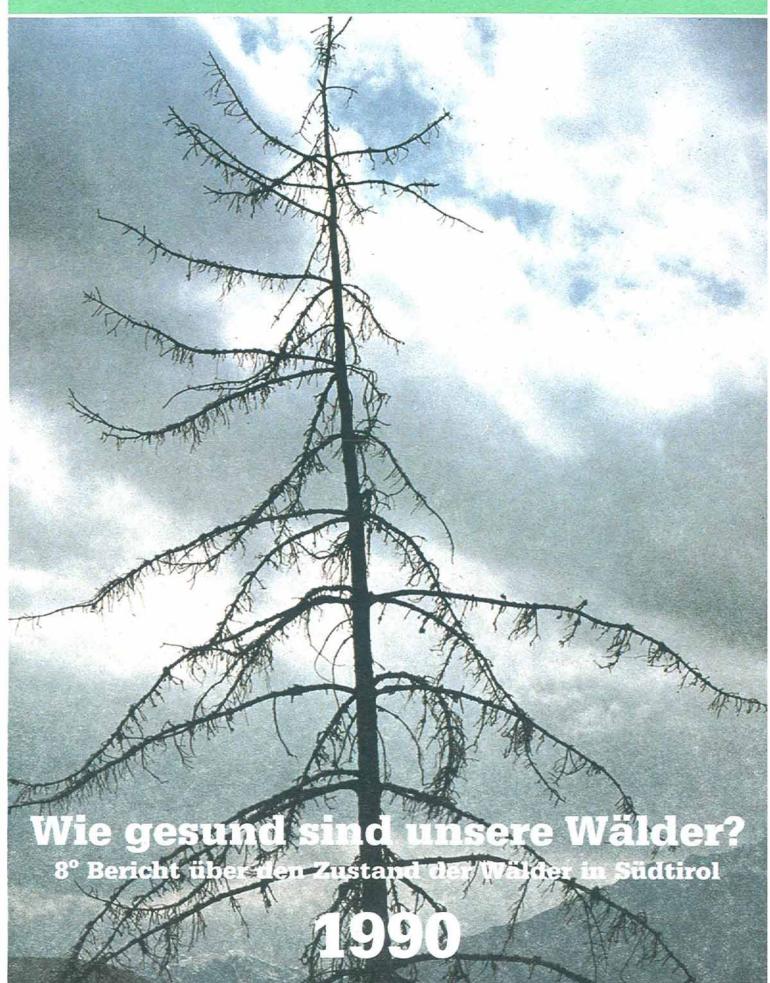
AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL





Fachliche Verantwortung:

Dr. Norbert Deutsch

Leiter des Forstwirtschaftsinspektorates (8.)

Prof.Dr.Klaus Hellrigl

Experte f
ür Forstschutz (3.)

Dr. Walter Huber

 Direktor des Agrikulturchemischen Laboratoriums am Versuchszentrum Laimburg (7.)

Dr.Luigi Minach

 Leiter des Amtes für Physikalische Chemie des Chemischen Landeslabors (4.)

Dr. Stefano Minerbi

 Amt für Allgemeine Angelegenheiten der Forstwirtschaft (2.; 5.)

Fach.Ing.Stefan Rigo

 Amt für Physikalische Chemie des Chemischen Landeslabors (4.)

Fach.Ing.Danilo Tait

Dr. Verena Trockner

- Biologisches Landeslabor Leifers (6.)

Herausgegeben vom Assessorat für Forstwirtschaft

Zusammengestellt vom Forstwirtschaftsinspektorat Bozen - Brennerstraße 6 - I-39100 BOZEN Tel. 0471/995300 - Fax 0471/995220

Recycling Papier

# Wie gesund sind unsere WÄLDER?

Bericht für das Jahr 1990

NOVEMBER 1990

## INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	- Vorwort	3
2.	- Waldschadenserhebung 1990 in Südtirol	4
2.1.	- "Neuartige Waldschäden" - Schäden unbekannter Ursachen	6
2.1.1.	- Geographische Verteilung der "Neuartigen Waldschäden"	7
2.1.2.	- Höhenmäßige Verteilung der "Neuartigen Waldschäden"	8
2.1.3.	- "Neuartige Waldschäden" gegliedert nach Baumarten	9
2.2.	- Waldschäden herkömmlicher Art - Schäden bekannter Ursachen	11
2.2.1.	- Klima- und Witterungsverlauf	12
3.	- Waldschadenserhebung 1990 durch den Forstschutzdienst	14
3.1.	- Waldschäden durch Witterungseinflüsse	15
3.2.	- Waldschäden durch Insektenbefall	16
3.3.	- Verbißschäden durch Wild und Nagetiere	18
3.4	- Waldschäden durch Pilzkrankheiten	19
4.	- Reinluftmeßstation am Rittner Horn	22
	- Projekt MEMOSA - Messung und Modellierung des	20
5.	Schadstoffverhaltens im Alpenbereich	28
6.	- Untersuchungen der Niederschläge und Kontrolle der	31
	Versauerungsprozesse in Hochgebirgsseen Südtirols	
7	- Verschiedene Untersuchungen im Rahmen	37
	der Waldschadensforschung	
		1. 200
8	- Schlußfolgerungen	39

#### 1. - Vorwort -

Die jährliche Erhebung der Waldschäden stellt in ganz Europa ein bewährtes Mittel dar, um den Einfluß der verschiedensten Umweltfaktoren (Umweltverschmutzung, Klimaverlauf, Befall von Parasiten, usw.) auf den Gesundheitszustand des Waldes festzustellen.

In Südtirol wird diese Art der Erhebung nun zum siebten Male durchgeführt. Dabei wird das Schadensausmaß visuell bewertet und je nach Prozentgrad der Entnadelung bzw. der Verfärbung in fünf Klassen unterteilt. Diese Einteilung wird auch in anderen Ländern angewandt (E.G. Richtlinie Nr. 1696/87).

Der Einfachheit halber beziehen sich die hier dargestellten Ergebnisse auf den bei der visuellen Erhebung festgestellten Gesamtschaden (Entnadelung + Verfärbung).

Besondere Aufmerksamkeit wird dabei in Südtirol - wie bisher - der Bestimmung der Art der Schadensursache nach zwei möglichen Hauptgruppen gewidmet:

#### bekannte Schäden

 hervorgerufen durch Befall von Parasiten, durch mechanische Schäden, durch Unwetter, usw.

#### unbekannte Schäden

wenn die Schadensursache auf Grund der zwei Parameter (Entnadelung und Verfärbung) nicht nachweisbar ist (z.B. physiologischer Streß, Streß infolge der Umweltverschmutzung, usw.), fallen sie unter den Begriff "Neuartige Waldschäden".

Eingehende Untersuchungen über das Auftreten schädlicher Insekten und Pilzkrankheiten sowie über die Umweltbelastung und den Witterungsverlauf tragen weiters dazu bei, das Ausmaß der Waldschäden im Jahre 1990 besser aufzuklären.

Teilweise können die Waldschäden auf folgende Faktoren zurückgeführt werden:

#### \* Klima- und Witterungsverlauf;

- ★ seine Auswirkungen auf die Vegetation durch die geopedologischen Eigenschaften des Standortes;
- und die damit zum Teil verbundenen Schädlings- und Parasitenvermehrungen.

Eine bisher nur indirekt, anhand von chemischen Nadelanalysen (Bioindikation), vermutete Belastung der Wälder durch Luftschadstoffe in der Umgebung der Stadt Bozen konnte auch durch direkte Messungen nachgewiesen werden.

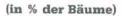
Über all diese und andere Punkte wird in gesonderten Abschnitten eingehend berichtet.

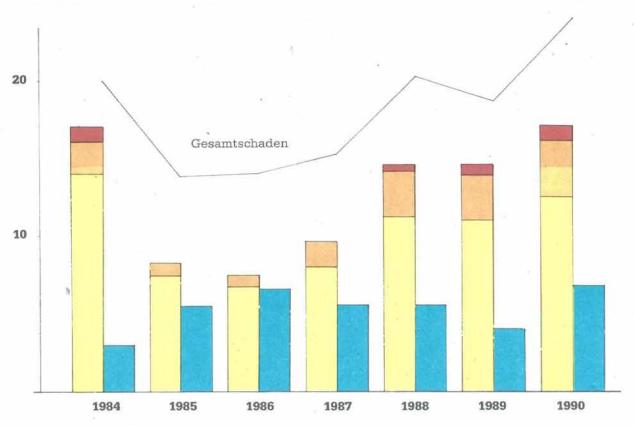
## 2. - Waldschadenserhebung 1990 in Südtirol -

Zusammenfassung (für den eiligen Leser)

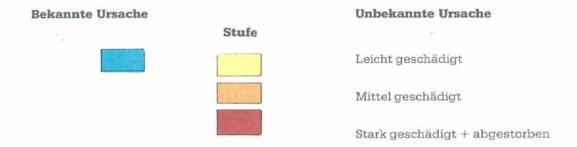
- 1990 haben die Waldschäden mit 23,9 % den Höhepunkt seit Beginn der Erhebungen erreicht (Abb. 1 und Tab. 1).
- Dies trifft sowohl f
  ür jene unbekannter Ursache ( 17,1 % ) als auch f
  ür jene bekannter Ursache ( 6,8 % ) zu.
- Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Gesundheitszustand aller Baumarten im wesentlichen verschlechtert; dies gilt besonders für die **Tanne** mit **58,4** %, für die **Weißkiefer** mit **39,9** % und für die **Laubhölzer** mit **36,7** % Gesamtschaden (Schäden bekannte und unbekannte Ursache).
- Besonders verschlechtert Schäden unbekannter Ursache hat sich die Lage des Waldes in den südwestlichen Landesteilen.
- Höhenmäßig gesehen sticht die weitere Zunahme der Schäden unbekannter Ursache in den tieferen Lagen bis 1500 m S.H. hervor, während oberhalb dieser Quote ein leichter Rückgang derselben zu verzeichnen ist.

