

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

Nr. 57

1991

Höhenprofil Zillertal

Meßbericht 1989/90

FDK 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 - 1131 Wien

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet
Printed in Austria

LEGENDE ZU DEN ABBILDUNGEN UND TABELLEN

DRUCK Luftdruck (h Pascal)
FEUCHTE relative Luftfeuchte (%)
GES-N Gesamtstickstoff (NO_x-N + NH₄-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
VMW7 Mittelwert der Siebenstundenmittelwerte während der Vegetationsperiode (April bis Oktober, 9.00 bis 16.00 Uhr MEZ)
mg/m³ Milligramm pro Kubikmeter
min Minimalwert
μS/cm Mikrosiemens pro Zentimeter
N Stickstoff
NH₄-N Ammoniumstickstoff
NIED Niederschlagssammler
NO Stickstoffmonoxid
NO₂ Stickstoffdioxid
NO_x-N Nitratstickstoff
O₃ Ozon
PF Probefläche
PPM parts per million
S Schwefel
SO₂ Schwefeldioxid
STR Globalstrahlung (J/cm² . h)
TEMP Temperatur (°C)
TMW Tagesmittelwert
WADOS "Wet and dry only"-Niederschlagssammler
WIGE Windgeschwindigkeit
WIRI Windrichtung



Maximale Halbstundenmittel



Tagesmittel



----- Halbstundenmittel-Grenzwerte



----- Tagesmittel-Grenzwerte

Der vorliegende Bericht gibt die im Rahmen des Projektes "Höhenprofil Zillertal" erfaßten Daten (Luftschadstoffe, meteorologische Messungen und nasse Depositionen) für den Meßzeitraum Januar 1989 bis September 1990 wieder. Er ist die Fortsetzung der Berichte über die Messungen seit 1984 (FBVA-Berichte Nr. 9, 20, 26, 32 und 44). Die graphische Darstellung der Luftmeßdaten, der meteorologischen Daten, den Konzentrationswindrosen und der Niederschlagsmeßdaten sind in einem gesonderten Anhangband enthalten (dieser kann mittels beiliegenden Zahlscheines bezogen werden).

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich vom Talboden (600m) bis zur natürlichen Waldgrenze und schließt durch Pilzinfektionen stark geschädigte Hochlagenauflorstungsflächen (ca. 1900 bis 2050m) mit ein. Das Projekt umfaßt neben den registrierenden und integrierenden Luftmessungen, Niederschlagsanalysen und meteorologischen Erhebungen zahlreiche weitere Untersuchungen (SMIDT u. HERMAN 1991).

Im Untersuchungszeitraum war das Untersuchungsgebiet (Abbildung 1) mit drei SO₂-Meßgeräten (Monitor Labs ML 8850), vier Ozonmetern (Monitor Labs ML 8440), zwei Stickstoffoxidmeßgeräten (Monitor Labs ML 8440), drei Bulk-Niederschlagssammlern, einem WADOS-Regensammler, sieben Meteorographen, drei Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmeßgeräten und drei Strahlungsmeßgeräten ausgestattet. Die Aufstellungsorte und die Meßdauer sind aus Tabelle 1 zu ersehen. Das Ozonmeter der Meßstelle Ahorn wurde von der Landesforstdirektion Tirol zur Verfügung gestellt.

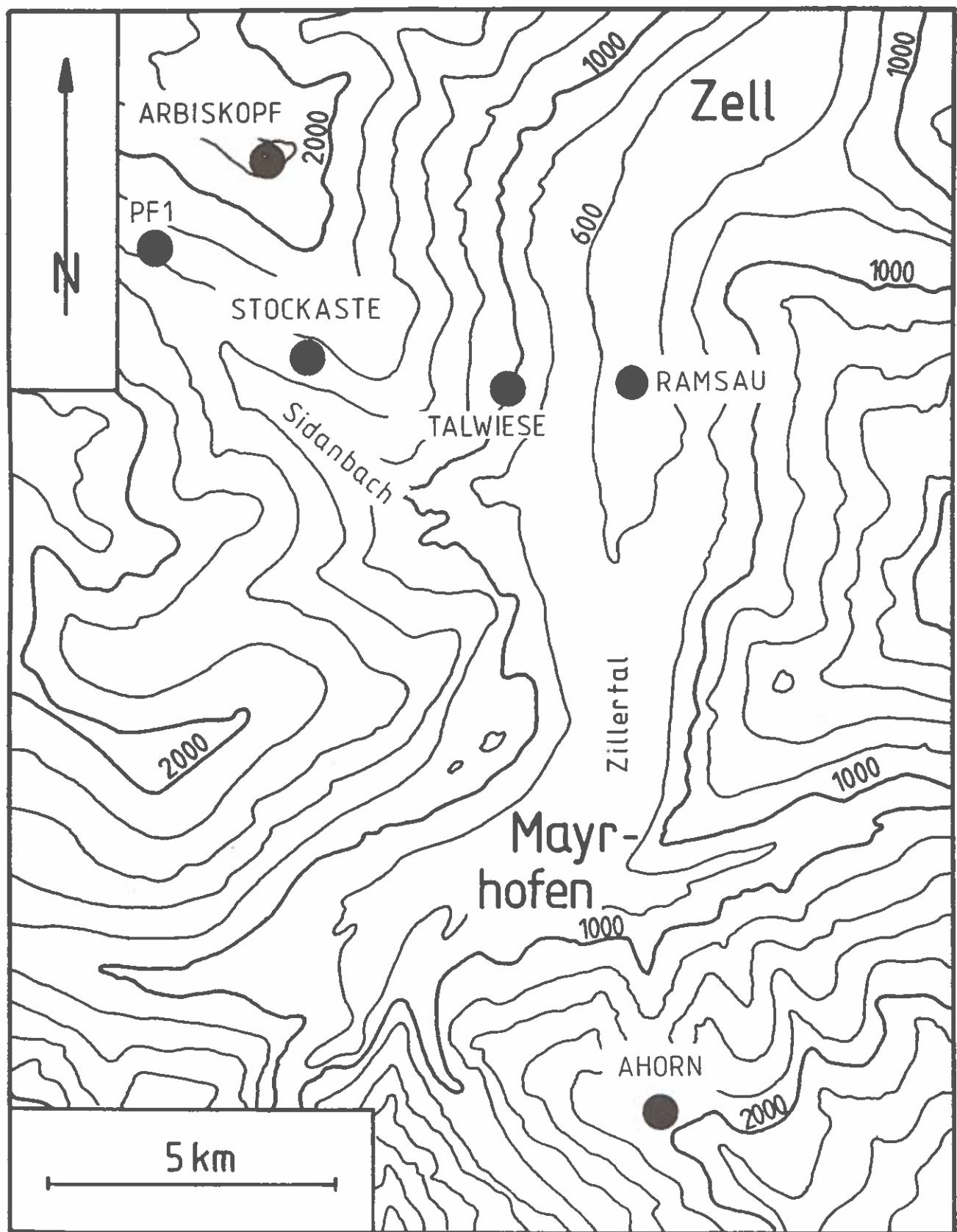
Von den Tagesproben der Niederschläge wurden gemessen: Niederschlagshöhe (mm), pH-Wert (Glaselektrode), elektrische Leitfähigkeit (Konduktometer), Sulfat, Nitrat, Chlorid, Ammonium, Natrium, Kalium (Ionenchromatograph) sowie Calcium und Magnesium (Atomabsorptionsspektrometer).

Im Anhang sind neben den Luftmeßdaten und den meteorologischen Meßdaten (Tages-, Monats- und maximale Halbstundenmittelwerte) die Niederschlagsanalysendaten wiedergegeben, letztere in Form der Ionenkonzentrationen und Elementeinträge der Tagesproben und mengengewichteten Monats- und Jahreswerte.

