

F B V A - B E R I C H T
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt

Nr. 44

1990

Höhenprofil Zillertal

Meßbericht 1988

ODC 425.1: 111.781 -- 015.3: (436)

Luftschadstoffmessungen
Meteorologische Daten
Niederschlagsanalysen

Von St. Smidt, F.Herman, J. Leitner

Herausgeber
Forstliche Bundesversuchsanstalt in Wien

In Kommission bei
Österreichischer Agrarverlag, A-1141 Wien

Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1 1 3 1 Wien

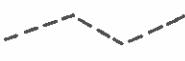
Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1 1 3 1 Wien

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet
Printed in Austria

LEGENDE ZU DEN ABBILDUNGEN UND TABELLEN

DRUCK	Luftdruck (h Pascal)
FEUCHTE ...	relative Luftfeuchte (%)
GES-N	Gesamtstickstoff ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$)
h	Stunde
H	Wasserstoff
ha	Hektar
HMW	Halbstundenmittelwert
LDRU	Luftdruck
LFEU	Luftfeuchtigkeit (%)
max.HMW ...	maximaler Halbstundenmittelwert
max.TMW ...	maximaler Tagesmittelwert
MEZ	mitteleuropäische Zeit
mm	Millimeter Niederschlag
MMW	Monatsmittelwert
MW1	1-Stunden-Mittelwert
MW8	8-Stunden-Mittelwert
MW7	Mittelwert der Siebenstundenmittelwerte während der Vegetationsperiode (April bis Oktober, 9.00 bis 16.00 Uhr MEZ)
mg/m ³	Milligramm pro Kubikmeter
min	Minimalwert
$\mu\text{S}/\text{cm}$	Mikrosiemens pro Zentimeter
N	Stickstoff
$\text{NH}_4\text{-N}$	Ammoniumstickstoff
NIED	Niederschlagssammler
NO	Stickstoffmonoxid
NO_2	Stickstoffdioxid
$\text{NO}_3\text{-N}$	Nitratstickstoff
O_3	Ozon
PF	Probefläche
PPM	parts per million
S	Schwefel
SO_2	Schwefeldioxid
STR	Globalstrahlung ($\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$)
TEMP	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
TMW	Tagesmittelwert (aus ≥ 23 Halbstundenmittelwerten berechnet)
WADOS	"Wet and dry only"-Niederschlagssammler
WIRI	Windrichtung

Maximale Halbstundenmittel

 Tagesmittel

----- Halbstundenmittel-Grenzwerte

————— Tagesmittel-Grenzwerte

EINLEITUNG

Der vorliegende Bericht gibt die im Rahmen des Projektes "Höhenprofil Zillertal" erfaßten Daten (Luftschadstoffe, meteorologischen Messungen und nassen Depositionen) graphisch und tabellarisch für das Jahr 1988 wieder und stellt die Fortsetzung der Berichte über die Meßjahre 1984, 1985, 1986 und 1987 (FBVA-Berichte Nr.9, 20, 26 und 32) dar. Die graphische Darstellung der Luftmeßdaten, der meteorologischen Daten, Konzentrationswindrosen und der Niederschlagsmeßdaten sind in einem gesonderten Anhangband enthalten; dieser kann mittels beiliegendem Bestellschein bezogen werden.

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich vom Talboden (600m) bis über die natürliche Waldgrenze und schließt durch Pilzinfektionen stark geschädigte Hochlagenauforstungsflächen (ca. 1900–2050m) mit ein. Das Projekt beinhaltet neben den registrierenden und integrierenden Luftpessungen, Niederschlagsanalysen und meteorologischen Erhebungen Boden-, Bodenvegetations- und Nadelanalysen (Nähr- und Schadstoffgehalte) sowie pflanzenphysiologische Messungen (Gasstoffwechsel- und Chlorophyllfluoreszenzmessungen).

1988 war das Untersuchungsgebiet (Abbildung 1) mit vier Ozonmetern (Monitor Labs), zwei Stickstoffoxidmeßgeräten (Monitor Labs), drei SO₂-Meßgeräten (Wösthoff-U3S), drei Bulk-Niederschlagssammeln, einem WADOS-Regensammler, sieben Meteorographen, drei Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmeßgeräten und drei Strahlungsmeßgeräten ausgestattet. Die Aufstellungsorte und die Einsatzdauer sind aus Tabelle 1 zu ersehen. Eines der Ozonometer (Standort Ahorn) wurde von der Landesforstdirektion Tirol zur Verfügung gestellt.

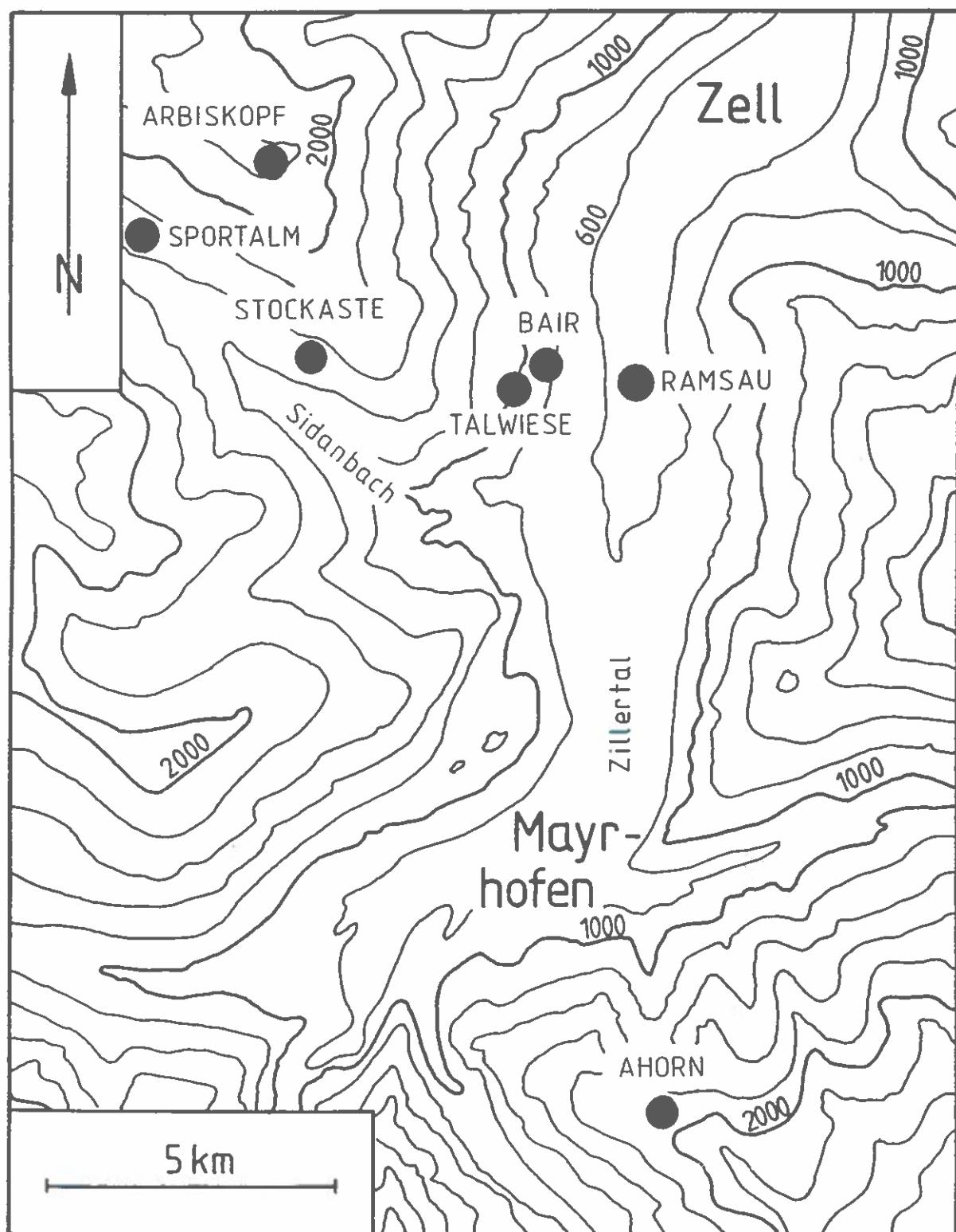
In den Tagesproben der Niederschläge wurden gemessen: Niederschlagshöhe (mm), pH-Wert (Glaselektrode), elektrische Leitfähigkeit (Konduktometer), Sulfat, Nitrat, Chlorid, Ammonium, Natrium, Kalium (Ionenchromatograph) sowie Calcium und Magnesium (Atomabsorptionsspektrometer).

Im gesonderten Anhang sind neben den Luftmeßdaten und den meteoro-
logischen Meßdaten (Tages-, Monats- und maximale Halbstunden-
mittelwerte) die Niederschlagsanalysendaten wiedergegeben; letz-
tere sind dort in Form der Ionenkonzentrationen und Elementein-
träge der Tagesproben und mengengewichteten Monats- und Jahres-
werte angeführt.

Tab.1: Meßstellen und Erhebungszeiträume 1988 (Meßmonate)

MESS-STELLE (Seehöhe)	SO2	O3	NO NO2	WIRI WIGE STR	TEMP	LFEU	LDRU	NIED
Arbiskopf (2130m)	-	-	-	-	1-11	1-11	1-11	-
Ahorn (1950m)	-	1-12	-	-	1-12	1-12	1- 7 9-12	-
PF 1 (Sportalm) (1720*)/1740m)	-	-	-	-	9-12	9-12	9-12	1-12*)
Stockaste (1560m)	1-12	1-10	1-6	1-12	1-12	1-12	1-12	-
Talwiese (1000m)	6-12	1-12	7-12	1-12	2-12	1-12	1-12	1-12 WADOS: 1-10
PF 9 (Bair) (850m)	-	-	-	-	1-12	1-12	1-12	-
Ramsau (600m)	1-12	1-12	7-12	1-12	1-12	1- 5 7-12	1-12	1-12

Abb.1: Meßstellen des Höhenprofiles Zillertal



GRENZ- UND HÖCHSTWERTE

Für die Beurteilung der Luftmeßdaten wurden die in Tabelle 2 angeführten Grenz- bzw. Höchstwerte herangezogen.