## ENTWICKLUNG DER WALDSCHÄDEN IN SÜDTIROL





#### Waldschäden durch:



Tab. 1

Schadstufe		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Gesund	0	80,0%	86,2%	85,9%	84,7%	79,8%	81,3%	76,1%
Schäden bekannter Ursachen		3,0%	5,5%	6,6%	5,6%	5,6%	4,1%	6,8%
Schäden unbekannter Ursacher	1:	17,0%	8,3%	7,5%	9,7%	14,6%	14,6%	17,1%
leicht geschädigt	1	14,0%	7,4%	6,7%	7,9%	11,3%	11,1%	12,5%
mittel geschädigt	2	2,5%	0,7%	0,7%	1,5%	2,9%	2,9%	3,6%
stark geschädigt bzw. abgestorben	3+4	0,5%	0,2%	0,1%	0,3%	0,4%	0,6%	1,0%
Geschädigt insgesamt		20,0%	13,8%	14,1%	15,3%	20,2%	18,7%	23,9%
		F.						

# 2.1. - "Neuartige Waldschäden" - Schäden unbekannter Ursache -

Der Gesamtanteil der Waldschäden unbekannter Ursache hat mit 17,1 % sogar den Wert der 1984 erstmals durchgeführten Erhebung überschritten (Abb.1 und Tab. 1).

Der seit 1987 angedeutete Anstieg hält also an.

Bezogen auf alle Baumarten überwiegt mit 12,5 % nach wie vor die Schadstufe 1 - leichte Schädigung.

Deutlich zugenommen haben die sogenannten eindeutigen Schäden (Schadstufen 2 bis 4), welche insgesamt **4,6** % der Gesamtschädigung ausmachen.

Die Absterberate (Schadstufe 4) beläuft sich für das Jahr 1990 auf knapp **0,03** %: aufgrund biotischer bzw. nicht unmittelbar feststellbarer (unbekannter) Ursachen sind 2 Probebäume abgestorben.

Seit der ersten Inventur sind von den insgesamt 7170 Probebäumen bisher 22 abgestorben, was einer durchschnittlichen jährlichen Ausfallsquote von **0,05** % entspricht.

# 2.1.1. - Geographische Verteilung der "Neuartigen Waldschäden"-

Mit geringen Abweichungen lassen sich die bereits bekannten Hauptgebiete der "Neuartigen Waldschäden" wiederum bestätigen: der obere Vinschgau, der Mendelzug und die Hochplateaus von Jenesien, Ritten und Deutschnofen im Nahbereich der Stadt Bozen, die Waldbestände um Meran, Sterzing und Brixen, schließlich die südöstlichen Landesgebiete mit weiten Teilen des Pustertales, dem Gadertal und dem Grödental (Abb.2).

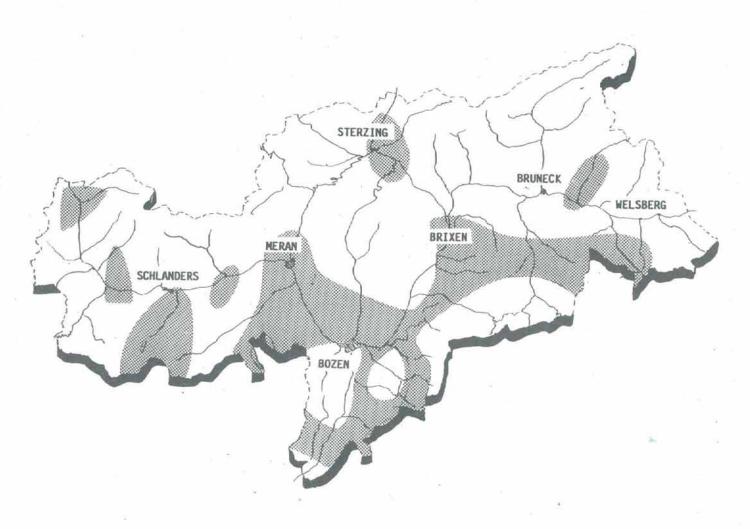


Abb. 2 - Schwerpunktgebiete der «Neuartigen Waldschäden» in Südtirol

Eine Verschlechterung im Vergleich zum Vorjahr ist in den Bezirksforstämtern Bozen I, Bozen II, Meran II und Schlanders zu verzeichnen.

Konstant geblieben oder sogar etwas gebessert hat sich die Lage in den anderen Bezirksforstämtern (Abb.3).

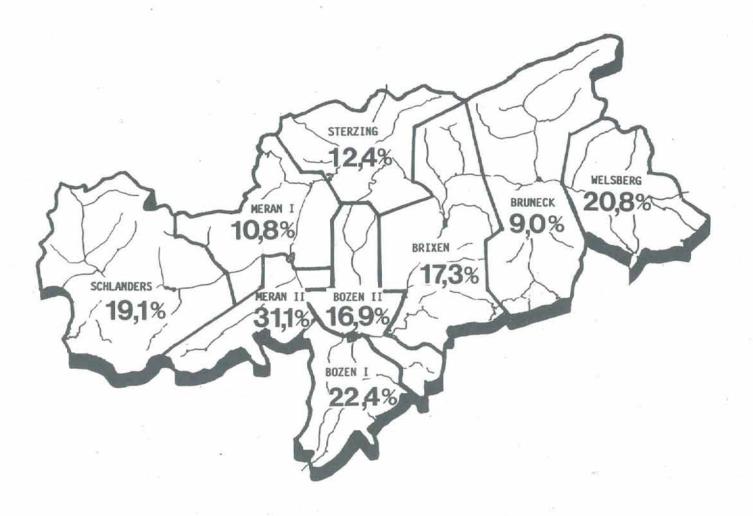


Abb. 3 — Anteil (in %) der durch **unbekannte Ursachen** geschädigten Bäume aller Arten (Schadstufen 1 bis 4) in den einzelnen Bezirksforstämtern

# 2.1.2. - Höhenmäßige Verteilung der "Neuartigen Waldschäden" -

Trotz eines leichten Rückganges bleibt das Ausmaß der Schäden in den höheren subalpinen bis alpinen Lagen (1500 m S.H.) weiterhin hoch (Abb.4).

In den tiefer liegenden submontanen und montanen Höhenstufen (500 - 1500 m S.H.) hat sich die Situation weiter verschlechtert.

Der Anteil an geschädigten Bäumen ( **34,6**% ) in den talnahen Lagen bis 500 m S.H. hat sich sogar verdoppelt.



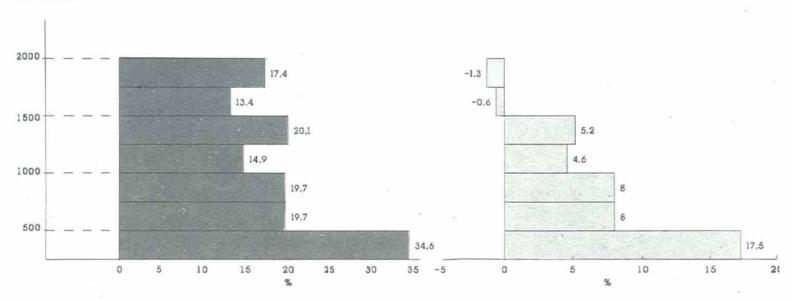


Abb. 4 - Ausmaß der Neuartigen Waldschäden nach Höhenlage

## 2.1.3. - "Neuartige Waldschäden" gegliedert nach Baumarten -

Nach Baumarten aufgelistet weist die Entwicklung der Waldschäden einige Besonderheiten auf (Tab. 2).

Die **Tanne** bleibt die am ärgsten betroffene Baumart. Der Anteil an kranken Bäumen hat heuer mit **58,4** % weiterhin erheblich zugenommen. Dies ist allerdings nur beschränkt auf "neuartige Waldschäden" zurückzuführen ( **19,0** % ), da der Großteil ( **39,4** % ) auf herkömmliche (bekannte) Schadensursachen fällt.

Ein deutlicher Anstieg des Schädigungsgrades ist bei **Weiß-** ( **22,1** % ) und **Schwarzkiefern** ( **13,0** % ) zu verzeichnen, bei welchen sich die 1. Schadstufe - leichte Schädigung - verdoppelt hat.

Etwas geringfügiger angestiegen ist der Schadensanteil durch unbekannte Ursachen bei Fichte ( 17.9~% ), Zirbe ( 18.4~% ) und Lärche ( 9.7~% ).

Die Lärche zeigt allerdings global betrachtet, als einzige Nadelbaumart, eine leichte Besserung im Vergleich zum Vorjahre (Anteil gesunder Bäume um 1 % angestiegen).

Auch für die **Laubhölzer** hat sich der Gesundheitszustand weiterhin verschlechtert, wobei die unbekannten Schäden wiederum mit **21,2** % wesentlich zur Gesamtschädigung beitragen.