Tab.1: Meßstellen und Meßzeiträume 1989/90

+: mehr als 5 Tagesmittelwerte vorhanden

Abb.1: Lage der Meßstellen



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 (VMW7) 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
Luftreinhalte-
verordnung
(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 1989/1990

SCHWEFELDIOXID

Die Monatsmittelwerte, maximalen Tages- und Halbstundenmittelwerte sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Überschreitungen der Grenzwerte der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen wurden an keiner der drei Meßstellen registriert. Wie aus der Zusammenstellung der Bandbreiten der Monatsmittelwerte, der maximalen Tagesmittelwerte bzw. Halbstundenmittelwerte zu ersehen ist, waren an der Meßstelle Stockaste die Langzeitmittel etwas höher als an den beiden anderen Stationen; an der Talstation (Meßstelle Ramsau) traten deutlich höhere Maximalwerte auf.

Meßstelle	Monatsmittel (\geq 21 Tage)	max. TMW	max. HMW
		mg SO ₂ /m ³	
STOCKASTE	0,001 - 0,023	0,033	0,053
TALWIESE	0,002 - 0,010	0,041	0,044
RAMSAU	0,002 - 0,020	0,059	0,073

OZON

Die Monatsmittelwerte, maximalen Tages- und Halbstundenmittel- sowie Perzentilwerte sind in den Tabellen 4a/4b und in den Abbildungen 2a/2b wiedergegeben. Der höchste Monatsmittelwert (0,125 mg/m³) wurde an der Meßstelle Stockaste im Mai 1989, das höchste Tagesmittel (0,159 mg/m³) ebenfalls auf der Stockaste im Juli 1990 festgestellt, der höchste Halbstundenmittelwert (0,208 mg/m³) hingegen - ebenfalls im Juli 1990 - auf dem Ahorn.

Meßstelle	Vegetations- zeitmittel 1989 (VMW7)	Monatsmittel (\geq 21 Tage)	max. TMW	max. HMW
		mg O ₃ /m ³		
AHORN	0,109	0,068-0,122	0,156	0,208
STOCKASTE	0,098	0,082-0,125	0,159	0,186
TALWIESE	0,102	0,037-0,094	0,153	0,181
RAMSAU	0,078	0,009-0,054	0,108	0,173

Tab. 3: SO_2 -Konzentrationen (mg/m^3) 1989/1990

Monatsmittelwerte (MMW), maximale Tagesmittelwerte (max. TMW), 97,5-Perzentile und maximale Halbstundenmittelwerte (max. HMW); unterstrichen: Maximalwerte 1/1989 bis 9/1990

Monat	STOCKASTE (1560m)				TALWIESE (1000m)				RAMSAU (600m)				
	MMW	max.	97,5-Perz. d. HMW	max. HMW	MMW	max.	97,5-Perz. d. HMW	max. HMW	MMW	max.	97,5-Perz. d. HMW	max. HMW	
01/89	29	0,013	0,021	0,023	0,030	28	0,008	0,016	0,018	0,023	4	0,040	0,059
02/89	22	0,023	0,033	0,036	0,045	23	0,010	0,017	0,019	0,030	11	0,017	0,027
03/89	30	0,015	0,031	0,034	0,053	20	0,013	0,041	0,040	0,044	25	0,020	0,053
04/89	15	0,013	0,026	0,030	0,034	10	0,007	0,014	0,014	0,025	17	0,014	0,031
05/89	18	0,012	0,027	0,031	0,036	22	0,005	0,011	0,016	0,030	9	0,011	0,016
06/89	7	0,018	0,025	0,030	0,033	7	0,006	0,007	0,009	0,011	30	0,003	0,005
07/89	20	0,010	0,019	0,021	0,027	26	0,003	0,004	0,004	0,007	26	0,003	0,004
08/89	24	0,005	0,006	0,007	0,008	28	0,003	0,004	0,004	0,006	30	0,003	0,004
09/89	28	0,002	0,008	0,010	0,024	19	0,002	0,002	0,003	0,010	27	0,004	0,007
10/89	31	0,001	0,005	0,005	0,010	0	—	—	—	—	31	0,004	0,008
11/89	26	0,003	0,007	0,011	0,020	14	0,004	0,008	0,015	0,025	30	0,005	0,010
12/89	0	—	—	—	—	31	0,003	0,005	0,008	0,014	20	0,011	0,017
01/90	17	0,001	0,002	0,003	0,005	30	0,003	0,006	0,009	0,022	31	0,015	0,026
02/90	0	—	—	—	—	28	0,003	0,004	0,007	0,010	22	0,010	0,014
03/90	0	—	—	—	—	31	0,003	0,008	0,009	0,023	31	0,009	0,012
04/90	0	—	—	—	—	28	0,003	0,005	0,007	0,010	30	0,006	0,009
05/90	0	—	—	—	—	29	0,003	0,006	0,008	0,011	31	0,005	0,007
06/90	0	—	—	—	—	30	0,003	0,007	0,008	0,010	30	0,003	0,007
07/90	0	—	—	—	—	5	0,002	0,002	0,003	0,004	27	0,003	0,006
08/90	0	—	—	—	—	18	0,001	0,002	0,003	0,007	31	0,003	0,004
09/90	0	—	—	—	—	30	0,002	0,005	0,007	0,010	30	0,002	0,005

Tab. 4a: Ozonkonzentrationen (mg/m^3) an den Meßstellen Ahorn und Stockaste 1989/90

Monatsmittelwerte (MMW), max. Tagesmittelwerte (max.TMW), 98-Perzentile und max. Halbstundenmittelwerte (max.HMW);

! : Überschreitung des Schweizerischen Perzentil-Grenzwertes

Unterstrichen: Maximalwerte 1989/1990

Monat	AHORN (1950m)						STOCKASTE (1560m)					
	Meß- tage	MMW	max. TMW	98- Perz. d.HMW	max. HMW	Meß- tage	MMW	max. TMW	98- Perz. d.HMW	max. HMW		
01/89	0	-	-	-	-	23	0,089	0,099	0,105!	0,108		
02/89	0	-	-	-	-	26	0,091	0,103	0,109!	0,121		
03/89	31	0,100	0,138	0,140!	0,156	16	0,092	0,111	0,118!	0,129		
04/89	30	0,110	0,142	0,152!	0,164	19	0,102	0,142	0,153!	0,158		
05/89	26	0,122	0,156	0,160!	0,170	26	0,125	0,158	0,170!	0,178		
06/89	30	0,116	0,140	0,152!	0,164	28	0,115	0,147	0,155!	0,171		
07/89	31	0,112	0,154	0,168!	0,188	28	0,105	0,153	0,158!	0,176		
08/89	31	0,118	0,156	0,168!	0,184	28	0,100	0,139	0,156!	0,174		
09/89	30	0,092	0,130	0,134!	0,144	26	0,077	0,102	0,113!	0,127		
10/89	13	0,076	0,108	0,114!	0,120	23	0,070	0,098	0,101!	0,115		
11/89	30	0,082	0,102	0,106!	0,110	30	0,076	0,097	0,100	0,105		
12/89	22	0,068	0,092	0,094	0,106	25	0,075	0,085	0,086	0,090		
01/90	17	0,080	0,086	0,090	0,110	31	0,071	0,082	0,084	0,088		
02/90	27	0,084	0,106	0,110!	0,118	28	0,076	0,096	0,097	0,104		
03/90	30	0,088	0,110	0,118!	0,126	22	0,083	0,097	0,104!	0,112		
04/90	26	0,100	0,132	0,136!	0,152	30	0,089	0,119	0,127!	0,138		
05/90	31	0,114	0,142	0,152!	0,172	30	0,100	0,128	0,144!	0,158		
06/90	30	0,106	0,153	0,155!	0,175	30	0,090	0,147	0,150!	0,159		
07/90	30	0,116	0,168	0,184!	0,208	30	0,102	0,159	0,169!	0,186		
08/90	31	0,116	0,140	0,160!	0,182	12	0,113	0,128	0,147!	0,150		
09/90	30	0,088	0,122	0,124!	0,128	0	-	-	-	-		