Tab.2: Grenzwerte bzw. Höchstwerte zur Beurteilung der Luftmeßdaten

SCHWEFELDIOXID		
SO ₂ - Grenzwerte (mg/m ³)		
2. Verordnung gg. forstschädliche Luftverunreinigungen	April-Oktober	November - März
Halbstundenmittelwerte	0,07 *)	0,15 *)
Tagesmittelwerte	0,05	0,10

*) 97,5-Perzentil; die zulässige Überschreitung des Grenzwertes, die sich aus der Perzentilregelung ergibt, darf höchstens 100% des Grenzwertes betragen

OZON	
Wirkungsbezogene Ozonimmissionsgrenzwerte zum Schutz der empfindlichen Vegetation (Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1989)	
Halbstundenmittelwert (HMW)	0,30 mg/m ³
1h-Mittelwert (MW1)	0,15 mg/m ³
8h-Mittelwert (MW8)	0,06 mg/m ³
Mittelwert der 7h-Mittelwerte (MW7) während der Vegetationsperiode (9.00 bis 16.00 Uhr MEZ)	0,06 mg/m ³

OZON

Max. O₃-Immissionskonzentrationen
(mg/m³) für Ozon als Einzelkomponente
zum Schutz der Vegetation

(VDI-Richtlinie 2310, Blatt 6, 1989)

Resistenzgrad	Einwirkungsdauer (Stunden)				
	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0
sehr empfindlich	0,32	0,16	0,11	0,09	0,07
empfindlich	0,48	0,32	0,24	0,19	0,16
weniger empfindlich	0,80	0,48	0,40	0,37	0,32

Ozongrenzwerte der Schweiz. Luftreinhalteverordnung

Halbstundenmittelwert 0,10 mg/m³ (98-Perzentil)
1h-Mittelwert 0,12 mg/m³ *)

*) darf nur einmal pro Jahr überschritten werden

STICKSTOFFDIOXID

NO₂-Grenzwerte (mg/m³)

Österreichische Akademie der Wissenschaften (1987)	Schweizerische Luftreinhalteverordnung (1986)
--	---

Jahresmittelwert	0,03	0,03
Tagesmittelwert	0,08	0,08 *)
Halbstundenmittelwert	0,20	0,10 **)

*) darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden

**) 95-Perzentil der Halbstundenmittelwerte eines Jahres

Zielvorstellungen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz des Ökosystems

Jahresmittelwert	0,01 mg NO ₂ /m ³
Tagesmittelwert	0,04 mg NO ₂ /m ³
Halbstundenmittelwert	0,08 mg NO ₂ /m ³

MESSERGEBNISSE 1988

SCHWEFELDIOXID

Die Monatsmittelwerte, maximalen Tages- und Halbstundenmittelwerte sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Überschreitungen der Grenzwerte der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen wurden 1988 an keiner der drei Meßstellen registriert. Wie aus der folgenden Zusammenstellung des Bereiches der Monatsmittelwerte und der maximalen Tagesmittelwerte bzw. Halbstundenmittelwerte zu ersehen ist, bestanden zwischen den Meßstellen Stockaste und Talwiese fast keine Unterschiede; an der Talstation (Meßstelle Ramsau) traten deutlich höhere Werte auf.

Meßstelle	Monatsmittel	max. TMW	max. HMW
	----- mg/m ³ -----		
STOCKASTE	0,007 - 0,014	0,035	0,042
TALWIESE	0,007 - 0,016	0,037	0,044
RAMSAU	0,006 - 0,026	0,077	0,094

OZON

Die Monatsmittelwerte, maximalen Tages- und Halbstundenmittel- und Perzentilwerte sind in Tabelle 4 und in Abbildung 2 wieder-gegeben. Die Meßwerte wurden nach den in Tabelle 2 angeführten Grenzwerten beurteilt. Der höchste Monatsmittelwert (0,148 mg/m³) wurde auf der Stockaste im April festgestellt, das höchste Tagesmittel (0,228 mg/m³) ebenfalls auf der Stockaste (jedoch im August) und der höchste Halbstundenmittelwert (0,264 mg/m³) auf der Talwiese im Juli.

Meßstelle	Monatsmittel	max. TMW	max. HMW
	----- mg/m ³ -----		
AHORN	0,080-0,132	0,173	0,219
STOCKASTE	0,083-0,148	0,228	0,262
TALWIESE	0,072-0,121	0,184	0,264
RAMSAU	0,007-0,088	0,132	0,255

Tab. 3: SO₂-Konzentrationen (mg/m³) 1988
 Monatsmittelwerte (MW), maximale Tagesmittelwerte (max. TMW), 97,5-Perzentile und
 maximale Halbstundenmittelwerte (max. HMW);

Unterstrichen: Maximalwerte 1988

Mon.	Meß- tage	STOCKASTE (1560m)				TALWIESE (1000m)				RAMSAU (600m)				
		97,5- Perz. d.HMW		Meß- tag		97,5- Perz. d.HMW		Meß- tag		97,5- Perz. d.HMW		Meß- tag		
		MW	TMW	MW	TMW	MW	TMW	MW	TMW	MW	TMW	MW	TMW	
1	13	0,010	0,015	0,021	0,034	0	—	—	—	17	0,026	0,046	0,050	
2	24	0,011	0,019	0,023	0,038	0	—	—	—	29	0,016	0,028	0,033	
3	29	0,011	0,020	0,023	0,031	0	—	—	—	30	0,012	0,021	0,024	
4	28	0,010	0,021	0,021	0,029	0	—	—	—	19	0,011	0,020	0,023	
5	18	0,010	0,016	0,018	0,023	0	—	—	—	21	0,008	0,021	0,022	
6	29	0,007	0,012	0,014	0,016	8	0,009	0,014	0,017	0,022	30	0,006	0,012	0,016
7	17	0,008	0,017	0,018	0,022	31	0,016	0,026	0,027	0,034	29	0,008	0,019	0,022
8	26	0,009	0,016	0,019	0,028	31	0,009	0,014	0,017	0,020	31	0,011	0,018	0,024
9	30	0,013	0,027	0,027	0,033	30	0,012	0,026	0,026	0,037	30	0,008	0,013	0,016
10	31	0,013	0,026	0,026	0,033	31	0,010	0,037	0,037	0,044	24	0,011	0,020	0,025
11	26	0,014	0,035	0,037	0,042	20	0,013	0,025	0,027	0,031	24	0,013	0,017	0,021
12	25	0,013	0,029	0,036	0,030	29	0,007	0,013	0,013	0,018	31	0,024	0,077	0,094

Anhand der Monatsmittelwerte 1986-88 in Abbildung 2 sind die Frühjahrsmaxima erkennbar; an den Meßstellen Stockaste und Talwiese war 1988 ein weiteres Maximum im Juli bzw. August feststellbar. Die höchsten Monats-, Tages- und Halbstundenmittelwerte wurden auf dem Ahorn und der Talwiese 1987, auf der Stockaste und in der Ramsau 1988 registriert.

**Beurteilung der Ozonkonzentrationen nach den Kriterien der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften**

Überschreitungen nach den Kriterien der Österreichischen Akademie der Wissenschaften gab es bei den 1h-Grenzwerten (MW1) in zahlreichen Monaten, bei den 8-Stunden-Grenzwerten (MW8; vgl. Abbildung 3) in allen Monaten mit Ausnahme des Novembers an der Meßstelle Ramsau und beim Mittelwert der Siebenstundenmittelwerte während der Vegetationsperiode (MW7) an allen Meßstellen. Der HMW-Höchstwert wurde an keiner Meßstelle überschritten.

Österr. Akademie der Wissenschaften

Meßstelle	HMW	MW1	MW8	MW7
	Überschreitungen in den Monaten			
AHORN	-	2- 9	1-12	0,115
STOCKASTE	-	4-10	1-12	0,123
TALWIESE	-	2- 9	1-12	<u>0,098</u>
RAMSAU	-	2-4,7-9	1-10,12	0,046

Tab. 4: Ozonkonzentrationen (mg/m³) 1988

Monatsmittelwerte (MMW), max. Tagesmittelwerte (max.TMW),
 98-Perzentile und max. Halbstundenmittelwerte (max.HMW)
 !: Überschreitung des Schweizerischen Perzentil-Grenzwertes

Unterstrichen: Maximalwerte 1988

ABORN (1950m)							STOCKASTE (1560m)						
Mon.	Meß-	MMW	max.	98-	Perz.	max.	Meß-	MMW	max.	98-	Perz.	max.	
	tage		TMW	d.HMW		HMW			TMW	d.HMW		HMW	
1	31	0,089	0,114	0,113!	0,119		31	0,083	0,110	0,113!	0,175		
2	29	0,096	0,147	0,155!	0,219		20	0,086	0,125	0,128!	0,158		
3	31	0,107	0,139	0,143!	0,155		14	0,101	0,127	0,138!	0,151		
4	30	0,127	0,156	0,179!	0,195		10	0,148	0,187	0,221!	0,236		
5	23	0,132	0,167	0,179!	0,191		30	0,127	0,162	0,172!	0,183		
6	30	0,126	0,153	0,167!	0,179		17	0,110	0,150	0,163!	0,169		
7	31	0,118	0,161	0,171!	0,215		31	0,119	0,181	0,192!	0,215		
8	31	0,118	0,173	0,175!	0,199		31	0,138	0,228	0,233!	0,262		
9	30	0,102	0,140	0,147!	0,163		29	0,118	0,185	0,197!	0,211		
10	31	0,084	0,130	0,135!	0,143		31	0,102	0,151	0,164!	0,178		
11	29	0,080	0,101	0,105!	0,109		0	-	-	-	-		
12	5	0,073	0,090	0,098	0,105		0	-	-	-	-		

TALWIESE (1000m)							RAMSAU (600m)						
Mon.	Meß-	MMW	max.	98-	Perz.	max.	Meß-	MMW	max.	98-	Perz.	max.	
	tage		TMW	d.HMW		HMW			TMW	d.HMW		HMW	
1	28	0,082	0,113	0,118!	0,128		24	0,017	0,055	0,099	0,126		
2	29	0,106	0,180	0,176!	0,212		28	0,032	0,076	0,135!	0,183		
3	28	0,117	0,162	0,169!	0,185		31	0,058	0,120	0,172!	0,201		
4	24	0,121	0,163	0,187!	0,216		29	0,088	0,132	0,222!	0,255		
5	28	0,091	0,136	0,149!	0,167		26	0,050	0,092	0,117!	0,127		
6	30	0,094	0,154	0,163!	0,203		25	0,044	0,070	0,110!	0,128		
7	21	0,121	0,184	0,216!	0,264		24	0,056	0,130	0,163!	0,180		
8	29	0,108	0,181	0,210!	0,238		15	0,043	0,101	0,154!	0,187		
9	26	0,081	0,135	0,165!	0,205		29	0,028	0,052	0,135!	0,176		
10	31	0,072	0,114	0,130!	0,151		31	0,016	0,039	0,077	0,098		
11	30	0,076	0,103	0,115!	0,131		30	0,011	0,031	0,067	0,083		
12	31	0,077	0,110	0,119!	0,126		30	0,007	0,046	0,059	0,078		

Abb. 2: Monatsmittelwerte, 98-Perzentile und maximale Halbstundenmittelwerte in den einzelnen Meßmonaten an den Meßstellen im Zillertal (1984-1988).