Baumart	Jahr	Gesund	Bekannte	Unbekannte Ursache					
	0		Ursache	1 2		3 4		Σ	
Fichte	1984 1985 1986 1987 1988 1989 <b>1990</b>	81,6 86,5 85,5 84,7 80,1 80,8 77,2	1,9 3,6 5,3 4,3 3,9 3,0 4,9	13,8 8,7 8,1 9,1 12,1 12,4 12,9	2,2 0,9 1,0 1,6 3,5 3,0 <b>4,0</b>	0,4 0,2 0,2 0,3 0,5 0,6 1,0	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	16,5 9,8 9,3 11,0 16,1 16,1 17,9	
Tanne	1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990	62,1 78,8 79,3 76,1 78,3 60,1 41,6	2,6 5,5 4,3 4,3 2,9 12,0 39,4	27,5 13,9 12,9 15,9 13,0 14,0 8,8	7,2 1,8 2,9 2,2 4,3 11,9 6,6	0,6 0,0 0,7 1,4 1,4 2,1 3,6	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	35,3 15,7 16,5 19,5 18,7 28,0 19,0	
Weiβkiefer	1984 1985 1986 1987 1988 1989	74,8 36,0 85,0 83,3 76,6 79,0 <b>60,1</b>	18,9 5,8 8,1 8,7 13,4 8,7 17,8	4,9 7,3 5,9 6,3 7,8 9,0 17,0	0,0 0,3 0,8 1,7 1,8 2,7 3,7	1,4 0,4 0,0 0,1 0,4 0,6 1,3	0,0 0,3 0,1 0,0 0,0 0,0 0,0	6,3 8,3 6,8 8,1 10,0 12,3 22,1	
Zirbe	1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990	85,9 85,3 79,8 74,0 81,0 76,0	- 11,4 10,4 9,4 6,3 2,9 5,6	2,3 4,3 7,7 16,7 11,9 12,9	- 0,3 0,0 2,2 2,5 3,1 3,5	- 0,3 0,0 1,0 0,5 1,0 2,0	- 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	2,9 4,3 10,9 19,7 16,0 18,4	
Schwarzkiefer	1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990	98,1 98,1 96,3 81,5 92,6 87,0	1,9 1,9 1,9 9,3 0,0	0,0 0,0 0,0 7,4 5,6 11,1	0,0 0,0 1,9 1,9 1,9	- 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	- 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	0,0 0,0 1,9 9,3 7,5 13,0	
Lärche	1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990	87,6 89,2 87,6 80,8 86,7 <b>87,7</b>	- 6,7 7,4 6,3 6,9 3,7 2,6	5,3 3,3 5,4 10,5 8,0 8,0	0,3 0,1 0,7 1,8 1,5	0,0 0,1 0,0 0,0 0,0 0,1 0,2	- 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	5,6 3,5 6,1 12,3 9,6 9,7	
Laubhölzer	1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990	96,2 79,8 86,8 88,5 81,9 63,3	2,0 18,0 11,4 5,7 8,6 15,5	2,0 2,2 1,3 4,9 7,7 15,9	0,0 0,0 0,4 0,8 1,8 4,9	- 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	- 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	2,0 2,2 1,7 5,7 9,5 21,2	

## 2.2. - Waldschäden herkömmlicher Art -Schäden bekannter Ursachen -

Schädlings- und Pilzbefall sowie auch jene Symptome, welche auf andere Schäden herkömmlicher Art zurückzuführen und am Erscheinungsbild der Krone feststellbar sind, werden am Erhebungsort getrennt aufgenommen.

Sie erreichen ein Ausmaß von 6,8 % des Schadensausmaßes (Fig. 1 und Tab. 1).

Allerdings ist aber auch zu beachten, daß ein erheblicher Teil der Schäden durch vermutlich natürliche Ursachen wie vor allem latente Schäden durch Pilz-Krankheiten wie Hallimasch und Wurzelschwamm oder Nadel- bzw. Blattverluste durch Insekten- oder Pilzbefall vergangener Jahre (z.B. starke Auslichtung der Nadeljahrgänge 1988 und 1989 durch Chrysomyxa) sowie durch Forstschäden und Trockenheitsschäden 1990, durch die Methode einer rein visuellen Erhebung nicht oder nur teilweise als solche erkennbar sind und dann als Schäden unbekannter Ursache - mit impliziertem Verdacht auf Immissionsbelastungen - zu Buche schlagen.

Bei den am häufigsten beobachteten Schadfaktoren handelt es sich um folgende:

#### Fichte

- mechanische Schäden und Wipfelbrüche vergangener Jahre;
- Befall von Wicklern (Epinotia pygmaeana);
- Fichtennadelblasenrost (Chrysomyxa rhododendri), wobei nicht so sehr der diesjährige Neubefall zu Buche schlägt - welcher aufgrund des Witterungsverlaufes mit einem sehr niederschlagsreichen Frühling vorherzusehen war-, sondern vielmehr der Befall der Jahre 1988 und 1989, welcher zu einer Entnadelung eines Großteils der Krone geführt hat (Fig. 7);

#### Tanne

- Befall von Wicklern (Semasia rufimitrana und Cacoecia murinana);

- Waldkiefer Befall der Triebspitzen von Blastophagus sp.;
  - teilweises Absterben der Krone aufgrund des Mistelbefalls (Viscum album):

#### Lärche

- der graue Lärchenwickler (Zeiraphera diniana) hat im Vinschgau zeitweise Entnadelung an den Lärchenbeständen hervorgerufen
- der Befall von Blattläusen hat zu beträchtlichen Vergilbungen im Kronenbereich geführt;

hinsichtlich Pilzbefall hat der Lärchenkrebs (Lachnellula willkommii) eine beträchtliche Verbreitung erreicht;

Laubbäume - die am meisten geschädigte - Laubbaumarten sind

- die Kastanie von Seiten des Kastanienrindenkrebses (Endotia parasitica)
- die Buche von Seiten des Buchenspringrüßlers Rynchaenus fagi-(Fig. 6).

## 2.2.1. - Klima- und Witterungsverlauf -

Außer den vorhergenannten Pathogenen, welche mittelbare und unmittelbare Folgen hervorgerufen haben, spielt der jahreszeitliche Witterungsverlauf des betreffenden Jahres und der Jahre vorher eine entscheidende Rolle: Einerseits durch die Förderung der Entwicklung dieser Pathogene, andererseits durch die mehr direkte Beeinflussung der Vegetation.

Im besonderen waren zwei Ereignisse von größerer Bedeutung:

#### - Der Frühfrost des Novembers 1989 -

Seit mindestens 50 Jahren wurden in Italien im Monat November keine derartig niedrige Temperaturen registriert.

In Südtirol wurden gegen Ende jenes Monats nach einer relativ milden Periode absolute Tiefsttemperaturen gemessen. Dabei wurden in den Talsohlen tiefere Temperaturen als in den Höhenlagen gemessen. So in Bozen (254 m S.H.), in Brixen (560 m S.H.) und in Naturns (554 m S.H.), wo die Temperatur bis auf -9°C absank. In Sarnthein (966 m S.H.) sank sie bis auf -6°C, in Radein (1562 m S.H.) bis auf -8°C, in Toblach (1250 m S.H.) bis auf -14°C und in St. Kassian (1545 m S.H.) bis auf -16°C.

Die Folgen für die Vegetation wurden im Frühjahr 1990 sichtbar: Abdörren der Triebspitzen, vor allem an den xerothermophilen Gesellschaften (Eichen-, Blumenesche- und Hainbuchengesellschaften) des an die Talsohle anschließenden Höhenstreifens (Fig. 9).

#### - Die Trockenperiode im Juli-August 1990 -

Während dieser Monate betrug das Niederschlagsdefizit im Vergleich zum langjährigen Mittelwert 40 % im südlichen Teil und über 20 % im restlichen Gebiet der Provinz. Bereits in den ersten Augusttagen zeigten sich Vergilbungen im Kronenbereich der Laub- und Nadelbäume als Folge der unzureichenden Wasserversorgung (Fig. 10).

Symptomatisch für den fortgeschrittenen Trockenzustand der Waldbestände Südtirols ist ferner die prozentmäßige Steigerung von verfärbten Baumindividuen, hervortretend als Vergilbung der Krone.

Die folgende Tabelle stellt die Summe der Verfärbungsklassen leicht, mittel und stark dar.

Tab. 3

Jahr	1985	1986	1987	1988	1989	1990
% der verfärbten Baumindividuen	8,5%	8,0%	13,2%	18,1%	26,6%	33,7%

Es muß aber hervorgehoben werden, daß beim angewandten Erhebungsverfahren ausschließlich die Verfärbungsklassen mittel und stark (Schadklassen 2 und 3) die Beurteilung des Gesamtschadens beeinflussen. Für das Jahr 1990 machen sie bescheinden 1,7% aus.

### 3. - Waldschadenserhebung 1990 durch den Forstschutzdienst-

Waldschäden durch Insektenbefall, Pilzkrankheiten, Witterungsereignisse und andere natürliche Ursachen werden durch den Forstschutz-, Melde- und Überwachungsdienst laufend erfaßt und untersucht.

Dieser Dienst führt in Südtirol seit 1976 landesweit eine allgemeine Erhebung über das Auftreten **natürlicher** Waldschadensereignisse durch. Unabhängig davon wird seit 1984 die jährliche **Waldschadensinventur** mittels visueller Erhebung der Waldschäden durchgeführt (siehe Abschnitt 2).

Der mit der **Waldschadensinventur** befaßte Dienst bedient sich eines reinen **Stichprobeninventurverfahrens** (Probebäume- Rasternetz), mit dem Ziele, objektive, international vergleichbare Aussagen und Zahlenangaben über den Waldgesundheitszustand im Lande machen zu können.

Zweck des Forstschutz-, Melde- und Überwachungsdienstes hingegen ist es, eine lückenlose Statistik über das Auftreten tierischer und pilzlicher Forstschädlinge im ganzen Lande zu liefern.