Tab. 4b: Ozonkonzentrationen (mg/m³) an den Meßstellen Talwiese und Ramsau 1989/1990

Monatsmittelwerte (MMW), max. Tagesmittelwerte (max.TMW), 98-Perzentile und max. Halbstundenmittelwerte (max.HMW);

! : Überschreitung des Schweizerischen Perzentil-Grenzwertes

Unterstrichen: Maximalwerte 1989/1990

Monat	TALWIESE (1000m)						RAMSAU (600m)					
	Meß- tage	MMW	max. TMW	98- Perz. d.HMW		Meß- tage	MMW	max. TMW	98- Perz. d.HMW		max. HMW	
				max.	HMW				max.	HMW		
01/89	25	0,080	0,096	0,105!	0,112	16	0,003	0,010	0,034	0,065		
02/89	26	0,082	0,108	0,116!	0,127	13	0,026	0,071	0,098	0,105		
03/89	15	0,090	0,112	0,127!	0,139	31	0,031	0,054	0,101!	0,115		
04/89	19	0,080	0,130	0,140!	0,146	30	0,052	0,108	0,117!	0,133		
05/89	23	0,094	0,137	0,149!	0,168	25	0,053	0,080	0,128!	0,137		
06/89	21	0,077	0,118	0,137!	0,171	30	0,044	0,070	0,106!	0,123		
07/89	26	0,076	0,112	0,130!	0,145	26	0,026	0,043	0,086	0,109		
08/89	28	0,079	0,153	0,148!	0,181	28	0,026	0,059	0,106!	0,142		
09/89	27	0,057	0,088	0,107!	0,120	27	0,020	0,035	0,086	0,106		
10/89	25	0,050	0,094	0,095	0,099	31	0,013	0,058	0,070	0,117		
11/89	48	0,048	0,081	0,090	0,099	28	0,012	0,045	0,064	0,101		
12/89	31	0,063	0,074	0,085	0,092	17	0,006	0,024	0,044	0,059		
01/90	30	0,052	0,070	0,080	0,086	31	0,009	0,050	0,056	0,062		
02/90	28	0,061	0,090	0,091	0,108	16	0,017	0,031	0,063	0,082		
03/90	31	0,063	0,081	0,090	0,100	31	0,027	0,051	0,088	0,107		
04/90	28	0,064	0,097	0,111!	0,123	30	0,036	0,065	0,099	0,114		
05/90	29	0,074	0,104	0,115!	0,132	31	0,052	0,074	0,113!	0,125		
06/90	30	0,061	0,122	0,131!	0,144	30	0,043	0,074	0,118!	0,144		
07/90	31	0,075	0,122	0,137!	0,158	31	0,054	0,086	0,142!	0,173		
08/90	30	0,066	0,095	0,114!	0,151	31	0,039	0,063	0,115!	0,154		
09/90	30	0,037	0,055	0,073	0,079	30	0,021	0,042	0,069	0,090		

Abb. 2a: Monatsmittelwerte, 98-Perzentile und maximale Halbstundenmittelwerte in den einzelnen Meßmonaten an den Meßstellen Ahorn und Stockaste (1989/90).

