - 0,71	0,33 - 0,91	0,23 - 1,45	0,27 - 1,52

1) 2) 3) 4) siehe Tabelle XXIV.1

Bisher sind folgende Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz erschienen:

- 1/1987 Jahresbericht 1984 - 1986
ISSN 0931 - 9662
- 2/1987 BLOCK, STELZER: DM 12.-
Radioökologische Untersuchungen in Waldbeständen
ISSN 0931 - 9662
- 3/1987 BLOCK, FRAUDE, HEIDINGSFELD: DM 12.-
Sondermeßprogramm Wald (SMW)
ISSN 0931 - 9662
- 4/1987 BEUTEL, BLOCK: DM 12.-
Terrestrische Feldgehölzschadenserhebung
(TFGE 1986)
ISSN 0931 - 9662
- 5/1988 Die Forstliche Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz DM 12.-
im Dienste von Wald und Forstwirtschaft
- Reden anläßlich der Übergabe des Schlosses
Trippstadt als Dienstsitz am 10.04.1987
ISSN 0931 - 9662
- 6/1988 Jahresbericht 1987
ISSN 0931 - 9662
- 7/1988 BEUTEL, BLOCK: DM 12.-
Terrestrische Parkgehölzschadenserhebung
(TPGE 1987)
ISSN 0931 - 9662
- 8/1988 GERECKE: DM 30.-
Zum Wachstumsgang von Buchen in der Nordpfalz
ISSN 0931 - 9662
- 9/1989 Jahresbericht 1988
ISSN 0936 - 6067
- 10/1989 HEIDINGSFELD: DM 25.-
Verfahren zur luftbildgestützten Intensiv-
Waldschadenserhebung in Rheinland-Pfalz
ISSN 0931 - 9662
- 11/1989 BLOCK, DEINET, HEUPEL, ROEDER, WUNN: DM 12.-
Empirische, betriebswirtschaftliche und
mathematische Untersuchungen zur Wipfelköpfung
der Fichte
ISSN 0931 - 9662
- 12/1989 Jahresbericht 1989
ISSN 0931 - 9662
ISSN 0936 - 6067

13/1990 SCHÜLER:

Der kombinierte Durchforstungs- und
Düngungsversuch Kastellaun
- angelegt 1959 - heute noch aktuell?
ISSN 0931 - 9662

DM 12.-

14/1990 BLOCK:

Ergebnisse der Stoffdepositionsmessungen
in rheinland-pfälzischen Waldgebieten
1984 - 1989

DM 12.--