Durch die langjährige Kenntnis der wichtigsten natürlichen Schadensauftreten lassen sich dann Entwicklungstrends verfolgen und Wechselwirkungen erkennen. Dadurch erst werden richtige Einschätzungen über mögliche Entstehungsursachen ebenso wie über Gefährlichkeit und Notwendigkeiten allfälliger Gegenmaßnahmen ermöglicht.

Bei den folgenden angeführten Ergebnissen der Waldschadenserhebung 1990 des Forstschutzdienstes ist hervorzuheben, daß die einzelnen aufgelisteten Schadensflächen nicht einfach miteinander summiert werden dürfen, da sich bei vielen Schadensereignissen ja die Befallsflächen oder Teilflächen derselben gegenseitig überdecken (z.B. Doppelbefall von Lärchenwickler - 2000 ha - und Lärchenminiermotte - 1000 ha - auf gleicher Befallsfläche, insgesamt 2000 ha im Schnalstal).

### 3.1. - Waldschäden durch Witterungseinflüsse -

#### Schäden durch Frost- und Wintertrocknis 1990

Der ebenfalls schneearme Winter 1989/90 zeigte weit weniger verheerende (sichtbare) Folgen durch Frost- und Wintertrocknis als der vorangegangene Winter 1988/89.

Landesweit wurden Schäden an 40.000 Jungfichten und Laubgehölzen (Eichen, Buchen) auf einer Schadensfläche von 130 ha gemeldet. Hinzu kamen noch Spätfrostschäden an Lärchen auf 2000 ha (reduziert: 400 ha).

Erhebliche Bedeutung ist aber auch den nicht sichtbar gewordenen Schäden durch Schwächung der Bäume nach zwei aufeinanderfolgenden Trockenwintern beizumessen, die sich vor allem bei Kiefern durch verstärktes Auftreten von Pilzkrankheiten auswirkte (vgl. Pkt. 3.4).

#### Schneedruck- und Windbruchschäden im Winter/Frühjahr 1990

Die späten Schneefälle des vergangenen Winters führten durch Naßschnee auf 1700 ha (reduziert: 200 ha) zu Schneedruckschäden von 30.000 Vfm. Damit betrug das Schadensausnaß nur 20-25 % von dem des Vorjahres.

#### Sturm- und Waldbrandschäden im Sommer 1990

Diese traten auf einer Fläche von 1300 ha (reduziert 120 ha) auf, mit einem Schadholzanfall von 24.500 Vfm.- Damit waren diese Schäden sechsmal so hoch als im Vorjahr 1989 (4000 Vfm auf 200 ha), aber doch geringer al 1988.

#### Hagelschäden 1990

Im Gegensatz zu den verheerenden Hagelschäden des Jahres 1988 mit einer betroffenen Waldfläche von 6000 ha (red. 4400 ha) waren die Hagelschäden des Jahres 1990 ähnlich gering wie im Vorjahr 1989 und betrafen nur 500 ha.

#### Schäden durch Sommertrockenheit 1990

Eine außergewöhnlich lange Trockenperiode im Sommer führte zu sichtbaren Trockenschäden an Waldbäumen. Ende Juli/Anfang August warfen viele Laubgehölze infolge des Wassermangels bis zu 3/4 ihrer Blätter ab und auch an Nadelbäumen zeigten sich frühzeitige Verfärbungen.

Trockenschäden auf 1000 ha (reduziert 150 ha) wurden aus allen Landesteilen gemeldet.

#### 3.2. - Waldschäden durch Insektenbefall -

Ein wesentlicher Teil der Waldschäden geht auf Befall durch forstliche Schadinsekten zurück. Dieses Insektenauftreten führt zwar regelmäßig zu mehr oder weniger auffälligen Verfärbungserscheinungen, doch kommt es nur in seltenen Ausnahmefällen zu nachhaltigen Schädigungen mit Bestandesgefährdung. In den meisten Fällen bleibt es bei Zuwachsverlusten und die befallenen Bäume erholen sich in der Folge wieder.

#### A. Nadelfraßschäden durch Raupen von Kleinschmetterlingen

#### Fichtennadelmarkwickler (Epinotia pygmaeana)

Die Rückgangstendenz des Vorjahres 1989 (-40 %) setzte sich heuer weiterhin fort (1990: -70 %). Nur mehr schwacher Restbefall im Untervinschgau auf 70 ha (red. 20 ha) und im Wipptal auf 30 ha.

**Tannentriebwickler** (Semasia rufimitrana + Cacoecia murinana) Ein starker Rückgang ist überall zu verzeichnen.

#### Zirbennadelmotte (Ocnerostoma copiosellum)

Der starke Befall des Vorjahres 1989 (ca. 2000 ha im Vinschgau) ist heuer unerwartet rasch durch natürliche Regulatoren vollständig zusammengebrochen.

#### Lärchenminiermotte (Coleophora laricella)

Auch die Lärchenminiermotte zeigte gegenüber dem Vorjahr 1989 heuer landesweit einen unerwartet starken Befallsrückgang (-60 %). Schwacher bis mittelstarker Befall trat noch auf 3600 ha (reduziert 1000 ha) auf.

#### Grauer Lärchenwickler (Zeiraphera diniana)

Der Lärchenwickler war die einzige Kleinschmetterlingsart, bei der 1990 in Südtirol eine Befallszunahme zu verzeichnen war.

Begingt durch die derzeit ablaufende periodische Massenvermehrung (zweites Gradationsjahr) kam es im Vinschgau afu 5000 ha (reduziert 2100 ha) in höheren Lagen zu stärkeren Fraßschäden und Verfärbungen in den Lärchenbeständen. Auch bei dieser sechsten Gradation nach Kriegsende sind keine nachhaltigen Schäden zu erwarten.

Unbedeutend und nur lokal war das vereinzelte Auftreten von Klein- und Großschmetterlingen an Laubhölzern (z.B. Eichenwickler, Gespinstmotte u.a.)

#### B. Nadelfraßschäden durch Raupen von Großschmetterlingen

Auch im heurigen Herbst zeigen sich wieder überdurchschnittlich viele weiße Raupengespinstnester des **Kiefernprozessionsspinners** (Thaumetopoea pytiocampa) auf den befallenen Kiefern, so daß mit stärkerem Befall wie im Vorjahr (45.000 Raupennester auf 1000 ha) zu rechnen sein wird. Befallsfördernd wirkte sich die warmtrockene Sommerwitterung aus!

#### C. Saugschäden durch Blattläuse und Blattmilben

Begünstigt durch den milden, schneearmen Winter war auch 1990 ein überaus starkes Auftreten von **Blattläusen** und **Blattmilben** zu erwarten, die durch ihre Saugtätigkeit an Blättern und Nadeln den Waldbäumen mehr oder weniger schweren Schaden zufügen, was sich in ausgedehntem Blatt- und Nadelabfall (Kronenverlichtungen!) äußert. Größere Schäden traten jedoch nur an Lärchen auf. Im einzelnen wurden folgende Saugschäden gemeldet:

#### Lärchenwolläuse (Adelges sp.):

Verursachten Schäden an Lärchennadeln auf 2200 ha (red. 500 ha). Zu starker Gallenbildung durch Adelges laricis kam es auch an Fichten.

#### Tannentriebläuse (Dreyfusia sp.):

Schäden an 4000 Jungtannen in den Bezirksforstämtern Bozen, I Bozen II, Sterzing auf 90 ha (red. 10 ha) in Höhenlagen von 800 - 1600 m. S.H.

#### D. Kronenverfärbungen durch Käferbefall

#### Buchenspringrüßler (Orchestes fagi)

In fast unveränderter Stärke wie im Vorjahr führte Blattfraß durch Buchenspringrüßler an Rotbuchen vor allem in Neumarkt, Kaltern und Jenesien zu auffälligen Blattbräunungen im Sommer.

Befallsfläche: 1000 ha (red. 100 ha) in Höhenlagen von 300-1500 m.S.H.

#### Borkenkäferbefall an Fichten (Primärbefall)

Der Primärbefall durch Borkenkäfer an stehenden Fichten, mit der Folge des Absterbens derselben, blieb 1990 im Vergleich zum Vorjahr nahezu gleich:

**Frühjahrsbefall**: 1300 Vfm Schadholz auf 34 ha (reduziert: 8 ha) **Sommerbefall**: 1600 Vfm Schadholz auf 70 ha (reduziert: 13 ha).

#### Borkenkäferbefall an Kiefern (Primärbefall)

Der Primärbefall durch Borkenkäfer an stehenden Kiefern, mit der Folge des Absterbens derselben, war 1990 im Vergleich zum Vorjahr im **Frühjahr** fast doppelt so stark und im **Sommer** um 20-30 % stärker:

Frühjahrsbefall: 765 Vfm Schadholz auf 40 ha (reduziert: 9 ha)
Sommerbefall: 1015 Vfm Schadholz auf 75 ha (reduziert: 13 ha).

Der Grund für die Befallszunahme liegt teils in mangelhaften waldhygienischen Maßnahmen (liegengebliebenes Restholz!), teils in einer zunehmenden Schwächung der Kiefern durch anhaltende Trockenperioden (Trockenwinter!).

#### E. Blattwespenbefall an Nadelhölzern

Auch 1990 war ein verstärktes Auftreten verschiedener Blattwespen ( **Tenthre-dinoidea** ) an Nadelhölzern (Fichten, Kiefern, Lärchen) festzustellen.

Zu größeren Larvenfraßschäden kam es dabei aber nur durch die Gemeine Kiefernbuschhornblattwespe (Diprion pini) im Vinschgau bei Latsch/Kastelbell auf 200 ha (reduziert 50 ha).