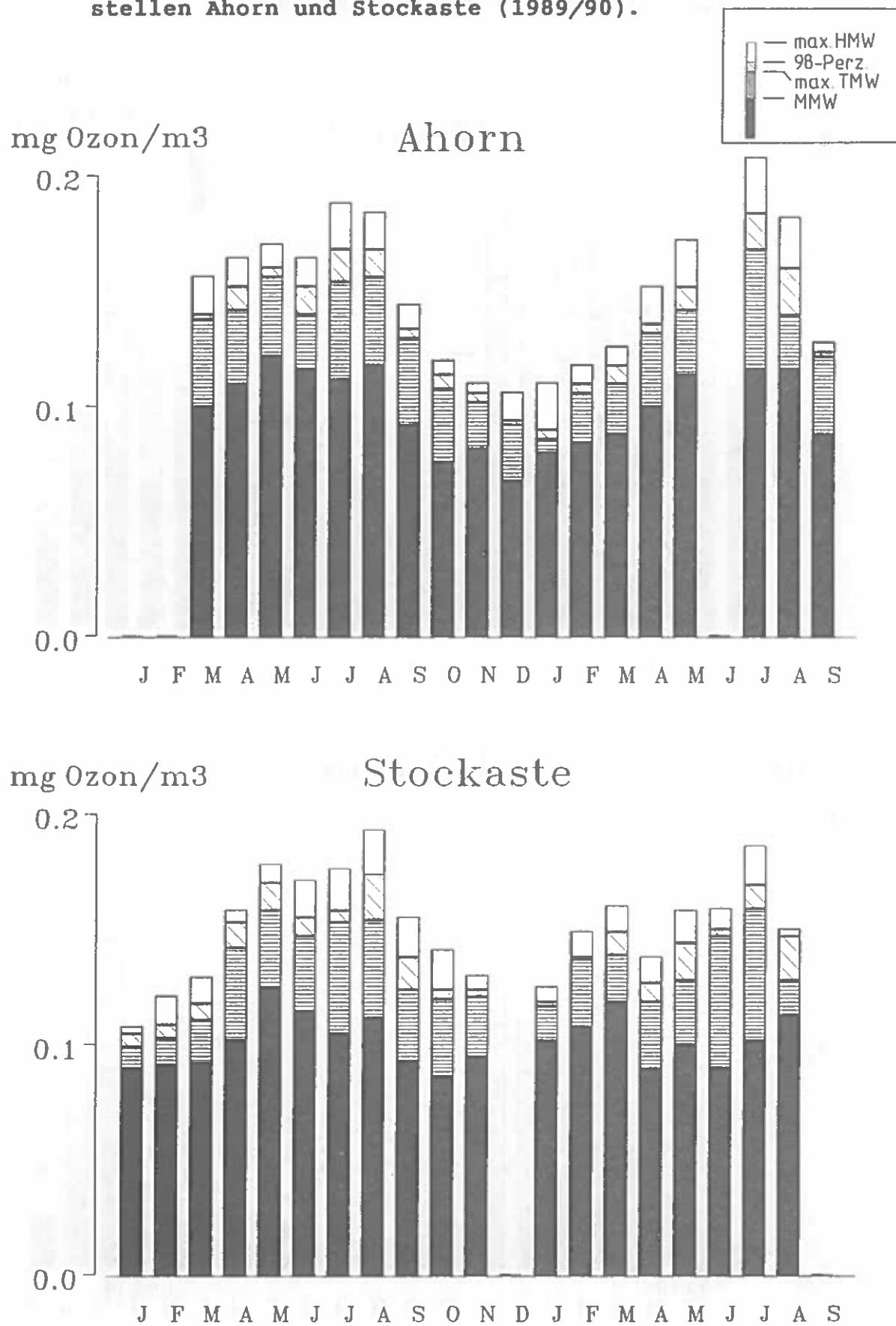
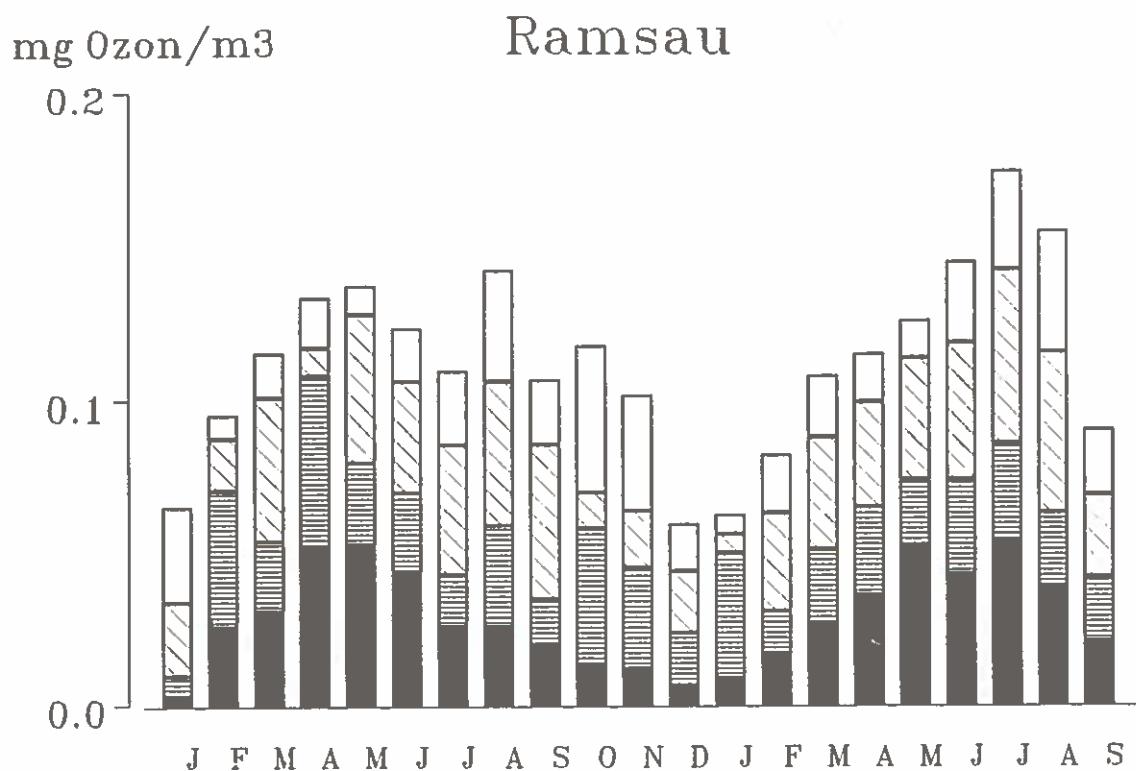
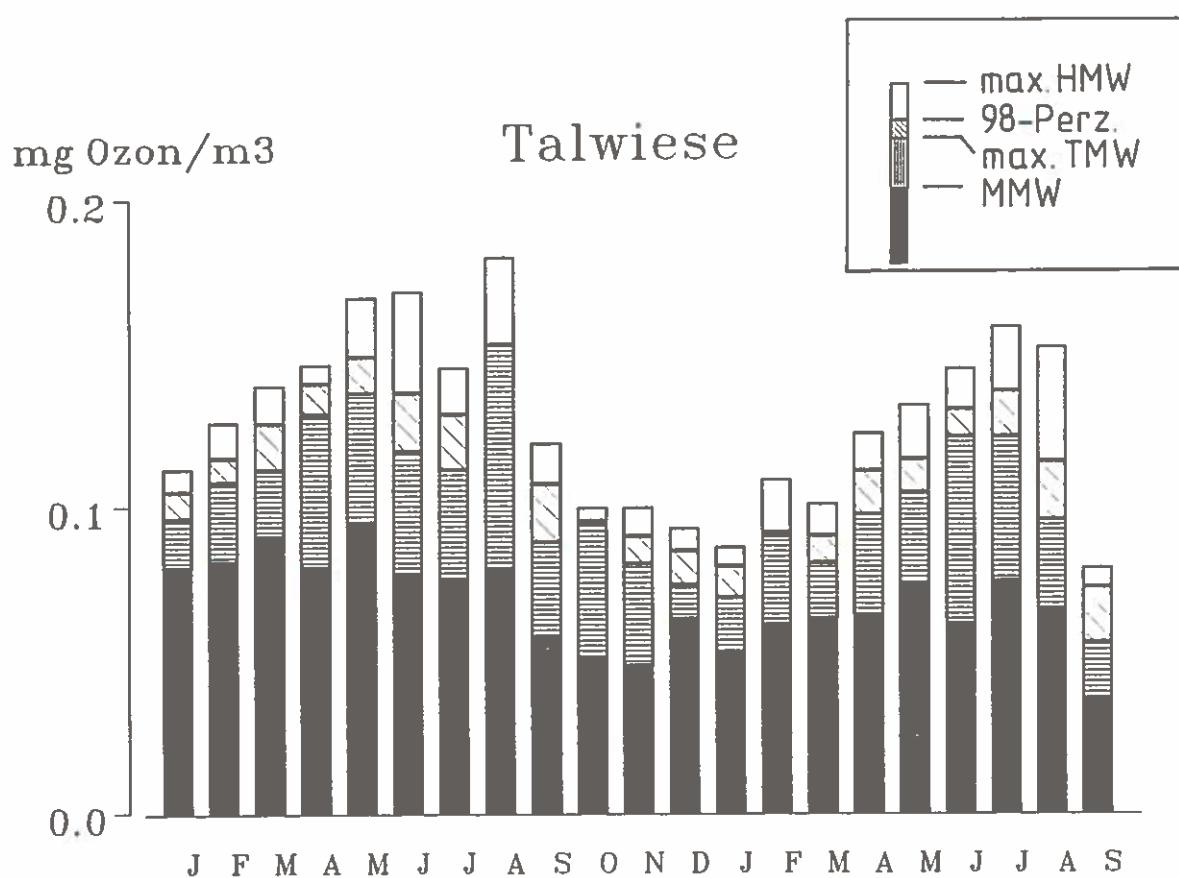


Abb. 2b: Monatsmittelwerte, 98-Perzentile und maximale Halbstundenmittelwerte in den einzelnen Meßmonaten an den Meßstellen Talwiese und Ramsau (1989/90).



Die Ozonkonzentrationen wurden nach den Kriterien der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, nach der VDI-Richtlinie 2319 (Blatt 6) und nach den Grenzwerten der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung beurteilt.

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

Die Überschreitungen nach den Kriterien der Österreichischen Akademie der Wissenschaften sind in den Tabellen 5a/5b wiedergegeben. Überschreitungen des 0,5-Stunden-Grenzwertes kamen nicht vor. Beim 1h-Grenzwert (MW1) wurden in zahlreichen Monaten, vor allem an den oberhalb des Talbodens gelegenen Stationen und während der Vegetationszeit, Überschreitungen festgestellt. Der 8h-Stunden-Grenzwert (MW8) wurde dort ebenfalls in allen Monaten überschritten, an der Talstation Ramsau in den meisten Monaten. Das Vegetationszeitmittel der 7h-Mittelwerte (VMW7) wurde 1989 an allen Stationen überschritten.