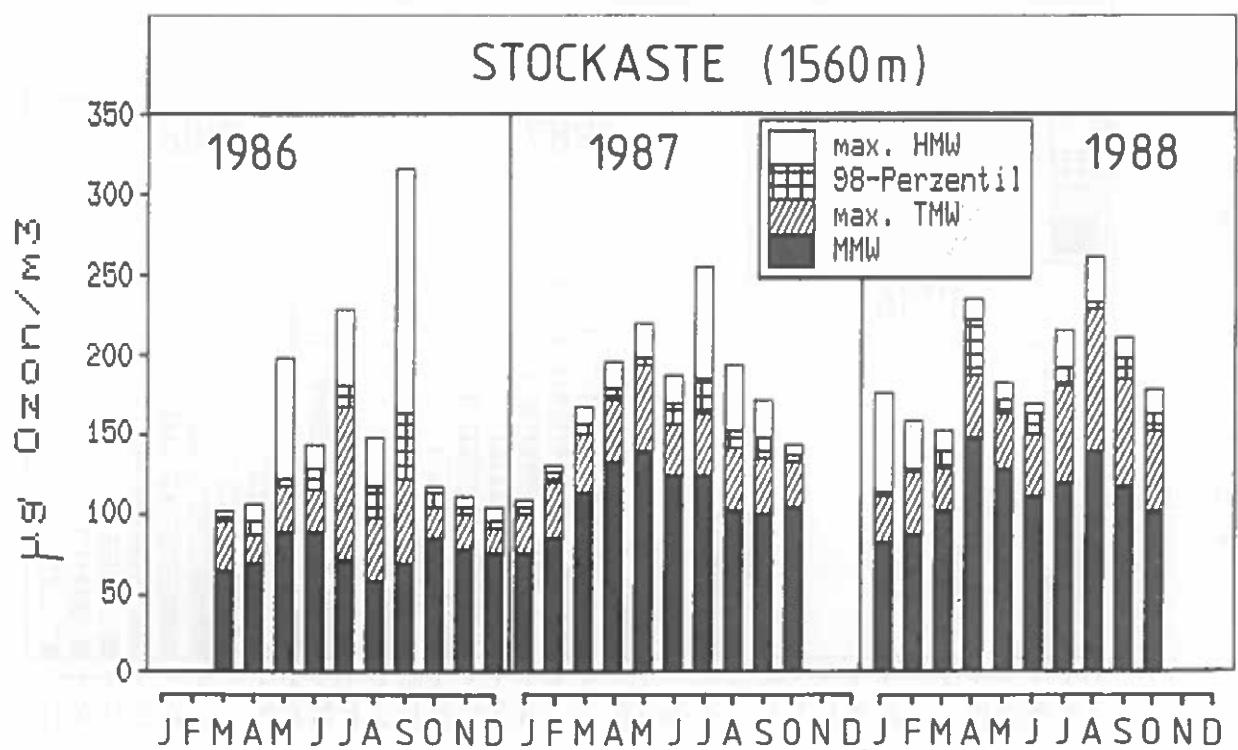
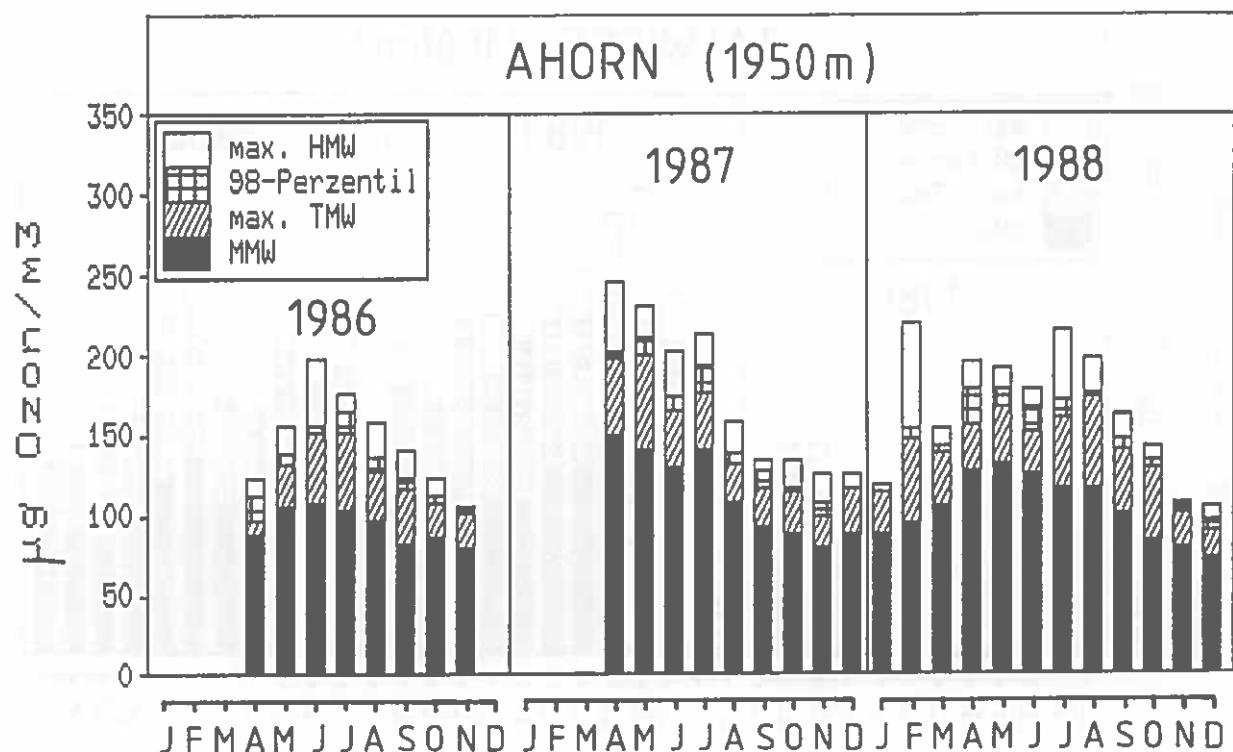


Abb. 2, Fortsetzung.

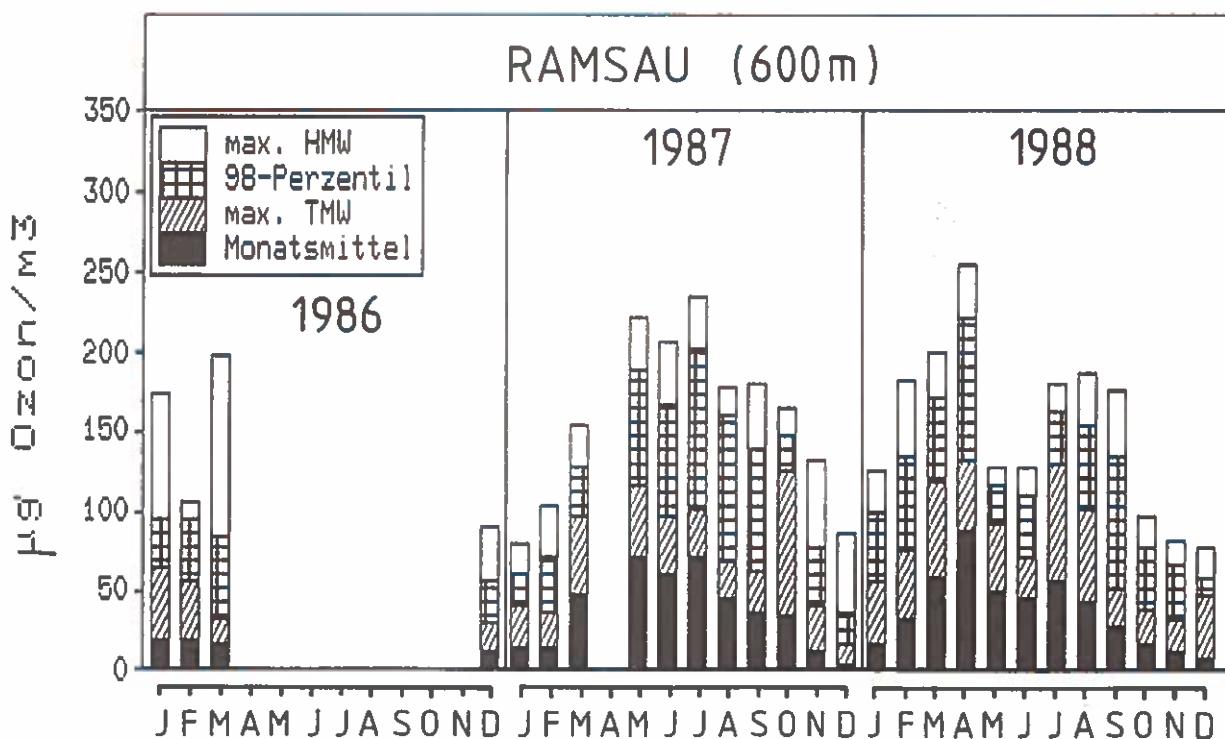
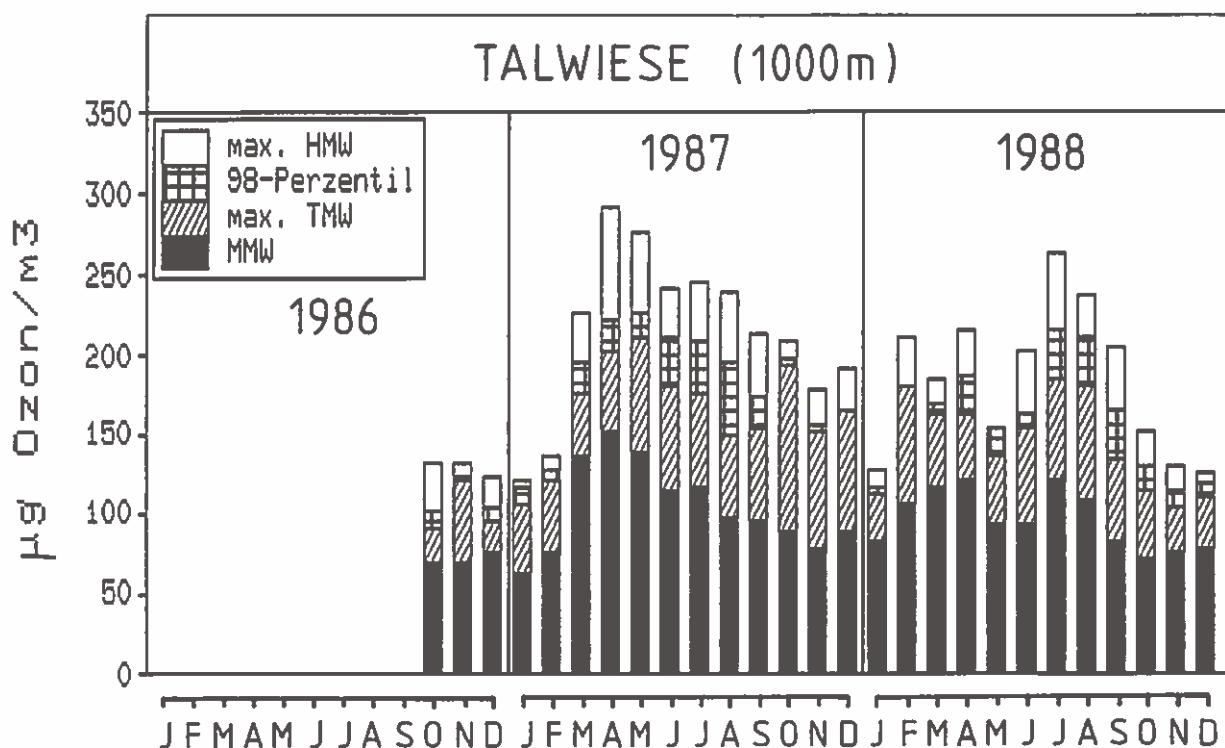