## 3.3. - Verbißschäden durch Wild und Nagetiere -

#### Schälschäden durch Nagetiere

Lokale Wipfelschälschäden durch **Nagetiere** (Siebenschläfer, Eichhörnchen) wurden landesweit auf einer Gesamtfläche von 145 ha (red. 40 ha) an insgesamt 3000 Lärchen festgestellt. Bei mehr oder weniger gleichbleibender Befallsfläche hat sich gegenüber 1989 die Zahl der geschädigten Lärchenstangenhölzer stark verringert.

#### Wildschäden

Auch 1990 wurden wieder erhebliche Schäden, verursacht durch Verbiß, Fegen und Schälen von Reh-, Gams- und Rotwild, auf ca. 10.000 ha (red. 1600 ha) an ca. 1.850.000 Nadelbäumen gemeldet.

Betroffen waren vor allem Jungbäume (Tannen, Fichten, Lärchen und Zirben) in allen Landesteilen, besonders im Vinschgau, Wipptal und Oberpustertal. Bei mehr oder weniger gleichbleibender Befallsfläche hat die Zahl der geschädigten Bäume um mehr als ein Drittel zugenommen.

#### 3.4. - Waldschäden durch Pilzkrankheiten -

Diese spielen auch 1990 eine große Rolle. Viele Pilzkrankheiten traten dabei großflächig auf.

**Kastanienrindenkrebs** ("Kastaniensterben")- Endothia parasitica Im gesamten Verbreitungsgebiet der Edelkastanie weiterhin stark ausgeprägt. Gemeldete Befallsfläche: 1000 ha (red. 100 ha).

Ulmenwelke ("Ulmensterben")- Ceratocystis ulmi

Ist besonders in den westlichen und südlichen Landesteilen weiterhin stark ausgeprägt. Gemeldete Befallsfläche: 50 ha (red. 6 ha).

**Der Buchenkrebs** ("Buchenwipfelsterben")- Nectria ditissima Tritt seit einigen Jahren großflächig im Gebiet von Kaltern, Eppan, Tramin auf. Gemeldete Befallsfläche: 700 ha (red. 5 ha). Leichter Befallsrückgang.

#### Der Fichtennadelblasenrost - (Chrysomyxa rhododendri)

Begünstigt durch eine feuchte Frühjahrswitterung kam es auch im heurigen Sommer neuerlich zu starkem Befall mit Bestandesverfärbungen auf 26.000 ha (reduziert 12.000 ha). Damit war ein Befallsrückgang von über 50 % gegenüber den beiden vergangenen Jahren eingetreten.

Schadbildmäßig machten sich aber auch noch heuer die Nadelverluste der beiden vergangenen Rekordbefallsjahre 1988 und 1989 mit bemerkbar (Fig. 7).

#### Triebschwinden der Kiefer - (Cenangium ferruginosum)

Diese Pilzkrankheit (Fig. 8) trat im Frühjahr mit sichtbarer Schadwirkung an den durch Trockenheit geschwächten Kiefern im Vinschgau (Mals bis Naturns) und im Eisacktal (Klausen bis Mühlbach) auf. Betroffen waren 40.000 Kiefern auf 580 ha (red. 85 ha).

#### Befall durch Hallimasch - (Armillaria sp.)

Befallsauftreten und Schäden durch Hallimasch an Fichten, Tannen, Kiefern und Lärchen finden sich weit verbreitet in allen Landesteilen. Der Befall verläuft jahrelang latent ohne deutlich ersichtliche äußere Anzeichen. Erst in der Endphase des Befalls wird der Schaden offensichtlich und zahlenmäßig erfaßbar. Erhobene Schadensfläche 1990: 500 ha (reduziert 100 ha).



Fig. 5 — Grauer Lärchenwickler (Zeiraphera diniana) Fressende Raupe



Fig. 6 — Schadbild des Buchenspringrüßlers (Orchestes fagi)



Fig. 7 — Triebverkahlung an Fichte hervorgerufen durch den Fichtennadelblasenrostbefall



Fig. 8 — Triebschwinden der Kiefer (Cenangium ferruginosum)



Fig. 9 — Folgen des Frühfrostes im November 1989

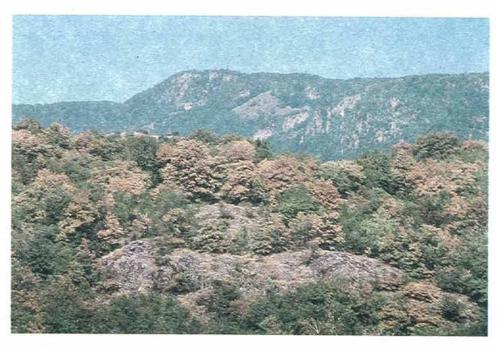


Fig. 10 — Verfärbungen infolge der Sommertrockenheit 1990

#### 4. - Reinluftmeß-station am Rittner Horn -

Die Reinluftmeßstation am Rittner Horn ist eine vollautomatische Anlage, die mit der Zielsetzung errichtet wurde, das Auftreten anthropogener Luftschadstoffe in hochalpinen Regionen zu überwachen und eventuelle Transportphänomene über die Alpen zu untersuchen.

Die Meßstation befindet sich nördlich von Bozen, am Südhang des Rittner Horns auf ca. 1750 m Seehöhe (Fig. 14).

Gemessen werden die chemischen Parameter:

Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

Stickoxide (NOx, NO und NO<sub>2</sub>)

und Ozon (O3)

Weiters die meteorologischen Parameter: Sonneneinstrahlung, Niederschlag (Regen, rel. Luftfeuchtigkeit, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Außentemperatur (Innentemperatur) sowie der Luftdruck und in Zukunft auch die Gammadosisleistung.

Auf Grund der bisher gemessenen Daten können wir folgern, daß sämtliche Luftschadstoffe ( $NO_2$ , NO,  $SO_2$  und teilweise auch  $O_3$ ) am Ritten keine Dauerbelastung verursachen, sondern eher episodenhaft auftreten (Fig. 11b und 11c).

Dabei liegen, Ozon ausgenommen, die ermittelten Meßwerte vergleichsweise eher auf niedrigem Niveau. Beim  $NO_2$  und  $SO_2$  bleiben die Monatsmittelwerte das ganze Jahr unter 5  $\mu$ g/m³; auch im Falle von Belastungsepisoden liegen die 24 Studenmittelwerte unter 15  $\mu$ g/m³ (die höchsten Halbstundenmittelwerte betragen in einigen Fällen ca. 30  $\mu$ g/m³).

Beim NO liegen die Meßwerte mit Ausnahme vom Zeitraum Juli/August 1990 immer unter der Nachweisgrenze, ca. 1 - 2 ppb bezogen auf den Momentanwert (Fig. 11b). Relativ hohe Werte finden wir hingegen beim Ozon (Fig. 11a).

Die durchschnittliche Ozonbelastung ist dabei am Ritten höher als in Bozen (Fig. 12a). Die höheren Ozonwerte am Ritten sind eine Folge der stärkeren Sonneneinstrahlung und der fehlenden nächtlichen Ozonabbaureaktionen durch NO (diese sind für das Stadtgebiet typisch).

In den Wintermonaten sind die Ozonwerte infolge des tieferen Sonnenstandes und der Dunstglocke im Tal (über Bozen) besonders niedrig.



a) Monatsmittelwerte Aug. 89 – Aug. 90

100

50

80

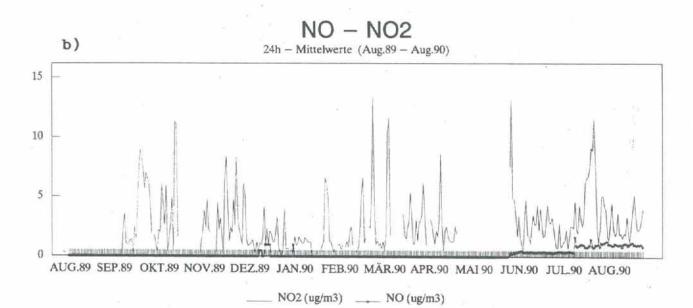
FEB.90 MAR.90 APR.90 MAI 90 JUN.90 JUL.90 AUG.90

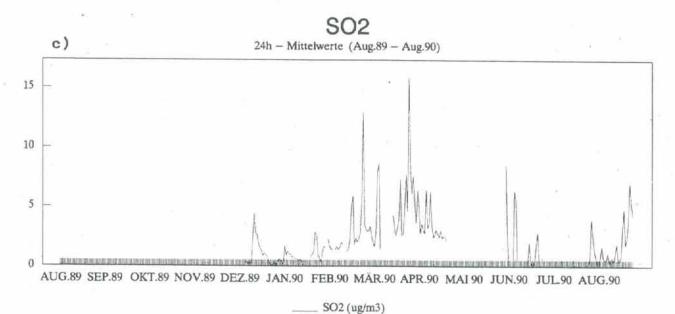
NO2 (ug/m3) O3 (ppb)

SO2 - NO2

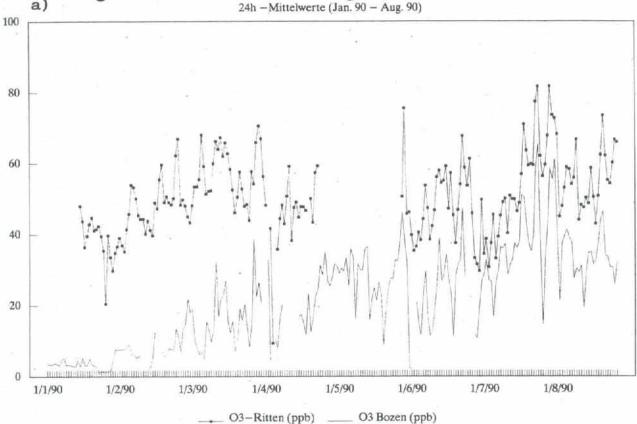
SEP.89 OKT.89 NOV.89 DEZ.89 JAN.90

SO2 (ug/m3)