Tab.5a: Auswertung gemäß Ozonkriterium der Akademie der Wissenschaften (1989): Prozentanteile an Überschreitungen, in Klammern: Anzahl der Überschreitungen

Meßstelle	Monat	HMW	MW1	MW8
AHORN	01/89	-	(-)	- (-)
	02/89	-	(-)	- (-)
	03/89	0,0	(0)	0,3 (2)
	04/89	0,0	(0)	2,1 (15)
	05/89	0,0	(0)	4,4 (33)
	06/89	0,0	(0)	2,4 (17)
	07/89	0,0	(0)	5,1 (38)
	08/89	0,0	(0)	7,1 (53)
	09/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	10/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	11/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	12/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	01/90	0,0	(0)	0,0 (0)
	02/90	0,0	(0)	0,0 (0)
	03/90	0,0	(0)	0,0 (0)
	04/90	0,0	(0)	0,0 (0)
	05/90	0,0	(0)	2,0 (15)
	06/90	0,0	(0)	2,9 (21)
	07/90	0,0	(0)	14,0 (104)
	08/90	0,0	(0)	5,5 (41)
	09/90	0,0	(0)	0,0 (0)
STOCKASTE	01/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	02/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	03/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	04/89	0,0	(0)	1,5 (11)
	05/89	0,0	(0)	9,5 (71)
	06/89	0,0	(0)	2,8 (20)
	07/89	0,0	(0)	4,0 (30)
	08/89	0,0	(0)	3,2 (24)
	09/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	10/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	11/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	12/89	0,0	(0)	0,0 (0)
	01/90	0,0	(0)	0,0 (0)
	02/90	0,0	(0)	0,0 (0)
	03/90	0,0	(0)	0,0 (0)
	04/90	0,0	(0)	0,0 (0)
	05/90	0,0	(0)	0,3 (0)
	06/90	0,0	(0)	1,9 (2)
	07/90	0,0	(0)	6,5 (14)
	08/90	0,0	(0)	0,0 (48)
	09/90	-	-	- (-)

Tab. 5b: Auswertung gemäß Ozonkriterium der Akademie der Wissenschaften (1989): Prozentanteile an Überschreitungen, in Klammern: Anzahl der Überschreitungen

Meßstelle	Monat	HMW	MW1	MW8
TALWIESE	01/89	0,0 (0)	0,0 (0)	71,0 (66)
	02/89	0,0 (0)	0,0 (0)	79,8 (68)
	03/89	0,0 (0)	0,0 (0)	46,2 (43)
	04/89	0,0 (0)	0,0 (0)	43,3 (39)
	05/89	0,0 (0)	0,8 (6)	66,7 (62)
	06/89	0,0 (0)	0,4 (3)	37,8 (34)
	07/89	0,0 (0)	0,0 (0)	33,3 (31)
	08/89	0,0 (0)	1,3 (10)	47,3 (44)
	09/89	0,0 (0)	0,0 (0)	46,7 (42)
	10/89	0,0 (0)	0,0 (0)	19,4 (18)
	11/89	0,0 (0)	0,0 (0)	26,7 (24)
	12/89	0,0 (0)	0,0 (0)	61,3 (57)
	01/90	0,0 (0)	0,0 (0)	38,7 (36)
	02/90	0,0 (0)	0,0 (0)	55,1 (47)
	03/90	0,0 (0)	0,0 (0)	68,8 (64)
	04/90	0,0 (0)	0,0 (0)	55,6 (50)
	05/90	0,0 (0)	0,0 (0)	76,3 (71)
	06/90	0,0 (0)	0,0 (0)	41,1 (37)
	07/90	0,0 (0)	0,1 (1)	66,7 (62)
	08/90	0,0 (0)	0,0 (0)	55,9 (52)
	09/90	0,0 (0)	0,0 (0)	2,2 (2)
RAMSAU	01/89	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	02/89	0,0 (0)	0,0 (0)	4,7 (4)
	03/89	0,0 (0)	0,0 (0)	15,1 (14)
	04/89	0,0 (0)	0,0 (0)	42,2 (38)
	05/89	0,0 (0)	0,0 (0)	25,8 (24)
	06/89	0,0 (0)	0,0 (0)	24,4 (22)
	07/89	0,0 (0)	0,0 (0)	6,5 (6)
	08/89	0,0 (0)	0,0 (0)	7,5 (7)
	09/89	0,0 (0)	0,0 (0)	2,2 (2)
	10/89	0,0 (0)	0,0 (0)	1,1 (1)
	11/89	0,0 (0)	0,0 (0)	1,1 (1)
	12/89	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	01/90	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	02/90	0,0 (0)	0,0 (0)	1,2 (1)
	03/90	0,0 (0)	0,0 (0)	9,7 (9)
	04/90	0,0 (0)	0,1 (1)	24,4 (22)
	05/90	0,0 (0)	0,0 (0)	45,2 (42)
	06/90	0,0 (0)	0,0 (0)	26,7 (24)
	07/90	0,0 (0)	0,0 (0)	23,7 (43)
	08/90	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (22)
	09/90	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)

Beurteilung der Ozonkonzentrationen nach VDI-Richtlinie 2310

Die Überschreitungen der Höchstwerte für "sehr empfindliche" und "empfindliche" Pflanzen sind aus den Tabellen 6a/6b bzw. 7 zu ersehen. In Hinblick auf die Höchstwerte für "sehr empfindliche" Pflanzen gab es an sämtlichen Meßstellen für alle Mittelwerte, deren Beurteilungszeitraum größer als 0,5h war, Überschreitungen. 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 mit zunehmender Länge des Intervallus in steigendem Maße (Tabellen 6a/6b).

Der 8h-Höchstwert für "empfindliche" Baumarten wurde nur in sehr geringem Umfang und nur oberhalb des Talbodens überschritten (Tabelle 7), der 4h-Stunden-Höchstwert nur ein einziges Mal auf der Station Ahorn (im Juli 1990).

Hinsichtlich einer möglichen Blattschädigung durch Ozon für die Baumarten des Untersuchungsgebietes ist anzumerken, daß die als "sehr empfindlich" eingestuften Baumarten (u.a. Lärche / *Larix decidua* und Eberesche / *Sorbus aucuparia*) gemäß der VDI-Richtlinie gefährdet sind. In wesentlich geringerem Maße trifft dies für die "empfindlichen" Baumarten (z.B. Weißkiefer, *Pinus sylvestris*) zu, da nur vereinzelt Überschreitungen konstatiert wurden. Nicht gefährdet wäre nach der VDI-Richtlinie die "weniger empfindliche" Fichte (*Picea abies*).

Beurteilung Ozonkonzentrationen nach den Grenzwerten der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung

Die Überschreitungen des 98-Perzentilgrenzwertes ($0,1 \text{ mg/m}^3$) ist aus den Tabellen 4a/4b ersichtlich; er wurde an allen Meßstellen überschritten: auf dem Ahorn in jedem Monat mit Ausnahme des Dezember 1989 und des Januar 1990, auf der Stockaste in allen 21 Meßmonaten, und auf der Talwiese in 14 Monaten; an der Meßstelle

Ramsau gab es 9 Monate mit Überschreitungen. Die Prozentanteile der Halbstundenmittelwerte $> 0,1 \text{ mg/m}^3$ waren an allen Stationen im Frühjahr und im Sommer am höchsten (z.T. weit über 50%).

Der 1h-Wert von $0,12 \text{ mg/m}^3$ wurde an allen Meßstellen mehr als einmal pro Jahr überschritten.