Abb. 3: Auswertung gemäß Ozonkriterium der Akademie der Wissenschaften (1989)

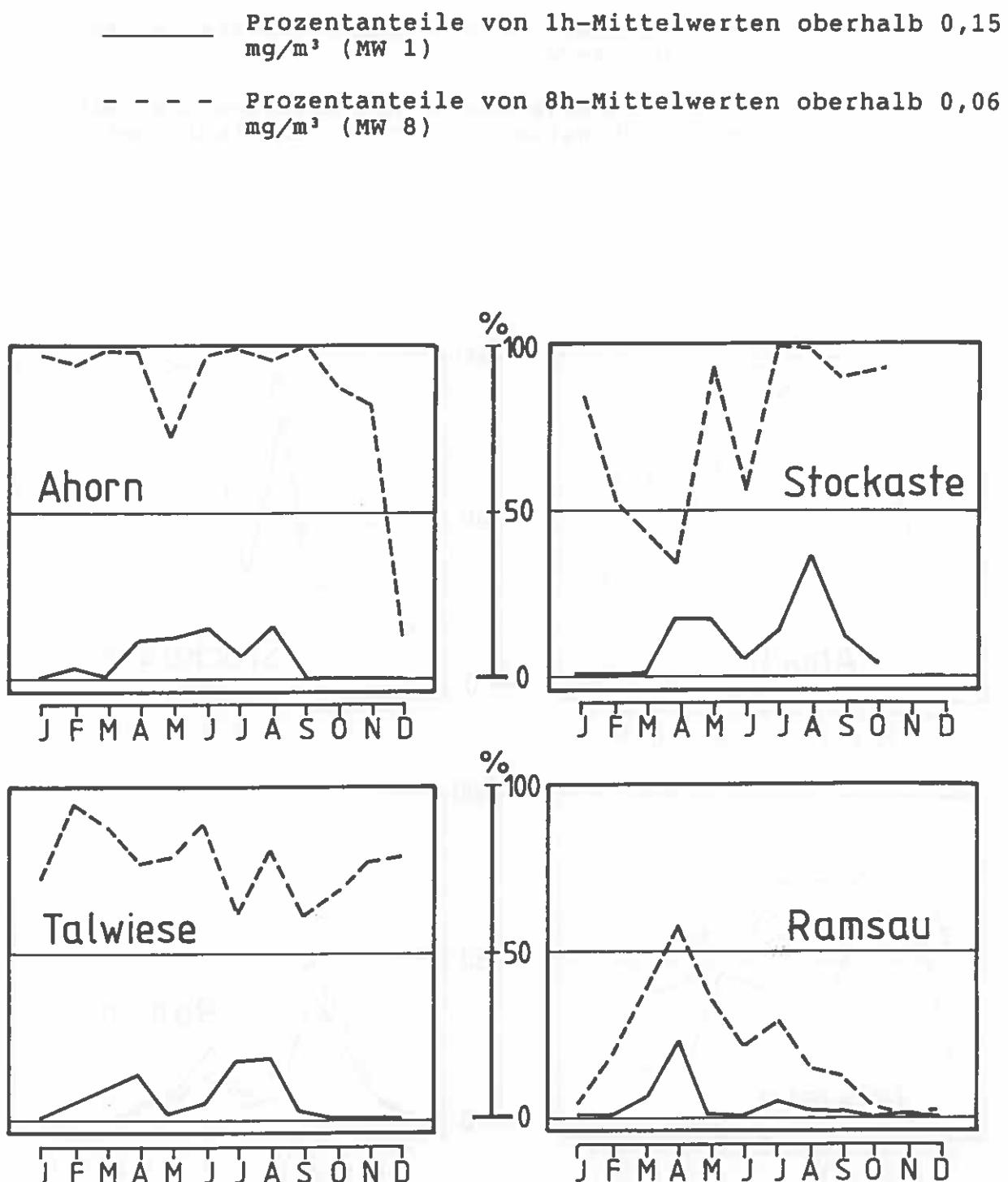
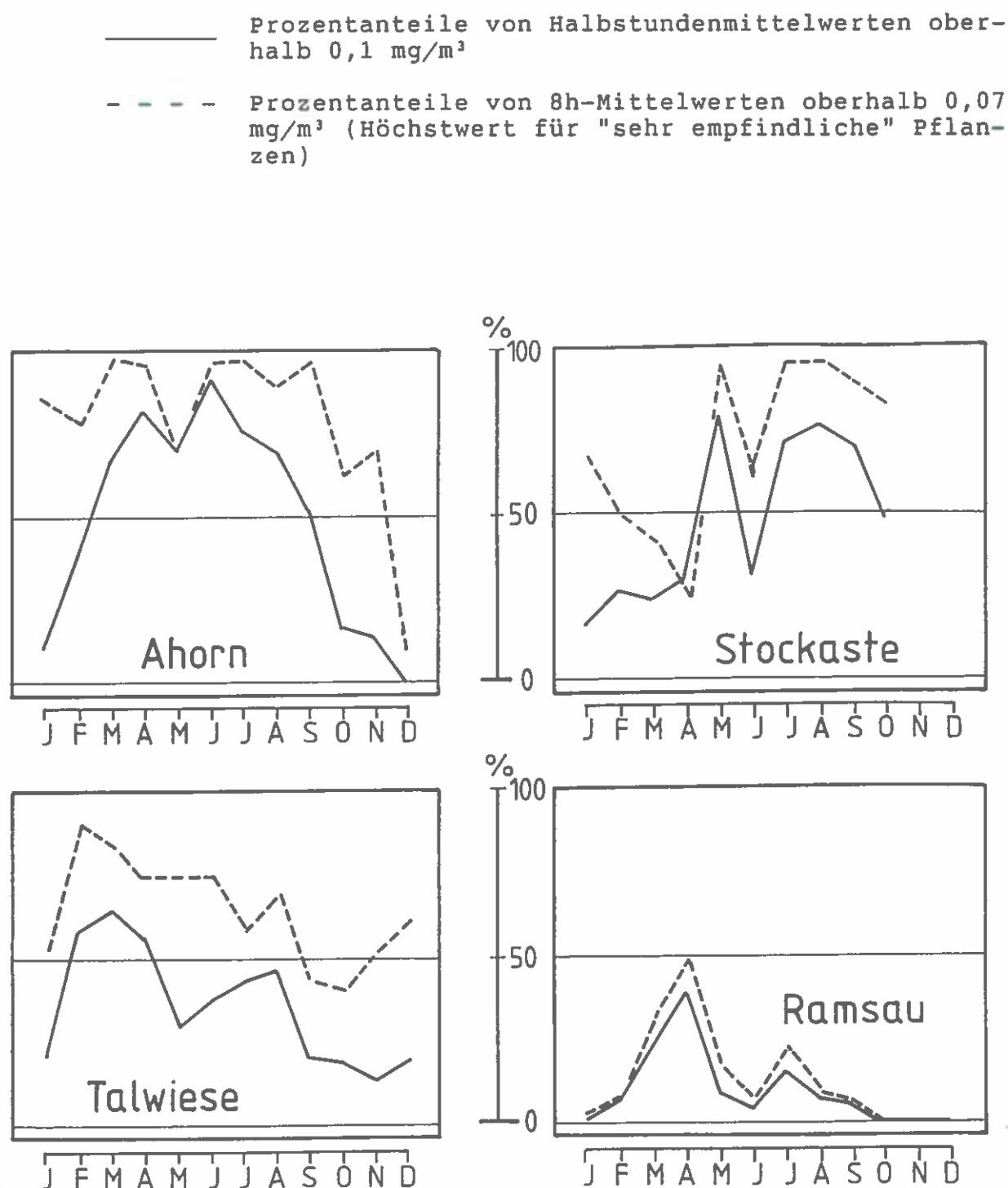