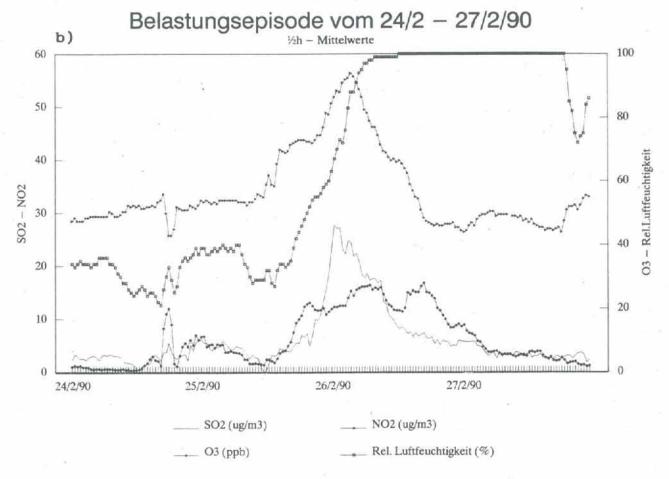




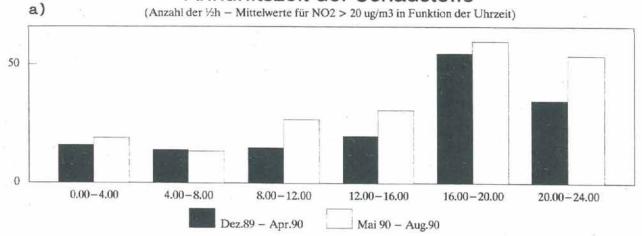
# Vergleich der Ozonbelastung am Ritten und in Bozen 24h - Mittelwerte (Jan. 90 - Aug. 90)



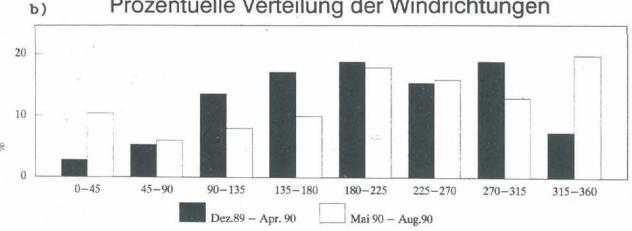
Messtation Rittnerhorn Chem. Landeslabor – Amt f. Physikalische Chemie



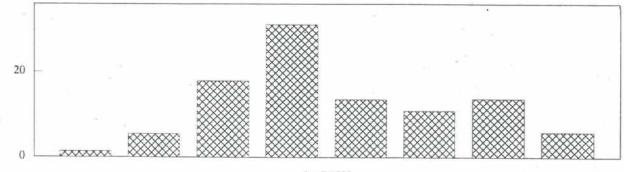
# Ankunftszeit der Schadstoffe



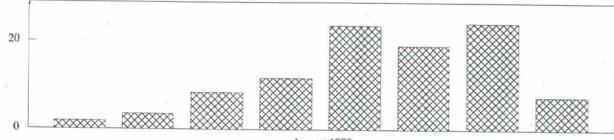
# Prozentuelle Verteilung der Windrichtungen







#### April 1990



%

#### August 1990

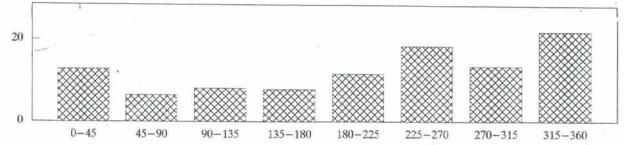


Abb. 13

Den höchsten Halbstundenmittelwert von 100 ppb (200  $\mu$ g/m³) hatten wir beim Ozon am 28/07/90 um 18.30 nach einer ausgeprägten Schönwetterperiode.

Für unsere Betrachtungen interessanter ist allerdings der Ozonspitzenwert von ca. 95 ppb, um 2 Uhr Früh am 26/02/90, bei Wetterumbruch und Wind von Süd Süd/West.

Vor allem dieser Meßwert ist ein Hinweis auf die Bildung von Photosmog im Talkessel von Bozen und Meran nach einer vorangegangenen Schönwetterperiode (Fig. 12b).

Für die Rittner Meßstation ist der in Fig. 12b gezeigte, zeitgleiche Anstieg sämtlicher Luftschadstoffe charakteristisch.

Wir finden, daß vor allem in der Winter- und Frühjahrsperiode nur dann signifikante Schadstoffmengen auftreten, wenn bei Wetterwechsel die Inversionsschicht im Tal aufgelöst wird.

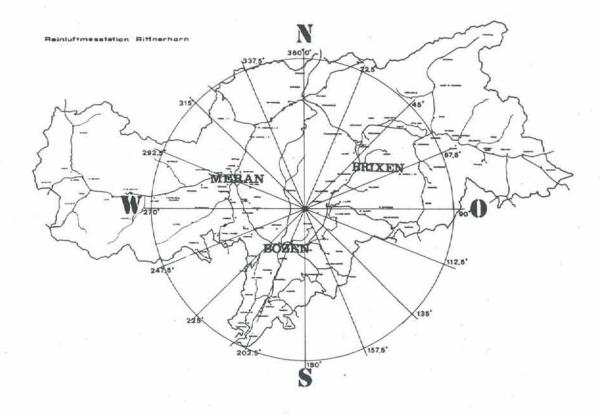
Da im letzten Winter praktisch durchgehend schönes Wetter herrschte, beobachten wir deshalb erst im Frühjahr einen Anstieg der Meßwerte. Man beachte in diesem Zusammenhang den zeitgleichen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit (ankommende Schlechtwetterfront) und den der Luftschadstoffe.

Dies deutet übrigens auch darauf hin, daß die Luftschadstoffe aus nahegelegenen Gebieten stammen, anderenfalls sollte man zwischen dem Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit und dem der Schadstoffe eine gewisse Verzögerung feststellen.

In Abhängigkeit von der Windtätigkeit (Maximum in den frühen Nachmittagsstunden, Minimum am Abend) treten die meisten Schadstoffe in der Zeitspanne von 16.00 bis 20.00 Uhr auf (Fig. 13a).

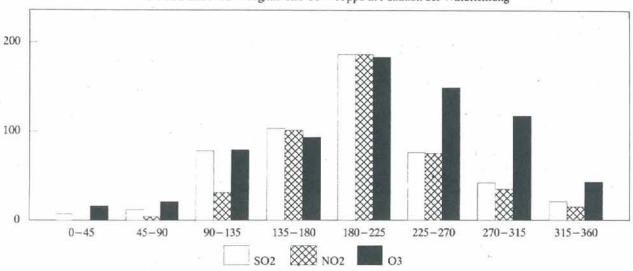
Die bevorzugten Windrichtungen sind dabei im Winter die Komponente von Süden (Bozen) und, nach Drehung des Windes im Laufe des Frühjahres, eine zunehmende Komponente aus dem Westen (Meran); anschließend in den Monaten Juli und August eine deutliche Zunahme der Nordwinde (Brenner).

In Figur 13b sind die Windrichtungen in acht Segmente zu je 45° eingeteilt. Diese Verteilung der Windrichtungen charakterisiert das Ausmaß der Schadstoffbelastung am Ritten.



# Dez.89 - Apr.90; Anzahl der 1/2h-Mittelwerte

für SO2 und NO2 > 6ug/m3 und O3 > 55ppb in Funktion der Windrichtung



# Jun.90 - Sep.90; Anzahl der ½h-Mittelwerte

für SO2 und NO2 > 6ug/m3 und O3 > 55ppb in Funktion der Windrichtung

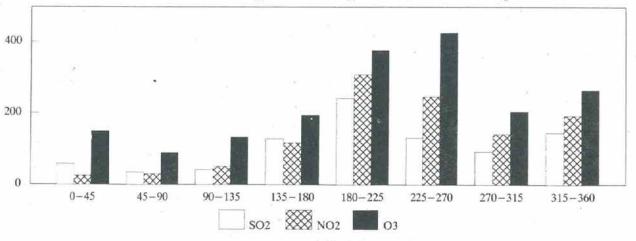


Abb. 14

Die Korrelation zwischen einer Schadstoffmindestmenge (für  $SO_2$  und  $NO_2$  Werte 6  $\mu g/m^3$ , für  $O_3$  Werte 55 ppb) und der Windrichtung ergibt, daß im Winter die Hauptbelastung eindeutig aus Bozen kommt. Im Frühjahr und Sommer steigt (infolge der Drehung des Windes) der Beitrag von Westen (Fig. 14).

Für die Sommermonate lassen sich infolge der hinzukommenden Nordwinde keine so eindeutigen Aussagen über die Herkunft der Schadstoffe treffen; "Hin- und Hertransporte" der Luftschadstoffe oder gar ein Ferntransport über die Alpen sind in diesem Fall nicht auszuschließen; wir müssen weitere Messungen bzw. Vergleiche mit anderen Meßstationen, wie die der ENEL am Hühnerspiel, abwarten.

In Anbetracht der Zunahme der NO-Werte gerade in den Monaten Juli/August (Fig. 11b) ist ein gewisser Beitrag durch die Brennerautobahn oder ganz allgemein durch den Reiseverkehr (auch am Ritten selbst) sehr wahrscheinlich.