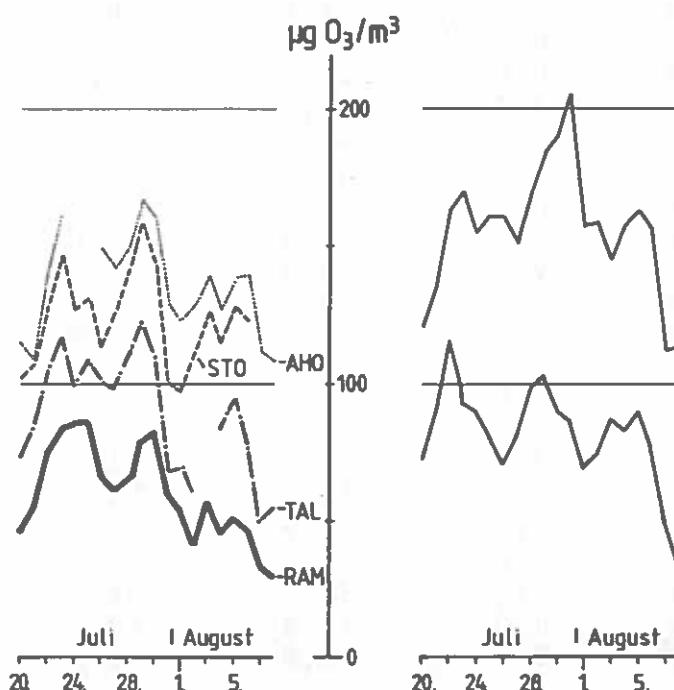
Die Ozonepisode Juli/August 1990

Ende Juli / Anfang August wurde in Österreich eine Ozonepisode beobachtet (Abbildung 3, rechts), die sich auch an den Hangstationen des Zillertales deutlich bemerkbar machte (vgl. Abbildung 3, links). Der höchste Tagesmittelwert wurde an den Meßstellen in Tirol am 29.7., in Oberösterreich und Niederösterreich 30. 7. und in der Steiermark am 31. 7. erreicht; der absolut höchste Tagesmittelwert wurde auf der Station Masenberg/Stmk. (1260m) registriert ($0,206 \text{ mg/m}^3$).

Abb.3: Ozonepisode Juli / August 1990

links: Tagesmittelwerte an den Meßstellen des Zillertales

rechts: Bandbreite der Tagesmittelwerte von österreichischen "forstrelevanten" Meßstellen: Gaberl, Hochgößnitz, Masenberg, Rennfeld, Salberg (Stmk.); Garming, Lärchbichl, Seefeld, Seegrube (Tirol); Lenzing, Schöneben (OÖ.); Ostrong, Rosalia (NÖ.).



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

Meßstelle	Monat	1h	2h	4h	8h
AHORN	01/89	-	-	-	-
	02/89	-	-	-	-
	03/89	0,0	27,4	66,1	91,4
	04/89	0,1	52,8	80,6	91,1
	05/89	1,6	56,2	78,0	78,5
	06/89	0,0	61,4	95,0	100,0
	07/89	3,4	47,6	79,6	97,8
	08/89	4,0	64,0	86,6	100,0
	09/89	0,0	24,7	58,3	81,1
	10/89	0,0	0,8	9,1	21,5
	11/89	0,0	0,0	31,1	75,6
	12/89	0,0	0,0	4,8	17,2
	01/90	0,0	0,0	0,0	46,2
	02/90	0,0	0,9	17,3	77,4
	03/90	0,0	8,3	44,6	79,6
	04/90	0,0	28,1	62,2	73,3
	05/90	0,7	55,4	93,5	97,8
	06/90	1,0	41,7	71,7	95,5
	07/90	9,8	48,4	68,3	87,1
	08/90	1,5	59,9	86,0	100,0
	09/90	0,0	8,1	35,0	88,9
STOCKASTE	01/89	0,0	0,0	40,9	68,8
	02/89	0,0	1,5	58,9	85,7
	03/89	0,0	5,1	28,5	47,3
	04/89	0,0	26,1	38,9	47,8
	05/89	4,0	54,3	61,8	53,7
	06/89	1,3	51,7	68,3	57,8
	07/89	0,9	33,3	60,2	72,0
	08/89	0,7	23,7	53,8	79,6
	09/89	0,0	0,6	5,6	2,2
	10/89	0,0	0,0	5,9	26,9
	11/89	0,0	0,0	13,3	70,0
	12/89	0,0	0,0	0,0	60,2
	01/90	0,0	0,0	0,0	62,4
	02/90	0,0	0,0	4,8	70,2
	03/90	0,0	0,0	21,5	61,3
	04/90	0,0	12,2	53,9	81,1
	05/90	0,0	19,9	69,4	89,2
	06/90	0,0	18,1	40,6	85,6
	07/90	0,0	35,2	58,6	80,7
	08/90	0,0	19,4	13,3	35,5
	09/90	0,0	0,0	0,0	0,0

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

Meßstelle	Monat	1h	2h	4h	8h
TALWIESE	01/89	0,0	0,0	30,1	63,4
	02/89	0,0	4,2	39,9	73,8
	03/89	0,0	6,5	26,9	44,1
	04/89	0,0	15,8	24,4	37,8
	05/89	0,8	18,8	36,6	59,1
	06/89	0,1	10,8	23,3	30,0
	07/89	0,0	8,3	19,9	29,0
	08/89	0,7	12,6	22,6	29,1
	09/89	0,0	0,6	6,7	24,4
	10/89	0,0	0,0	2,7	10,8
	11/89	0,0	0,0	0,6	11,1
	12/89	0,0	0,0	0,0	32,3
	01/90	0,0	0,0	0,0	18,3
	02/90	0,0	0,0	3,0	25,0
	03/90	0,0	0,0	0,5	37,6
	04/90	0,0	1,9	13,9	41,1
	05/90	0,0	2,4	15,6	52,7
	06/90	0,0	4,2	12,8	26,7
	07/90	0,0	15,9	29,6	54,8
	08/90	0,0	2,2	11,8	39,8
	09/90	0,0	0,0	0,0	0,0
RAMSAU	01/89	0,0	0,0	0,0	0,0
	02/89	0,0	0,0	1,2	4,8
	03/89	0,0	0,0	3,2	4,3
	04/89	0,0	3,3	13,3	27,8
	05/89	0,0	6,2	12,9	21,5
	06/89	0,0	1,1	6,1	17,8
	07/89	0,0	0,0	0,5	1,1
	08/89	0,0	1,6	2,7	4,3
	09/89	0,0	0,0	0,6	1,1
	10/89	0,0	0,5	1,1	1,1
	11/89	0,0	0,0	0,0	0,0
	12/89	0,0	0,0	0,0	0,0
	01/90	0,0	0,0	0,0	0,0
	02/90	0,0	0,0	0,0	0,0
	03/90	0,0	0,0	1,1	1,1
	04/90	0,0	0,3	2,8	12,2
	05/90	0,0	1,9	10,2	32,3
	06/90	0,0	1,9	8,3	14,4
	07/90	0,0	11,0	19,9	28,0
	08/90	0,0	2,7	9,1	16,1
	09/90	0,0	0,0	0,0	0,0

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

Meßstelle	Monat	1h	2h	4h	8h
AHORN	05/89	0,0	0,0	0,0	1,1
	07/89	0,0	0,0	0,0	3,2
	08/89	0,0	0,0	0,0	2,2
	06/90	0,0	0,0	0,0	1,1
	07/90	0,0	0,0	1,1	11,8
	08/90	0,0	0,0	0,0	1,1
STOCKASTE	05/89	0,0	0,0	0,0	3,2
	06/89	0,0	0,0	0,0	1,1
	07/90	0,0	0,0	0,0	2,2
TALWIESE	08/89	0,0	0,0	0,0	1,1
RAMSAU	01/89-09/90: keine Überschreitungen				

STICKSTOFFOXIDE

Die Monatsmittelwerte, maximalen Tages- und Halbstundenmittelwerte sind in den Tabellen 8a/8b wiedergegeben. Die folgende Übersicht zeigt, daß leicht erhöhte Konzentrationen nur an der Talstation (Ramsau) auftraten.