Abb. 4: Auswertung der Ozonmeßdaten gemäß Schweizerischer Luftreinhalteverordnung und VDI-Richtlinie 2310 (Blatt 6)



Tab.5: Auswertung gemäß Ozonkriterium der Akademie der Wissenschaften (1989)

Meßstelle	Monat	Prozentanteile an Überschreitungen (Anzahl der Überschreitungen)		
		HMW	MW1	MW8
AHORN				
01	0,0	(0)	0,0 (0)	98,9 (92)
02	0,0	(0)	2,4 (17)	96,3 (85)
03	0,0	(0)	0,7 (5)	100,0 (93)
04	0,0	(0)	11,8 (85)	100,0 (90)
05	0,0	(0)	12,1 (90)	73,1 (68)
06	0,0	(0)	14,2 (102)	98,9 (89)
07	0,0	(0)	7,8 (58)	100,0 (93)
08	0,0	(0)	14,7 (109)	98,9 (92)
09	0,0	(0)	1,3 (9)	100,0 (90)
10	0,0	(0)	0,0 (0)	87,1 (81)
11	0,0	(0)	0,0 (0)	82,2 (74)
12	0,0	(0)	0,0 (0)	11,8 (11)
STOCKASTE				
01	0,0	(0)	0,0 (0)	86,0 (80)
02	0,0	(0)	0,0 (0)	54,4 (48)
03	0,0	(0)	0,0 (0)	44,1 (41)
04	0,0	(0)	17,9 (129)	34,4 (31)
05	0,0	(0)	17,7 (132)	95,7 (89)
06	0,0	(0)	4,6 (33)	56,7 (51)
07	0,0	(0)	13,3 (99)	100,0 (93)
08	0,0	(0)	36,6 (272)	98,9 (92)
09	0,0	(0)	12,6 (91)	91,1 (82)
10	0,0	(0)	3,1 (23)	94,6 (88)
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-
TALWIESE				
01	0,0	(0)	0,0 (0)	73,1 (68)
02	0,0	(0)	4,7 (33)	95,2 (84)
03	0,0	(0)	9,3 (69)	89,2 (83)
04	0,0	(0)	14,6 (105)	78,9 (71)
05	0,0	(0)	1,2 (9)	80,6 (75)
06	0,0	(0)	4,3 (31)	90,0 (81)
07	0,0	(0)	18,3 (136)	62,4 (58)
08	0,0	(0)	19,1 (142)	82,8 (77)
09	0,0	(0)	2,1 (15)	62,2 (56)
10	0,0	(0)	0,0 (0)	69,9 (65)
11	0,0	(0)	0,0 (0)	78,9 (71)
12	0,0	(0)	0,0 (0)	80,6 (75)
RAMSAU				
01	0,0	(0)	0,0 (0)	3,2 (3)
02	0,0	(0)	0,3 (2)	18,1 (16)
03	0,0	(0)	5,0 (37)	37,6 (35)
04	0,0	(0)	22,6 (163)	56,7 (51)
05	0,0	(0)	0,0 (0)	35,5 (33)
06	0,0	(0)	0,0 (0)	21,1 (19)
07	0,0	(0)	3,8 (28)	28,0 (26)
08	0,0	(0)	1,2 (9)	14,0 (13)
09	0,0	(0)	0,7 (5)	13,3 (12)
10	0,0	(0)	0,0 (0)	2,2 (2)
11	0,0	(0)	0,0 (0)	0,0 (0)
12	0,0	(0)	0,0 (0)	0,0 (0)

Beurteilung der Ozonkonzentrationen nach VDI-Richtlinie 2310

Von den VDI-Höchstwerten für "sehr empfindliche" Pflanzen wurden alle Mittelwerte an allen Meßstellen überschritten. Der Prozentanteil der Überschreitungen war jeweils von der Länge des Beobachtungsintervalls abhängig: Die 0,5-Stunden-Höchstwerte wurden an keiner Meßstelle überschritten, die 1-, 2-, 4- und 8 Stunden jedoch mit zunehmender Länge des Intervallus in steigendem Maße. Die Anteile der 8h-Intervalle mit Überschreitungen sind aus Abbildung 4 zu ersehen; bei ihnen sind insbesondere an den Bergstationen hohe Anteile an Überschreitungen im Frühjahr und Sommer erkennbar (Tabellen 6/7).

Hinsichtlich einer möglichen Schädigung durch Ozon für die Baumarten des Untersuchungsgebietes wäre folgendes anzumerken: Die als "sehr empfindlich" eingestuften Baumarten, zu denen u.a. Larix decidua und Sorbus aucuparia gezählt werden, wären somit nach der VDI-Richtlinie gefährdet. In wesentlich geringerem Maße trifft dies für die "empfindlichen" Baumarten (z.B. Pinus sylvestris) zu: In einzelnen Monaten wurden auch die 2h-, 4h- und 8h-Mittelwerte für diese Empfindlichkeitsstufe überschritten. Nicht gefährdet wäre hingegen die "weniger empfindliche" Picea abies.

Beurteilung nach dem 98-Perzentil-Ozongrenzwert der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung

Der Schweizerische 1h-Grenzwert und der 98-Perzentilgrenzwert wurden an allen Meßstellen überschritten: auf dem Ahorn außer im Dezember in jedem Monat, auf der Stockaste und auf der Talwiese in allen 12 Monaten. An der Meßstelle Ramsau gab es in den Monaten Jänner, Oktober, November und Dezember keine Überschreitungen. Die Prozentanteile der Halbstundenmittelwerte größer 0,1 mg/m³ waren an allen Stationen im Frühjahr und im Sommer am höchsten (z.T. weit über 50%; Abbildung 4).

Tab. 6: Überschreitungen der VDI-Höchstwerte in der Klasse 1
(für "sehr empfindliche" Pflanzen)

		Sehr empfindliche Pflanzen			
Meßstelle	Monat	1h	2h	4h	8h
Prozentanteile an Überschreitungen (Anzahl der Überschreitungen)					
AHORN	01	0 (0)	4 (14)	53 (98)	91 (80)
	02	2 (13)	13 (44)	66 (115)	86 (70)
	03	0 (0)	41 (154)	83 (154)	99 (91)
	04	5 (35)	79 (285)	93 (168)	96 (86)
	05	6 (47)	63 (233)	72 (134)	69 (65)
	06	5 (36)	80 (288)	94 (170)	94 (87)
	07	4 (32)	61 (226)	87 (161)	98 (90)
	08	7 (55)	61 (227)	75 (140)	90 (83)
	09	0 (1)	33 (118)	68 (122)	98 (86)
	10	0 (0)	10 (38)	31 (58)	69 (58)
	11	0 (0)	0 (0)	28 (51)	71 (62)
	12	0 (0)	0 (0)	4 (8)	10 (9)
STOCKASTE	01	0 (0)	3 (13)	48 (90)	76 (62)
	02	0 (0)	19 (66)	36 (63)	54 (43)
	03	0 (0)	14 (51)	34 (64)	42 (39)
	04	16 (113)	28 (101)	32 (58)	21 (23)
	05	8 (57)	75 (279)	85 (159)	93 (87)
	06	2 (15)	25 (90)	39 (71)	56 (50)
	07	8 (58)	59 (218)	83 (154)	91 (89)
	08	32 (236)	68 (252)	86 (160)	69 (89)
	09	10 (74)	55 (198)	81 (145)	82 (81)
	10	2 (18)	36 (133)	65 (120)	89 (82)
	11	- -	- -	- -	- -
	12	- -	- -	- -	- -
TALWIESE	01	0 (0)	9 (32)	34 (64)	61 (49)
	02	4 (28)	43 (148)	71 (124)	89 (78)
	03	4 (33)	54 (200)	80 (149)	84 (78)
	04	9 (66)	50 (180)	63 (113)	70 (65)
	05	0 (0)	22 (82)	37 (69)	71 (57)
	06	2 (16)	28 (102)	50 (2)	71 (62)
	07	14 (104)	37 (137)	52 (97)	47 (55)
	08	15 (112)	40 (150)	52 (97)	61 (64)
	09	2 (13)	13 (45)	27 (48)	46 (40)
	10	0 (0)	13 (47)	25 (46)	52 (38)
	11	0 (0)	3 (11)	29 (53)	61 (47)
	12	0 (0)	9 (35)	30 (56)	62 (53)

Tab.6, Fortsetzung

Meßstelle	Monat	Sehr empfindliche Pflanzen			
		1h	2h	4h	8h
		Prozentanteile an Überschreitungen (Anzahl der Überschreitungen)			
RAMSAU	01	0 (0)	0 (1)	2 (4)	3 (3)
	02	0 (1)	4 (15)	8 (14)	8 (5)
	03	3 (19)	20 (74)	24 (44)	33 (31)
	04	19 (136)	37 (134)	43 (77)	37 (44)
	05	0 (0)	3 (12)	11 (21)	24 (17)
	06	0 (0)	1 (5)	5 (9)	10 (7)
	07	1 (8)	12 (43)	18 (33)	23 (20)
	08	1 (4)	4 (14)	6 (11)	10 (9)
	09	0 (1)	4 (16)	5 (9)	8 (6)
	10	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	11	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	12	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Tab.7: Monate mit Überschreitungen der VDI-Höchstwerte in der Klasse 2 (für "empfindliche" Pflanzen)

Meßstelle	Monat	empfindliche Pflanzen			
		1h	2h	4h	8h
		Prozentanteile an Überschreitungen (Anzahl der Überschreitungen)			
AHORN	02	0 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (1)
	04	0 (0)	0 (0)	1 (1)	3 (3)
	05	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (3)
	07	0 (0)	0 (0)	1 (2)	2 (2)
	08	0 (0)	0 (0)	1 (1)	3 (3)
STOCKASTE	04	0 (0)	0 (0)	2 (4)	9 (8)
	05	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
	07	0 (0)	0 (0)	2 (4)	4 (4)
	08	0 (0)	1 (4)	15 (28)	23 (21)
	09	0 (0)	0 (0)	3 (6)	6 (5)
TALWIESE	02	0 (0)	0 (0)	2 (3)	2 (2)
	03	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
	04	0 (0)	0 (0)	1 (2)	3 (3)
	06	0 (0)	0 (0)	1 (2)	1 (1)
	07	0 (0)	0 (1)	4 (7)	11 (10)
	08	0 (0)	0 (0)	4 (7)	6 (6)
	09	0 (0)	0 (0)	1 (2)	1 (1)
RAMSAU	04	0 (0)	1 (2)	7 (13)	6 (5)

Tab.8: Überschreitungen von Ozongrenz- bzw. -höchstwerten (Zusammenfassung) Ü: Überschreitung

STICKSTOFFOXIDE

Die Monatsmittelwerte, maximalen Tages- und Halbstundenmittelwerte sind in Tabelle 9 wiedergegeben. Die folgende Übersicht zeigt, daß erhöhte Konzentrationen nur an der Talstation (Ramsau) auftraten.