Der vorliegende Untersuchungszeitraum ist sicherlich noch zu kurz, um endgültige Aussagen treffen zu können.

Wie die zeitweise sehr hohen Ozonwerte am Ritten beweisen, leidet bereits auch dieses sog. Reinluftgebiet allerdings unter einer gewissen Belastung durch Luftschadstoffe, die vom Pkw-Verkehr und vor allem bei Wetterwechsel von den Immissionen der nahegelegenen Stadtgebiete Bozen und vielleicht auch Meran herrühren. Diese Behauptung stützt sich auf Korrelationen mit der Windrichtung und auf die Tatsache, daß sämtliche Luftschadstoffe immer gemeinsam auftreten und vor allem zeitgleich mit einer nahenden Wetterfront ankommen. In Ermangelung einer weiteren Meßstation südlich von Bozen können wir jedoch nicht ausschließen, daß zumindest ein Teil der Belastung aus dem Süden, auch von außerhalb unserer Provinz, einströmt; die Kürze der Belastungepisoden spricht allerdings dagegen.

Nach fast einem Jahr Meßzeit neigen wir eher zur Annahme, daß die im Winter und Frühjahr am Ritten meßbare Luftverschmutzung zum überwiegenden Teil hausgemacht ist.

# 5. - Projekt MEMOSA - Messung und Modellierung des Schadstoffverhaltens im Alpenbereich -

Dieses Projekt entstand im Rahmen der bereits traditionellen Zusammenarbeit unter den Forstdiensten der Arge-Alp Mitglieder - Freistaat Bayern, Bundesland Tirol, Autonome Provinz Bozen, Autonome Provinz Trient - und ergab sich aus der gemeinsamen Notwendigkeit, die mit dem Vitalitätsverlust der alpinen Wälder eventuell verbundene Belastung durch Luftschadstoffe näher zu erforschen.

Ferner soll eine wesentliche Lücke unseres Kenntnisstandes bezüglich der großräumigen Verteilung (Ursprung, Transport, höhenmäßiger Gradient) von primären
und sekundären Luftschadstoffen im betroffenen Alpengebiet (Mesoskala) mit besonderem Augenmerk auf die Photooxidantien (Ozon) und deren Vorläufersubstantien geschlossen werden.

Mit der Durchführung der Studie ist das Institut für Physik der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen bei München in Kooperation mit der Fa. AERODATA in Braunschweig und dem Fraunhoferinstitut für Atmosphärische Umweltforschung in Garmisch-Partenkirchen beauftragt.

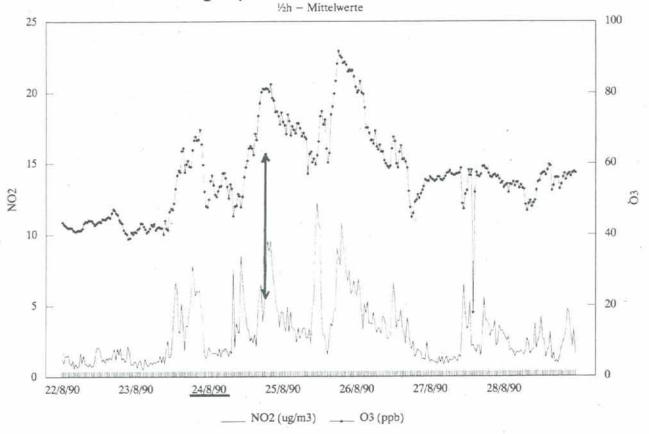
Die ersten Messungen wurden Anfang August dieses Jahres durchgeführt. Zwei Flugzeuge, ausgerüstet mit empfindlichen Meßsonden zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioyid, Stickoxid, Ozon, Wasserstoffperoxid, Kohlenwasserstoffen und Partikeln, flogen entlang einer Route von Oberpfaffenhofen über den Brenner bis nach Bergamo, und lieferten Konzentrationswerte in horizontaler und vertikaler Verteilung.

Gleichzeitig wurden meteorologische Parameter, wie Temperatur, Feuchte und Wind, gemessen. Ergänzt werden diese Messungen durch die routinemäßig vorgenommenen Registrierungen von Schadstoffen und meteorologischen Parametern längs der Flugroute an den Boden- und Bergmeßstationen der beteiligten Länder, wie eben jener am Rittner Horn (Chemisches Landeslabor - Amt für Physikalische Chemie) und jener am Hühnerspiel - Gossensaß (ENEL).

Die Meßdaten wurden in den Rechenzentren von Oberpfaffenhofen, Braunschweig und Garmisch-Partenkirchen ausgewertet.

Ein erster Überblick zeigt, daß die Belastungsverhältnisse im nördlichen und südlichen Alpenbereich, je nach den meteorologischen Bedingungen, ziemlich unterschiedlich sein können. Bei der am Meßtag herrschenden Südströmung wurden im südlichen Alpenbereich wesentlich höhere Schadstoffkonzentrationen gemessen als im nördlichen, wobei der Brenner, der häufig als Wetterscheide in Erscheinung tritt, auch die Grenze zwischen hoher und niedriger Schadstoffbelastung darstellte. Offenbar werden bei südlicher Luftströmung Luftschadstoffe aus der Poebene in die südlichen Alpentäler verfrachtet, wobei dann der Alpenhauptkamm einem weiteren Transport nach Norden hinderlich ist.

# Belastungsepisoden vom 22/8 – 28/8/90



Tagesverlauf der Halbstundenmittelwerte von  $N0_2$  und  $0_3$  an der Rittner Maßstation. Der Anstieg der Meßwerte am 24.08.1990, auf dem sich das Bild bezieht, ist deutlich sichtbar. (Meßstation Rittnerhorn - Chem. Landeslabor - Amt f. Physikalische Chemie)



Inversionsepisode am 24.08.1990 um 16.00 Uhr aufgenommen in Proveis mit Blickrichtung Süd Süd/Ost (Bild Forstwirtschaftsinspektorat).

Inwieweit lokale Quellen, wie Fabriken, Kraftwerke und Autobahnen zur örtlichen Belastung beitragen, kann erst durch eine eingehende Analyse der vorliegenden Daten im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Bodenmeßstationen, der Winddaten und den Modellsimulationen festgestellt werden. Im Sommer 1991 werden die Messungen fortgesetzt. Die endgültigen Ergebnisse werden Anfang 1992 vorliegen.

Man erhofft sich von den Messungen, die vornehmlich in den Sommermonaten vorgenommen werden, wertvolle Hinweise über die Herkunft der verschiedenen Schadstoffe und das Zustandekommen hoher Ozonbelastungen, wie die Photosmogepisoden während des Sommers 1990 zeigen (Fig. 15). Da hohe Ozonkonzentrationen u.a. vor allem durch photochemische Reaktionen von Kraftfahrzeugabgasen gebildet werden, ist die Frage von Interesse, ob hier die stark frequentierten Verkehrswege, wie z.B. die Brennerautobahn, hierzu einen wesentlichen Beitrag liefern. Zusätzlich zu den Messungen werden beim DLR-Institut für Physik der Atmosphäre Modellrechnungen durchgeführt, die den Transport und die Ausbreitung von Schadstoffen simulieren. Hiervon erhofft man sich bessere Kenntnisse über die im Alpenbereich sehr komplizierten Strömungsvorgänge.

## 6. - Untersuchung der Niederschläge und Kontrolle der Versauerungsprozesse in Hochgebirgsseen Südtirols -

Das Biologische Landeslabor setzt mit der Erfassung einiger chemischer und physikalischer Parameter der Niederschläge eine seit 1982 bestehende Meßreihe fort, welbesonders in Hinsicht auf das Problem Waldsterben/Saurer Regen begonnen wurde.

#### Niederschläge

Probenahmeorte für das Jahr 1990 sind Montiggl (530 m S.H. Stadtnähe) und Rittnerhorn (1780 m). Die Station Montiggl nimmt am norditalienischen Meßnetz zur Erfassung der Niederschläge teil, welches vom C.N.R. I.R.S.A. (Istituto di ricerche sulle acque) von Pallanza (VA) koordiniert wird.

Es werden nasse Depositionen (wet-only) und Gesamt-Depositionen (bulk) in Tages- und Wochenabständen mit einem automatischen Sammelgerät aufgefangen und auf pH-Wert, Leitfähigkeit, Gehalt an sauren Anionen (Sulfat, Nitrat, Chlorid), Alkalinität, Ammonium, sowie auf die Kationen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium hin untersucht.

Die vorgelegten Daten beziehen sich auf den Zeitraum vom 1. Jänner bis zum 30. Oktober 1990 und sind in Tab. 4 auszugsweise dargestellt.

Die mengengewichteten pH-Mittelwerte betragen für die Station Montiggl 4,52 (wet-only) bzw. 4,82 (bulk) und für Ritten 4,60 (wet-only) bzw. 4,76 (bulk) und liegen damit nach der Klasseneinteilung von SMIDT (1984) an der Grenze zwischen leicht sauer und ziemlich sauer.

93% (Ritten) bzw. 84% (Montiggl) der Regenereignisse weisen einen pH-Wert unter 5,6 - dem pH-Wert eines "reinen" Regenwassers - auf, 17%, (Ritten) bzw. 29% (Montiggl) liegen unter pH 4,60. Die gemessenen **Mindestwerte** waren **3,58** (Montiggl) und **3,77** (Ritten) für wet-only, wobei der pH-Wert von der jeweiligen Regenmenge unabhängig ist. Man beobachtet in der bulk-Sammlung beider Stationen höhere pH-Werte als in der wet- Sammlung: Dies läßt sich auf die neutralisierende Wirkung der festen Staubpartikel im offenen Gefäß zurückführen.