Meßstelle		Monatsmittel (\geq 21 Tage)	max. TMW	max. HMW
			----- mg/m ³ -----	-----
TALWIESE	NO	0,000 - 0,004	0,039	0,051
	NO ₂	0,000 - 0,015	0,029	0,068
RAMSAU	NO	0,002 - 0,029	0,110	0,128
	NO ₂	0,010 - 0,040	0,065	0,092

Überschreitungen der wirkungsbezogenen NO₂-Immissionsgrenzkonzentrationen der "Luftqualitätskriterien NO₂" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und der Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung wurden im Untersuchungszeitraum nicht festgestellt.

Tab. 8a: NO- und NO₂- Konzentrationen (mg/m³) an der Meßstelle
Talwiese 1989/90

Monatsmittelwerte (MMW), maximale Tagesmittelwerte
(max.TMW) und maximale Halbstundenmittelwerte (max.HMW)
Unterstrichen: Maximalwerte 1988

Monat	Meßtage	MMW	max.	max.	MMW	max.	95-	
		TMW	HMW	TMW		Perz. d.HMW	max. HMW	
NO TALWIESE (1000m) NO ₂								
01/89	25	0,004	0,011	0,046	0,015	0,029	0,036	0,065
02/89	4	0,016	0,039	0,051	0,018	0,027	0,034	0,040
03/89	0	-	-	-	-	-	-	-
04/89	0	-	-	-	-	-	-	-
05/89	19	0,004	0,007	0,016	0,008	0,012	0,015	0,029
06/89	3	0,002	0,002	0,008	0,006	0,007	0,011	0,017
07/89	26	0,002	0,003	0,011	0,007	0,011	0,014	0,035
08/89	28	0,002	0,002	0,008	0,007	0,011	0,014	0,026
09/89	30	0,002	0,004	0,013	0,006	0,015	0,014	0,032
10/89	25	0,003	0,003	0,018	0,008	0,014	0,019	0,038
11/89	5	0,003	0,004	0,014	0,008	0,012	0,018	0,035
12/89	0	-	-	-	-	-	-	-
01/90	30	0,002	0,005	0,035	0,009	0,017	0,018	0,068
02/90	28	0,002	0,004	0,019	0,007	0,011	0,016	0,041
03/90	31	0,002	0,004	0,012	0,007	0,013	0,013	0,020
04/90	28	0,000	0,003	0,014	0,002	0,014	0,013	0,036
05/90	29	0,000	0,001	0,012	0,000	0,001	0,005	0,014
06/90	30	0,000	0,000	0,010	0,000	0,001	-	0,017
07/90	31	0,001	0,001	0,012	0,002	0,008	0,011	0,026
08/90	30	0,002	0,004	0,019	0,006	0,018	0,018	0,048
09/90	30	0,002	0,003	0,017	0,010	0,016	0,024	0,049

Tab. 8b: NO- und NO₂- Konzentrationen (mg/m³) an der Meßstelle
Ramsau 1989/90

Monatsmittelwerte (MMW), maximale Tagesmittelwerte
(max.TMW) und maximale Halbstundenmittelwerte (max.HMW)
Unterstrichen: Maximalwerte 1988

Monat	Meßtage	MMW	max.	max.	MMW	max.	95- Perz.	max. d.HMW
		TMW	HMW	TMW	HMW	Perz. d.HMW		
NO RAMSAU (600m) NO ₂								
01/89	16	0,055	0,110	0,128	0,032	0,046	0,061	0,083
02/89	13	0,029	0,061	0,118	0,031	0,050	0,054	0,080
03/89	16	0,016	0,030	0,069	0,025	0,035	0,043	0,060
04/89	30	0,005	0,011	0,044	0,016	0,032	0,037	0,058
05/89	24	0,011	0,036	0,054	0,020	0,030	0,041	0,059
06/89	30	0,003	0,006	0,030	0,012	0,022	0,027	0,052
07/89	26	0,005	0,010	0,028	0,010	0,018	0,027	0,047
08/89	28	0,006	0,011	0,037	0,017	0,033	0,044	0,071
09/89	24	0,012	0,019	0,053	0,025	0,040	0,052	0,086
10/89	31	0,017	0,027	0,057	0,033	0,048	0,056	0,077
11/89	30	0,029	0,072	0,186	0,039	0,057	0,061	0,092
12/89	1	0,033	0,033	0,059	0,026	0,026	0,038	0,046
01/90	13	0,019	0,029	0,054	0,033	0,065	0,069	0,082
02/90	19	0,020	0,028	0,055	0,037	0,052	0,064	0,092
03/90	31	0,014	0,023	0,078	0,040	0,062	0,068	0,091
04/90	30	0,005	0,020	0,059	0,019	0,031	0,043	0,084
05/90	31	0,003	0,007	0,080	0,011	0,022	0,033	0,071
06/90	30	0,002	0,007	0,044	0,010	0,023	0,038	0,085
07/90	4	0,002	0,003	0,010	0,005	0,007	0,014	0,020
08/90	31	0,006	0,012	0,042	0,021	0,039	0,051	0,078
09/90	30	0,010	0,018	0,048	0,014	0,023	0,033	0,065

NASSE DEPOSITIONEN

Ionenkonzentrationen

Die im Untersuchungszeitraum 1/1989-9/1990 gemessenen Ionenkonzentrationen ergaben analog zu den vorangegangenen Jahren mit Ausnahme der H-Ionenkonzentrationen eine Abnahme mit zunehmender Seehöhe; bei Sulfat war diese Abnahme am stärksten ausgeprägt. Im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren ergaben die Jahresmittel 1989 (1990) der Ionenkonzentrationen keine bemerkenswerten Abweichungen. Die zeitliche Entwicklung war an den drei Stationen seit 1984 ähnlich, lediglich die mittleren jährlichen H-Konzentrationen an der Station Sportalm zeigten Unterschiede. Die beiden Bergstationen (Talwiese, 1000m und Probefläche 1 = Sportalm, 1720m) können als Backgroundmeßstellen angesehen werden (vgl. Tabelle 9), die Station Ramsau (600m) als "gering beeinflußt".

Tab.9: Mengengewichtete Mittelwerte der Leitfähigkeiten, pH-Werte und Ionenkonzentrationen an den Depositionsmeßstellen im Zillertal (1-12/1989 bzw. 1-9/1990).

Gewichtete Mittel 1989/90												
Meßstelle		μS/cm	pH	SO ₄	NO ₃	Cl	NH ₄	Ca	Mg	Na	K	
				mg	Ion/l							
SPORTALM (1720m)	1989	13,1	4,72	1,6	0,8	0,2	0,5	0,4	0,0	0,1	0,1	
	1990	13,7	4,72	1,3	0,9	0,3	0,3	0,2	0,0	0,2	0,3	
TALWIESE (1000m)	1989	14,1	4,82	2,1	1,3	0,3	0,7	0,4	0,1	0,2	0,3	
	1990	11,8	4,88	1,7	1,4	0,2	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	
WADOS	1989	16,9	4,54	2,4	1,4	0,1	0,7	0,3	0,0	0,1	0,2	
	1990	14,6	4,63	1,8	1,4	0,2	0,5	0,2	0,1	0,1	0,2	
RAMSAU (600m)	1989	17,2	4,91	2,7	1,5	0,4	0,9	0,7	0,1	0,2	0,3	
	1990	21,0	4,96	2,2	1,5	0,4	0,8	0,3	0,1	0,2	0,4	

In folgenden Zeiträumen wurden für das Auffangen der Niederschläge statt der Bulk-Sammler Schneewannen verwendet, aus denen die Proben mit einem Stechrohr (Durchmesser 11cm) ausgestochen wurden:

Sportalm: 1.1.1989 - 10.5.1989 und 23.11.1989 - 21.5.1990

Talwiese: 1.1.1989 - 14.4.1989 und 2.1.1990 - 16.3.1990

Ramsau: 1.1.1989 - 11.4.1989 und 3.1.1990 - 16.3.1990

Elementeinträge (Tabelle 10)

Die H-Einträge nahmen jährlich und im Mittel der vorangegangenen Jahre mit der Seehöhe deutlich zu (nur 1990 waren die Werte an den Stationen Talwiese und Sportalm gleich hoch).