Meßstelle		Monatsmittel	max. TMW	max. HMW
		----- mg/m ³ -----	-----	-----
STOCKASTE	NO	0,001 - 0,002	0,004	0,009
	NO2	0,003 - 0,006	0,024	0,062
TALWIESE	NO	0,002 - 0,004	0,028	0,059
	NO2	0,007 - 0,011	0,025	0,052
RAMSAU	NO	0,005 - 0,055	0,147	0,409
	NO2	0,013 - <u>0,075</u>	<u>0,135</u>	<u>0,264</u>

Überschreitungen der wirkungsbezogenen NO₂-Immissionsgrenzkonzentrationen der "Luftqualitätskriterien NO₂" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und der Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung wurden im Untersuchungszeitraum nur an der Meßstelle Ramsau festgestellt (Tabelle 2): Der TMW-Grenzwert von 0,08 mg NO₂/m³ (Österreichischen Akademie der Wissenschaften) wurde in den Monaten Jänner (1x) und Februar (10x), der Halbstunden-Grenzwert (0,20 mg/m³) wurde am 15. und 16. Februar überschritten, der Schweizerische Halbstundenmittelpunktgrenzwert (0,10 mg/m³) in den Monaten Januar, Februar und März.

Tab. 9: NO- und NO₂- Konzentrationen (mg/m³) 1988

Monatsmittelwerte (MMW), maximale Tagesmittelwerte
(max.TMW) und maximale Halbstundenmittelwerte (max.HMW)

Unterstrichen: Maximalwerte 1988

Monat	Meßstage	MMW	max. TMW	max. HMW	MMW	max. TMW	95- Perz. d. HMW	max. HMW
NO								
STOCKASTE (1560m)								
1	31	0,002	0,004	0,009	0,005	0,014	0,015	0,055
2	28	0,001	0,003	0,008	0,006	0,017	0,017	0,046
3	28	0,001	0,003	0,006	0,006	0,024	0,017	0,062
4	30	0,001	0,001	0,004	0,005	0,009	0,012	0,022
5	30	0,001	0,003	0,006	0,003	0,009	0,009	0,027
NO								
TALWIESE (1000m)								
7	17	0,002	0,003	0,007	0,007	0,011	0,014	0,021
8	29	0,002	0,003	0,012	0,010	0,015	0,019	0,028
9	26	0,002	0,004	0,015	0,008	0,011	0,014	0,019
10	11	0,002	0,004	0,021	0,007	0,009	0,013	0,030
11	26	0,004	0,005	0,021	0,011	0,018	0,023	0,044
12	31	0,004	0,028	0,059	0,011	0,025	0,029	0,052
NO								
RAMSAU (600m)								
1	24	0,055	0,147	0,243	0,060	0,098!	0,112!	0,146
2	28	0,047	0,119	0,409	0,075	0,135!	0,150!	0,264
3	31	0,020	0,060	0,185	0,038	0,077	0,083	0,124
4	29	0,008	0,016	0,059	0,020	0,031	0,042	0,063
5	26	0,005	0,013	0,060	0,015	0,022	0,036	0,065
6	30	0,005	0,008	0,045	0,013	0,018	0,028	0,055
7	25	0,006	0,015	0,031	0,013	0,019	0,031	0,055
8	28	0,007	0,017	0,046	0,018	0,031	0,042	0,066
9	28	0,013	0,029	0,058	0,022	0,033	0,045	0,067
10	24	0,019	0,033	0,097	0,021	0,031	0,041	0,061
11	30	0,029	0,053	0,080	0,028	0,047	0,049	0,070
12	30	0,047	0,122	0,206	0,030	0,051	0,056	0,086

NASSE DEPOSITIONEN

Ionenkonzentrationen

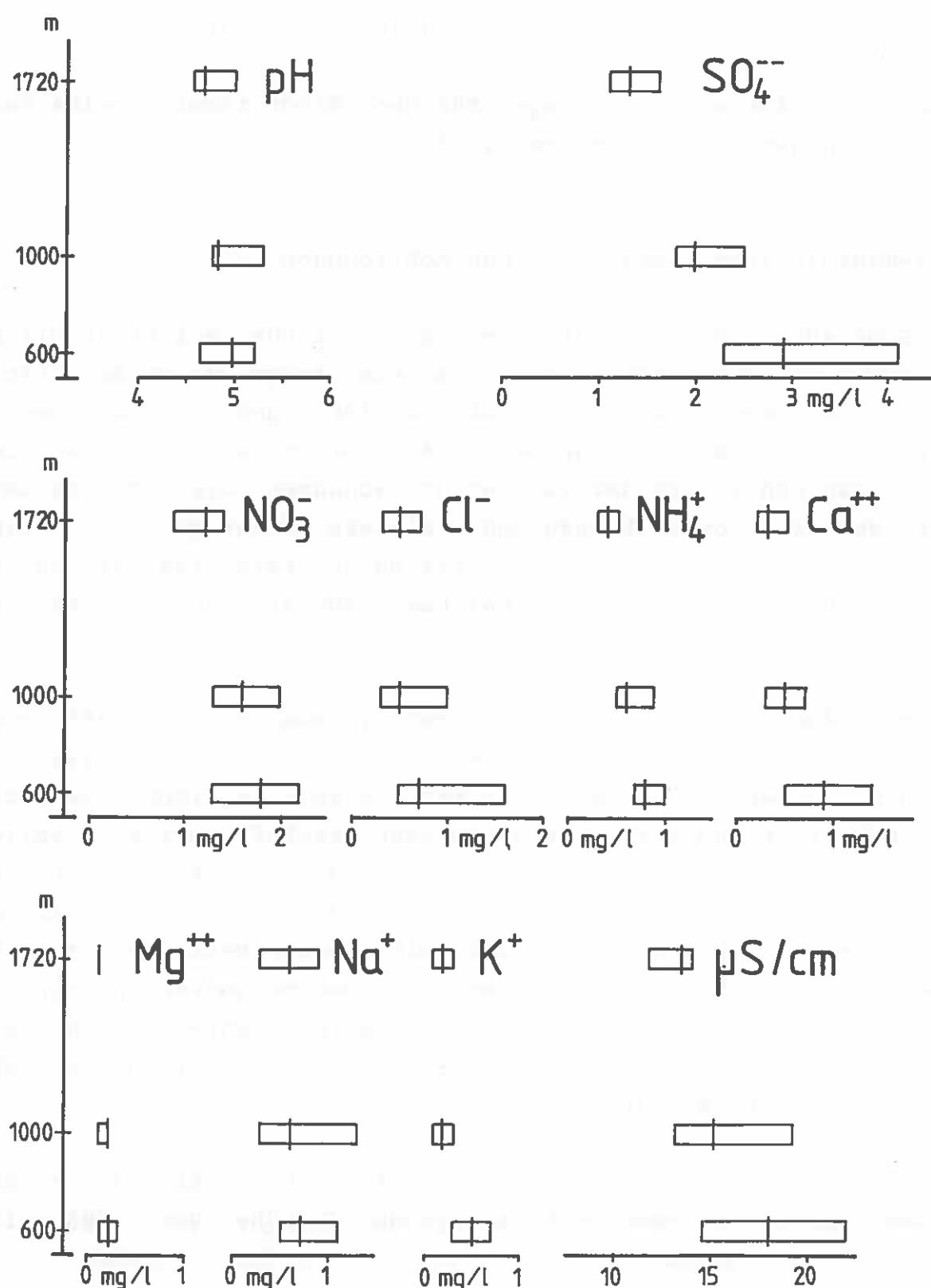
Die beiden Bergstationen, für die mittlere Leitfähigkeiten von 13,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Talwiese, 1000m) bzw. 13,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Probefläche 1, 1720m) berechnet wurden, können als Backgroundmeßstellen angesehen werden (Tabelle 10). Aufgrund der an der Station Ramsau (600m) im Untersuchungsjahr gemessenen Leitfähigkeiten (gewichtetes Jahresmittel 15,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$) kann auch diese Station als nur "gering beeinflußt" bezeichnet werden. Bei fast allen Ionen war eine Abnahme der mittleren Konzentration mit der See-höhe festzustellen, beim Sulfat war diese Abnahme am stärksten ausgeprägt; die mittlere H-Konzentration zeigte ein umgekehrtes Verhalten.

Abbildung 5 gibt die gewichteten Gesamtmittelwerte der Leitfähigkeiten, pH-Werte und Ionenkonzentrationen (Untersuchungszeitraum 1985 bis 1988) wieder.

Tab.10: Mengengewichtete Mittelwerte der Leitfähigkeiten, pH-Werte und Ionenkonzentrationen an den Depositionsmeßstellen im Zillertal (1988).

Meßstelle	Gewichtete Mittel 1988										
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	pH	SO ₄	NO ₃	Cl	NH ₄	Ca	Mg	Na	K	
			mg Ion/l			mg Ion/l					
PROBEFLÄCHE 1 (1720m)	11,3	4,59	1,4	1,4	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3	0,1	
TALWIESE (1000m)	13,4	4,82	1,8	1,4	0,3	0,5	0,6	0,1	0,3	0,2	
WADOS (wet only) (Jan. - Okt.)	14,5	4,57	2,0	1,5	0,3	0,5	0,4	0,1	0,5	0,2	
Elementkonzentrationen: (Jan. - Okt.)			0,7	0,3		0,6					
			mg S/l	—	mg N/l	—					
RAMSAU (600m)	15,7	5,19	2,5	1,9	0,5	0,8	0,8	0,2	0,5	0,3	

Abb.5: Gewichtete Gesamtmittel der Leitfähigkeiten, pH-Werte und Ionenkonzentrationen sowie die Bandbreite der jährlichen Elementeinträge (5/1985-1988).



In folgenden Zeiträumen wurden für das Auffangen der Niederschläge statt der Bulk-Sammler Schneewanne und Ausstechen mit einem Stechrohr (Durchmesser 11cm) verwendet:

Sportalm: 1.1. bis 13.4. und ab 22.11.1988

Talwiese: 1.1. bis 14.4. und ab 23.11.1988

Ramsau: 1.1. bis 13.4. und ab 7.12.1988

Wegen Geräteausfalles liegen für den WADOS-Sammler keine Werte zwischen dem 28.10. und dem 31.12. vor.

Elementeinträge (Tabelle 11 und Abbildungen 6/7)

H-Einträge: Ab 1986 nahm der jährliche H-Eintrag mit der Seehöhe zu; die Bandbreite der Jahreseinträge war an der Station Sportalm besonders hoch. Zwischen 1985 und 1988 stiegen die jährlichen H-Einträge an den Meßstellen Talwiese und Sportalm an, während sie an der Talstation abnahmen. Die Einträge waren an den Stationen Ramsau und Talwiese durchwegs als "gering" (<0,25 kg H/ha.a), an der Station Sportalm 1987 jedoch als "mittelhoch" (0,26-0,50 kg/ha) bzw. 1988 als "hoch" zu bezeichnen.

S-Einträge: Über den gesamten Meßzeitraum von 1986-1988 ergab sich der Minimalwert für die Talwiese mit 5,6 kg S/ha (1985) und ein Maximalwert für die Ramsau mit 9,6 kg S/ha (1986). Im Untersuchungszeitraum zeigten sich je nach Meßstelle unterschiedliche Entwicklungen von Jahr zu Jahr; während in der Ramsau der höchste Eintrag 1986 zu verzeichnen war, war dies auf der Talwiese und auf der Sportalm 1988 der Fall. Ebenso bestanden zwischen den einzelnen Meßstellen in den einzelnen Meßjahren unterschiedliche Gradienten des Schwefeleintrages. Die Jahreseinträge waren meist "gering" (<10 kg S/ha.a), lediglich an der Ramsau (1986) und der Sportalm (1989) "mittelhoch".

N-Einträge: Die Bandbreiten der jährlichen N-Einträge zeigten eine leichte Zunahme mit steigender Seehöhe. Von 1985 - 1988

nahmen die jährlichen N-Einträge auf der Sportalm zu, sodaß in den Jahren 1987 und 1988 an dieser Meßstelle des Profiles der höchste N-Eintrag bestand, während dies 1985 und 1986 in der Ramsau am Talboden der Fall war und in diesen beiden Jahren eine Abnahme des N-Eintrages mit zunehmender Seehöhe zu verzeichnen war. Die beiden anderen Stationen, von denen die Ramsau stets höhere Jahresteinträge hatte, wiesen im gesamten Untersuchungszeitraum 1986 Maximalwerte auf.

Zu den Jahresteinträgen ist anzumerken, daß die Daten der Niederschlagshöhen für die Wintermonate mitunter stark fehlerbehaftet sein können. Das liegt daran, daß die Schneedecke, aus der die Proben mit Stechrohren ausgehoben werden, nicht immer der wahren Niederschlagsmenge entsprechen, da insbesondere auf den Bergstationen Verwehungen und in noch stärkerem Maße Zuwehungen auftreten. Aus letzteren erklären sich die besonders im schneereichen Winter 1988 an der Sportalm auffallend großen Niederschlagshöhen.

Tab.11: Elementeinträge 1988 an den Depositionsmeßstellen des Zillertales.

Meßstelle	Elementeinträge 1988		
	kg H/ha	kg S/ha	kg N/ha
Probefläche 1 (1720m)	0,61	10,9	12,9
Talwiese (1000m)	0,21	8,5	9,9
Ramsau (600m)	0,07	9,2	11,2

Einen Vergleich der "Wet-only"-Niederschlagsdaten mit denen anderer WADOS-Meßstellen Tirols und Salzburgs für das meteorologische Jahr Oktober 1987 bis September 1988 gibt Tabelle 12 (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 1989, AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG 1989): Während die Niederschlagshöhe und der mittlere pH-Wert auf der Talwiese im Vergleich zu den anderen Meßstellen

relativ gering waren, lagen die Ionenkonzentrationen und Elementeinträge etwa im Mittelfeld; lediglich die Na^+ - und K^+ -Konzentrationen waren auf der Talwiese am höchsten.

Tab.12: Vergleich der "Wet-only"-Niederschlagsdaten der Station Talwiese mit denen weiterer WADOS-Meßstellen in Tirol und Salzburg (Beobachtungszeitraum 10/1987 bis 9/1988).

Meßstelle	mm	pH	SO ₄	NO ₃	Cl	NH ₄	Ca	Mg	Na	K	Jahresbeiträge			
											H	S	N	
----- mg Ion/l -----												kg Element/ha.a		
TALWIESE	974	4,6	1,9	1,4	0,4	0,5	0,4	0,1	0,6	0,2	0,26	6,2	6,6	
Tiroler WADOS-Meßstellen														
Achenkirch	1274	4,7	1,9	2,5	0,8	0,4	0,3	0,1	-	-	0,26	8,0	11,1	
Innervill.	863	4,8	1,4	1,0	0,3	0,5	0,4	0,0	0,1	0,1	0,14	4,1	5,4	
Kufstein	1336	4,5	1,9	2,1	0,3	0,6	0,4	0,1	0,1	0,1	0,42	8,5	13,1	
Reutte	1447	4,8	1,3	1,5	0,4	0,5	0,6	0,1	0,2	0,1	0,24	6,6	9,9	
Salzburger WADOS-Meßstellen														
Haunsberg	1213	4,8	2,4	2,5	0,7	1,0	0,8	0,1	0,2	0,1	0,21	9,8	16,2	
Sonnblick	1375	4,8	1,2	0,9	0,3	0,3	0,4	0,0	0,1	0,1	0,23	5,6	6,3	
St.Kolom.	1673	4,6	2,1	2,6	0,7	0,6	0,9	0,1	-	-	0,42	11,7	17,0	
Werfenweng	1050	5,2	1,5	1,5	0,9	0,4	0,7	0,2	0,6	0,1	0,07	5,2	6,7	

Abb.6: Bandbreite der jährlichen Elementeinträge an den drei Bulk-Sammelstellen des Zillertales (5/1985-1988)

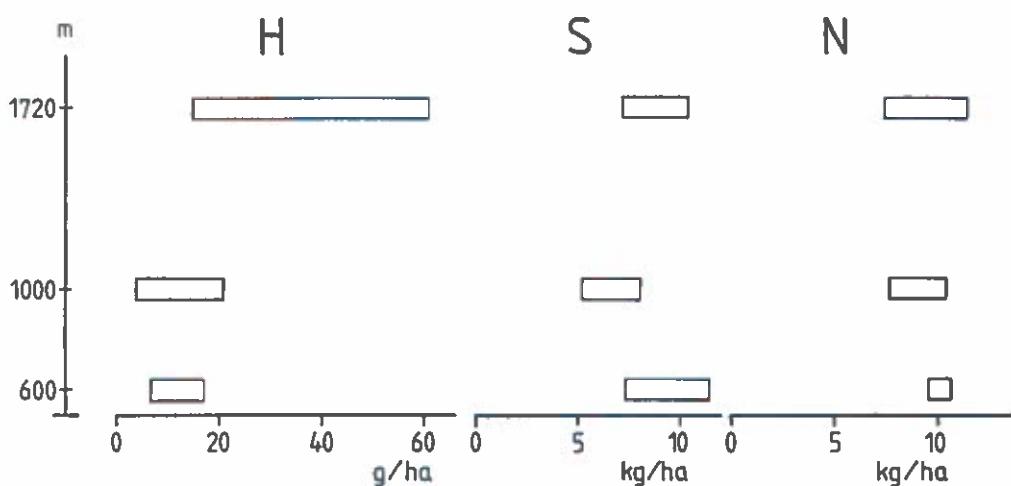
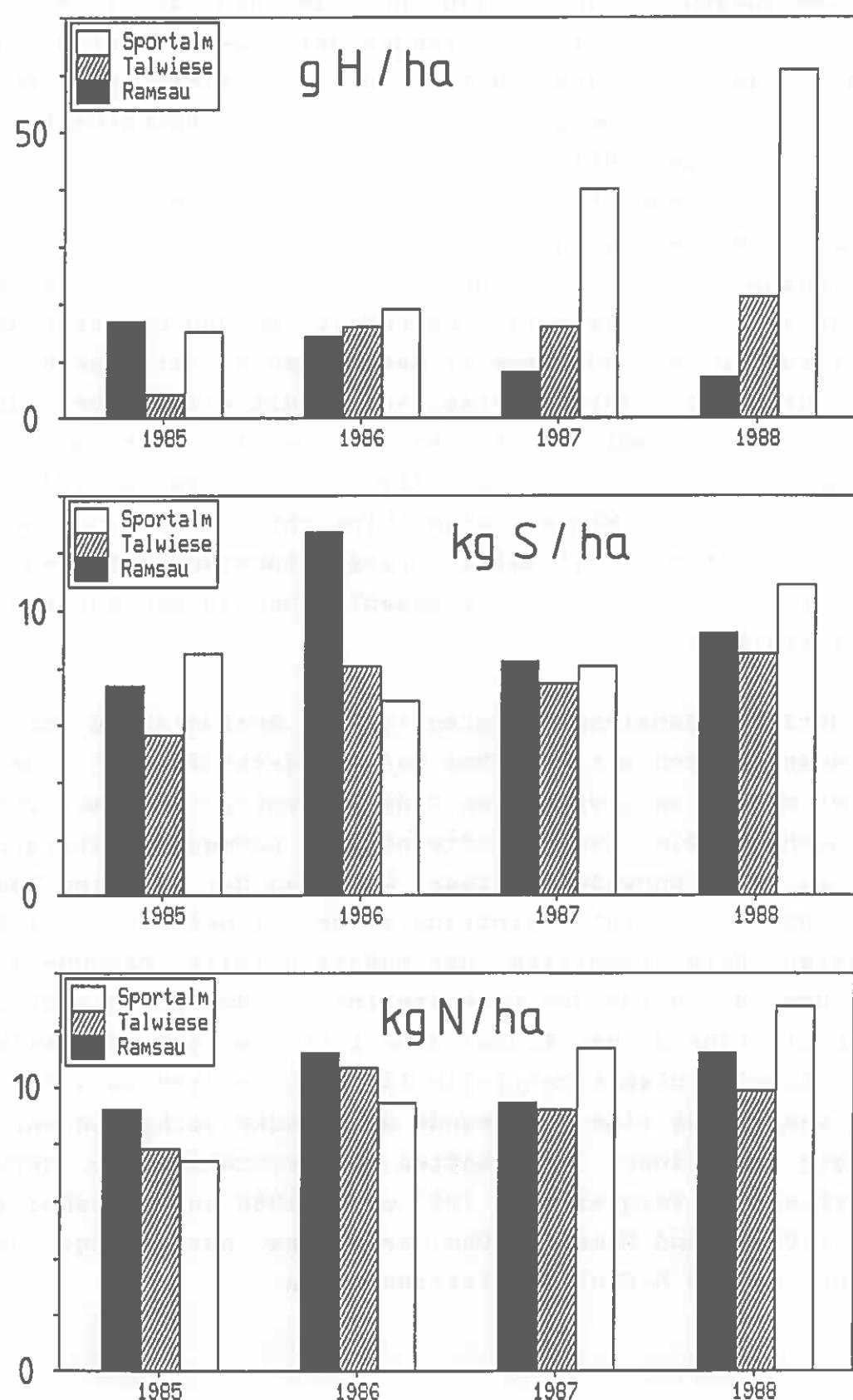