Die Entwicklung der jährlichen H-Einträge war wie bei den H-Konzentrationen an den drei Meßstellen nicht einheitlich; 1987 und 1988 wurden auf der Sportalm relativ hohe Werte festgestellt.

Die Einträge im Beobachtungszeitraum 1989/90 an den Meßstellen Ramsau und Talwiese entsprach etwa dem Gesamtmittel seit 1984.

Die Einträge waren an den Stationen Ramsau und Talwiese und auf der Sportalm nur 1990 "gering" (< 0,25 kg H/ha.a; 1989 hingegen "mittelhoch" = 0,26-0,50 kg/ha).

Im Gegensatz zu den H-Einträgen ergab sich bei den S-Einträgen keine deutliche Seehöhenabhängigkeit: über den gesamten Meßzeitraum ergaben sich Jahreswerte derselben Größenordnung.

Die Entwicklung der S-Jahreseinträge verlief ab 1987 annähernd parallel (1984-1986 wich der Verlauf der Station Sportalm von dem der beiden anderen Stationen ab).

Die Jahreseinträge waren 1989 und 1990 "gering" (<10 kg S/ha.a).

Die N-Einträge zeigten - analog zu den S-Einträgen - ebenfalls keine Höhenabhängigkeit (im Mittel wurden für die Talstation geringfügig höhere Werte berechnet, 1989 - 9/1990 war eine geringe Abnahme mit zunehmender Seehöhe festzustellen).

Die N-Einträge zeigten zwischen 1984 und 1990 annähernd gleichartige Verläufe der Jahreswerte.

Die Jahreseinträge waren 1989 und 1990 "gering" (<10 kg S/ha.a).

Ein Vergleich der "Wet-only"-Niederschlagsdaten mit jenen anderer WADOS-Meßstellen Tirols und Salzburgs ist bei SMIDT (1991) wiedergegeben.

Zu den Jahreseinträgen ist anzumerken, daß die erhobenen Niederschlagshöhen während der Wintermonate mitunter stark fehlerhaft sein können. Das liegt daran, daß die Schneedecke, aus der die Proben mit Stechrohren ausgestochen 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.10: Elementeinträge 1989/90 an den Depositionsmeßstellen des Zillertales (1-9/1990 auf das ganze Jahr hochgerechnet).

Meßstelle		Elementeinträge		
		kg H/ha	kg S/ha	kg N/ha
Sportalm (1720m)	1989	0,26	7,6	7,5
	1990	0,13	4,4	4,4
Talwiese (1000m)	1989	0,14	6,5	7,6
	1990	0,13	5,9	7,3
Ramsau (600m)	1989	0,10	7,0	8,1
	1990	0,08	5,8	7,6

ZUSAMMENFASSUNG

Die Luftmessungen ergaben für den Meßzeitraum Januar 1989 bis September 1990 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 an keiner Meßstelle auf. Hinsichtlich Ozon ergaben sich an allen Meßstellen (besonders an den Bergstationen und während der Vegetationszeit) Überschreitungen der Höchstwerte der Akademie der Wissenschaften, der Grenzwerte der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung und der maximalen Immissionskonzentrationen der VDI-Richtlinie 2310 für "sehr empfindliche" Baumarten (zu denen z.B. die Lärche gezählt wird). Hinsichtlich der gemessenen Komponenten SO₂, O₃ und NO_x konnte am Höhenprofil Zillertal zwischen 1984 und 1990 kein augenfälliger "Trend" festgestellt werden.

Die Niederschlagsanalysen zeigten 1989/90 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 Schwefel- und die Stickstoffeinträge nahmen mit der Seehöhe nur sehr geringfügig ab. Die Ionenkonzentrationen und Elementeinträge zeigten am Höhenprofil keine auffallende Entwicklung zwischen 1984 und 1990.

LITERATUR

- 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.
- SMIDT S., F. GLATTES, J. LEITNER (1988): Höhenprofil Zillertal, Meßbericht 1986.- FVBA-Berichte Nr. 26.
- SMIDT S., F. GLATTES, J. LEITNER (1988): Höhenprofil Zillertal - Meßbericht 1987. Luftschatstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.- FBVA-Berichte Nr. 32.
- SMIDT S., F. GLATTES, J. LEITNER (1990): Höhenprofil Zillertal - Meßbericht 1988. Luftschatstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.- FBVA-Berichte Nr. 44.
- SMIDT S. (1991): Messungen nasser Freilanddepositionen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt.- FBVA-Berichte Nr. 50, im Druck.
- SMIDT S., F. HERMAN (1991): Projekt "Höhenprofil Zillertal"/- Tirol.- GSF-Berichte (im Druck).
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (1989): Maximale Immissionskonzentrationen für Ozon. Richtlinie 2310, Blatt 6.

FBVA-BERICHTE
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt
Wien

- 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, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988. Luftsadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 35.-- 33 S.
- 1990 44a **Smidt, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988 (Anhang). Luftsadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 280.-- 230 S.
- 1990 Sonderheft:
Kilian, Walter; Majer, Christoph: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Anleitung zur Feldarbeit und Probenahme.
Preis ÖS 70.-- 58 S.

- 1990 45 Neumann, Markus; Schadauer, Clemens: Waldzustandsinventur. Methodische Überlegungen und Detailauswertungen.
Preis ÖS 90.-- 88 S.
- 1990 46 Zusammenkunft der Deutschsprachigen Arbeitswissenschaftlichen und Forsttechnischen Institute und Forschungsanstalten. Bericht über die 18. Zusammenkunft vom 18.-20.April 1990.
Preis ÖS 340.-- 286 S.
- 1991 47 Smidt, Stefan: Beurteilung von Ozonmessdaten aus Oberösterreich und Tirol nach verschiedenen Luftqualitätskriterien.
Preis ÖS 90.-- 87 S.
- 1991 48 Englisch, Michael; Kilian, Walter; Mutsch, Franz: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Erste Ergebnisse.
Preis ÖS 80.-- 75 S.
- 1991 49 Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem. Ziele, Methoden und erste Ergebnisse.
Preis ÖS 130.-- 128 S.
- 1991 50 Smidt, Stefan: Messungen nasser Freilanddepositionen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt.
Preis ÖS 90.-- 90 S.
- 1991 51 Holzschuh, Carolus: Neue Bockkäfer aus Europa und Asien.
Preis ÖS 200.-- 75 S.
- 1991 52 Fürst, Alfred: Der forstliche Teil der Umgebungsüberwachung des kalorischen Kraftwerk Dürnrohr. Ergebnisse von 1981 bis 1990.
Preis ÖS 45.-- 42 S.
- 1991 53 Jeglitsch, Friedrich: Wildbachereignisse in Österreich 1977-1979.
Preis ÖS 80.-- 80 S.
- 1991 54 Jeglitsch, Friedrich: Wildbachereignisse in Österreich 1980-1982.
Preis ÖS 80.-- 78 S.
- 1991 55 Wiesinger, Rudolf; Rys, Johannes: Waldzustandsinventur: Untersuchung der Zuwachsverhältnisse an Wald- und Bestandesrändern.
Preis ÖS 60.-- 60 S.
- 1991 56 Rachoy, Werner; Exner, Robert: Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen.
Preis ÖS 95.-- 93 S.
- 1991 57 Smidt, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann: Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1989/90.
Preis ÖS 30.-- 28 S.