Abb. 7: Elementeinträge an den drei Bulk-Sammelstellen des Zillertales (5/1985–1988)



ZUSAMMENFASSUNG

Die Luftpersmessungen ergaben 1988 nur geringe SO₂-, NO- und NO₂-Konzentrationen. Überschreitungen der SO₂-Grenzwerte der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen wurden nicht registriert; Überschreitungen der NO₂-Höchstwerte der Akademie der Wissenschaften traten nur an der Talstation auf (10x wurde der Tagesmittel-Grenzwert von 0,08 mg/m³ in den Monaten Januar bzw. Februar überschritten, am 15. und 16. Februar auch der Halbstundenmittel-Grenzwert). Hinsichtlich Ozon ergaben sich 1988 an allen Meßstellen (besonders an den Bergstationen) Überschreitungen der Höchstwerte der Akademie der Wissenschaften, der Grenzwerte der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung und der maximalen Immissionskonzentrationen für sehr empfindliche Baumarten (zu denen z.B. die Lärche gezählt wird) der VDI-Richtlinie 2310. Während also hinsichtlich SO₂ und NO/NO₂ nur an der Talstation fallweise Grenzwertüberschreitungen auftraten, waren solche bei Ozon im wesentlichen an den Bergstationen festzustellen.

Die Niederschlagsanalysen zeigten 1988 in Analogie zu den vorangegangenen Jahren mit Ausnahme der Wasserstoffionen eine Abnahme der mittleren gewichteten Ionenkonzentrationen mit zunehmender Seehöhe. Die Wasserstoffeinträge nahmen mit steigender Seehöhe zu. Die Schwefeleinträge waren an der Station Ramsau (600m), und die Stickstoffeinträge an der Probefläche 1 (1720m) am höchsten. Beim Vergleich der Meßjahre fällt besonders der relativ hohe H-Eintrag und eine stetige Zunahme des N-Eintrages von 1985 bis 1988 an der Probefläche 1 (1720m) auf; der relativ hohe N-Eintrag an dieser Meßstelle ist z.T. dadurch zu erklären, daß 1988 sehr lange eine andauernde Scheedecke vorhanden war und Einwehungen zu einer fehlerhaften Niederschlagshöhe geführt haben dürften. Im Vergleich zu 1987 waren 1988 an den Meßstellen Talwiese (1000m) und Ramsau (600m) keine bzw. nur geringe Zunahmen der H-, S- und N-Einträge festzustellen.

LITERATUR

AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG (1989): Immissionsmessung Nasse Deposition im Bundesland Salzburg Oktober 1987 - September 1988. Abteilung f. Umweltanalytik, Institut für Analytische Chemie, Technische Universität Wien.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG: (1989): Immissionsmessung Nasse Deposition im Bundesland Salzburg Oktober 1987 - September 1988. Abteilung f. Umweltanalytik, Institut für Analytische Chemie, Technische Universität Wien.

BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH (1984): 89. Stück: Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen.

EIDGENÖSSISCHES DEPARTEMENT DES INNEREN (1985): Luftreinhalteverordnung (LRV).

GLATTES F., S. SMIDT, A. DRESCHER, C. MAJER, F. MUTSCH (1985): Höhenprofil Zillertal - Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden.- FBVA-Berichte Nr. 9

ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (1987): Luftqualitätskriterium Stickstoffdioxid. Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen.

ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (1989): Luftqualitätskriterium Ozon. Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen.

SMIDT S., F. GLATTES (1987): Höhenprofil Zillertal, Ergebnisse 1985.- FBVA-Berichte Nr. 20 (65 Seiten).

SMIDT S., F. GLATTES, J. LEITNER (1988): Höhenprofil Zillertal, Meßbericht 1986.- FVBA-Berichte Nr. 26 (112 Seiten).

SMIDT S., F. GLATTES, J. LEITNER (1988): Höhenprofil Zillertal - Meßbericht 1987. Luftschatstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.- FBVA-Berichte Nr.32 (227 Seiten).

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (1989): Maximale Immissionskonzentrationen für Ozon. Richtlinie 2310, Blatt 6.

FBVA-BERICHTE
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt
Wien

- 1987 24 Klaushofer, Franz; Litschauer, Rudolf; Wiesinger, Rudolf: Waldzustandsinventur: Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern.
Preis ÖS 100.-- 94 S.
- 1988 25 Johann, Klaus: Ergebnisse einer Rotfäuleuntersuchung in sehr wüchsigen Fichtenbeständen.
Preis ÖS 90.-- 88 S.
- 1988 26 Smidt, Stefan; Glattes, Friedl; Leitner, Johann: Höhenprofil Zillertal, Meßbericht 1986. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 120.-- 114 S.
- 1988 27 Smidt, Stefan: Messungen der nassen Deposition in Österreich. Meßstellen, Jahresmeßergebnisse, Literatur.
Preis ÖS 80.-- 72 S.
- 1988 28 Forum Genetik-Wald-Forstwirtschaft. Bericht über die 5. Arbeitstagung von 6. bis 8. Oktober 1987. Innsbruck.
Preis ÖS 200.-- 192 S.
- 1988 29 Krissl, Wolfgang; Müller, Ferdinand: Mischwuchsregulierung von Fichte und Buche in der Jungwuchsphase.
Preis ÖS 50.-- 52 S.
- 1988 30 Marcu, Gheorge; Tomiczek, Christian: Eichensterben und Klimastress. Eine Literaturübersicht.
Preis ÖS 30.-- vergriffen 28 S.
- 1988 31 Kilian, Walter: Düngungsversuche zur Revitalisierung geschädigter Fichtenbestände am Ostrong.
Preis ÖS 50.-- 50 S.
- 1988 32 Smidt, Stefan; Glattes, Friedl; Leitner, Johann: Höhenprofil Zillertal, Meßbericht 1987.
Preis ÖS 250.-- 234 S.
- 1988 33 Enk, Hans: 10 Jahre Kostenuntersuchung bei Tiroler Agrargemeinschaften und Gemeindewäldern.
Preis ÖS 130.-- 124 S.
- 1988 34 Krehan, Hannes: Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Teil II: Fichtenbestände im Ausserfern (Tirol) und im grenznahen Gebiet des Mühl- und Waldviertels.
Preis ÖS 60.-- 60 S.

- 1988 35 Schaffhauser, Horst: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1986/87.
Preis ÖS 140.-- 138 S.
- 1989 36 Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (8). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen.
Preis ÖS 130.-- 128 S.
- 1989 37 Rachoy, Werner; Exner, Robert: Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen.
Preis ÖS 100.-- 100 S.
- 1989 38 Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1982/83, 1983/84.
Preis ÖS 100.-- 92 S.
- 1989 Sonderheft:
Schneider, Werner: Verfahren, Möglichkeiten und Grenzen der Fernerkundung für die Inventur des Waldzustandes.
Preis ÖS 200.-- 118 S.
- 1989 39 Krehan, Hannes: Das Tannensterben in Europa. Eine Literaturstudie mit kritischer Stellungnahme.
Preis ÖS 60.-- 58 S.
- 1989 40 Krissl, Wolfgang; Müller, Ferdinand: Waldbauliche Bewirtschaftungsrichtlinien für das Eichen-Mittelwaldgebiet Österreichs.
Preis ÖS 140.-- 134 S.
- 1990 41 Killian, Herbert: Bibliographie zur Geschichte von Kloster, Forstlehranstalt und Forstlicher Versuchsanstalt Mariabrunn - Schönbrunn.
Preis ÖS 165.-- 162 S.
- 1990 42 Jeglitsch, Friedrich: Wildbachereignisse in Österreich 1974 - 1976 und Kurzfassung der Wildbachergebnisse in Österreich in den Jahren 1974 - 1987.
Preis ÖS 100.-- 98 S.
- 1990 43 Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (9). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen.
Preis ÖS 80.-- 80 S.
- 1990 44 Smidt, St.; Herman, F.; Leitner, J.: Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988. Luftsadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 35.-- 33 S.