Die mengengewichteten bulk-Mittelwerte der SO<sub>4</sub>-S-, NO<sub>3</sub>-N-, NH<sub>4</sub>-N- und Cl-Konzentrationen liegen größenordnungsmäßig im Rahmen der Vorjahreswerte, zeigen aber eine leicht ansteigende Tendenz (Tab. 5). Dies kann möglicherweise mit der im heurigen Jahr spärlich gefallenen Regenmenge in Bezug stehen. Die Werte sind - mit Ausnahme des NH<sub>4</sub>-N-Wertes an der Meßstation Montiggl, also in unmittelbarer Nähe stark besiedelter Zonen, um ca. 10% höher als am Ritten.

Die Ammoniumwerte sind, wie zu erwarten, im späten Frühjahr und im Sommer am höchsten, wenn die höhere Temperatur der oberen Bodenschichten den Abbau von organischem Material beschleunigt und zudem der Großteil der Düngungen vor sich geht. Sie sind am landwirtschaftlich regen Ritten höher als in Montiggl.

Während die Schadstoffkonzentrationen im Regenwasser auf eine eventuelle akute Gefährdung von Vegetation und Bausubstanz schließen lassen, geben die pro Zeit- und Flächeneinheit deponierten Mengen der Schadstoffe einen Hinweis auf die Langzeitbelastung der jeweiligen Standorte. Es zeigte sich, daß der Standort Ritten trotz der im Vergleich zu Montiggl geringeren Konzentrationswerte (Fig. 17) aufgrund der größeren Niederschlagsmenge (1. Jänner - 30. Oktober: Montiggl 529 mm, Ritten 898 mm) höhere Einträge aufweist (Siehe Tab. 4).Die Nitratmengen betragen 61% (Montiggl) bzw. 59% (Ritten) der Sulfatmengen und zeigen im Vergleich mit deutschen Meßwerten (siehe Bericht 1989), daß Südtirol bei einem relativ mäßigen SO<sub>2</sub>- Ausstoß eine beträchtlich hohe Emission an NOx aus den Quellen Verkehr und Hausbrand aufzuweisen hat. Die Gesamtdeposition an Stickstoff aus Nitraten und Ammonium beträgt 12,9 kg/ha (Ritten) und 6,28 kg/ha (Montiggl) für den erfaßten 10-monatigen Zeitraum.

Für beide Meßstationen sind die Werte der bulk- und wet-only- Depositionen sehr ähnlich, was auf einen geringen Einfluß der Staubanteile auf die Gesamtdeposition hindeutet.

Tab. 4 Mengengewichtete Konzentrationsmittelwerte und entsprechende Depositionen der erfaßten Ionen im niederschlag für den Zeitraum: 1. Jänner - 30. Oktober.

		Mon	ntiggl	Rit	ten
		bluk	wet-only	bluk	wet-only
Н	(mg/l)	0,015	0,020	0,014	0,017
pН		4,83	4,52	4,76	4,60
Leitf.	(uS/cm)	18,1	17,8	16,5	16,2
S-S0 <sub>4</sub>	(mg/l)	0,88	0,76	0,80	0,77
N-N0 <sub>3</sub>	(mg/l)	0,54	0,48	0,47	0,42
N-NH <sub>4</sub>	(mg/l)	0,65	0,54	0,97	0,94
Cl	(mg/l)	0,35	0,23	0,44	0,21
Regen	(mm)	529,	525,	898,	820,
DEPOSITIO	NEN in kg/ha x 10	Monate			
H		0,079	0,102	0,128	0,136
S-S0 <sub>4</sub>		4,65	3,99	7,18	6,31
$N-NO_3$		2,86	2,52	4,22	3,44
$N-NH_4$		3,44	2,84	8,71	7,71
Cl		1,85	1,21	3,95	1,72

**Tab. 5:** Ionenkonzentrationen in den Niederschlägen der jahre 1983 bis 1990 und entsprechende Depositionen für die Meßstationen Montiggl und Ritten.

sampling site		H mg/l	pН	Cond. µS/cm	S-S04 mg/1	N-NO3	N-NH4 mg/l	C1 mg/l	precip. (mm)	H+ 9/m²y	S-S04 9/m²y	N-NO3 9/m²y	N-NH4 9/m²y	C1 9/m²y
Montiggl	1983	0.014	4.85	21.0	0.89	0.44	0.43	0.5	707.2	0.010	0.63	0.31	0.30	0.38
530 m	1984	0.019	4.72	19.6	0.83	0.38	0.33	0.4	737.8	0.014	0.61	0.28	0.25	0.28
	1985	0.012	4.92	18.5	0.85	0.46	0.58	0.3	680.2	0.008	0.58	0.31	0.39	0.22
	1986	0.014	4.84	18.6	0.75	0.51	0.48	0.3	732.4	0.010	0.55	0.37	0.35	0.19
	1987	0.014	4.85	17.2	0.73	0.42	0.45	0.4	889.5	0.013	0.65	0.37	0.40	0.32
	1988	0.015	4.83	19.5	0.93	0.47	0.52	0.4	672.6	0.010	0.63	0.32	0.35	0.25
	1989													
	1990	0.015	4.83.	18.1	0.88	0.54	0.65	0.35	529.0	0.009	0,56	0.34	0.41	0.22
Ritten	1985	0.011	4.97	16.3	0.76	0.38	0.58	0.3	968.5	0.011	0.75	0.37	0.56	0.28
1780 m	1986	0.016	4.80	15.9	0.60	0.40	0.44	0.2	978.4	0.016	0.59	0.39	0.43	0.23
	1987	0.014	4.85	14.4	0.60	0.32	0.41	0.3	1172.6	0.017	0.70	0.38	0.49	0.35
	1988	0.017	4.76	17.1	0.79	0.38	0.56	0.3	946.8	0.017	0.75	0.36	0.53	0.28
193	1989									*				122
	1990	0.014	4.76	16.5	0.80	0.47	0.97	0.44	898.0	0.015	0.86	0.51	1.05	0.47

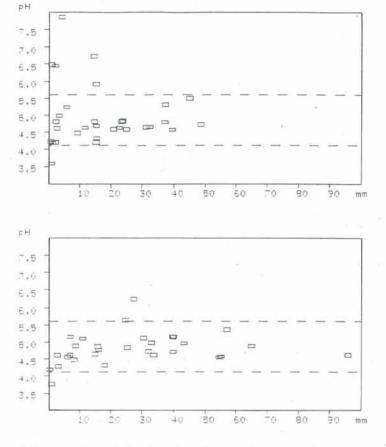


Fig. 16 -- pH-Werte und Mengen (in mm) der einzelnen Regenereignisse der Meßstation Montiggl und Ritten

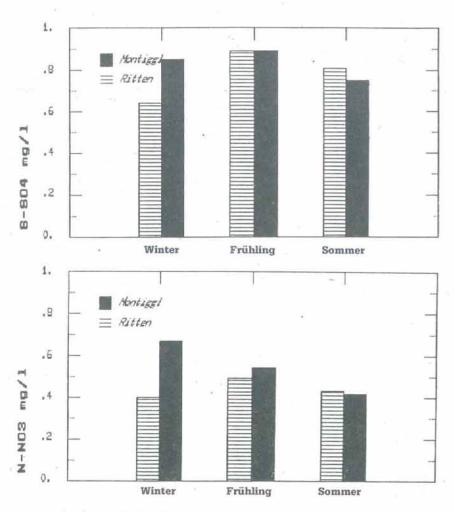


Fig. 17 — Vergleich der S-S $0_4$  und N-N $0_3$  - Konzentrationen im Regenwasser der Stationen Montiggl und Ritten (Angaben in mg/l)

Auffallende chemische Eigenschaften wie hohe pH-Werte, hohe Leitfähigkeiten, SO<sub>4</sub> und Cl-Werte zeigen die Niederschläge der Wochen vom 21. Mai, 13. August und 8. Oktober, was vermutlich auf Staubeinwehungen von großflächigen meteorologischen Ereignissen zurückgeht.

#### Seen

Die Kontrolle der Auswirkungen der Versauerung auf Hochgebirgsseen erfolgt in Südtirol seit 1983. Seit 1988 führt das Biologische Labor diese Untersuchungen im Rahmen eines zum Teil von der Europäischen Gemeinschaft finanzierten Projektes durch. Die folgenden Überlegungen beziehen sich auf eine Gesamtzahl von 53 Seen, die im Norden, Nordosten, Nordwesten und Südwesten des Landes auf einer Meereshöhe zwischen 1500 und 2800 m liegen.

Aus den chemischen Daten der untersuchten Hochgebirgsseen geht hervor, daß viele dieser Seen in empfindlichen Gebieten liegen (Kristallin) sowie eine geringe Pufferkapazität und einzelne Versauerungssymptome aufweisen (Bikarbonat-Verbrauch). Obwohl das Untersuchungsgebiet hohen Sulfat- und Nitrat-Depositionen ausgesetzt ist, und der berechnete mittlere Versauerungswert relativ hoch ist (51  $\mu$ eq/l), wird dieser Eintrag in den meisten Fällen durch Verwitterungsprozesse neutralisiert. Von den 53 untersuchten Seen fällt keiner in den Bereich der sauren Seen, in vier Seen wurden pH-Werte unter 6,0 gemessen, elf Seen wiesen ph-Werte unter 6,5 auf. Obwohl das Verhältnis basische Kationen - Säure Anionen (Ca\*+Mg\*)/(SO<sub>4</sub>\*+NO<sub>3</sub>) in sieben Seen unter 1 lag, wurde in keinem See ein pH-Wert unter 5,4 gemessen.

Nimmt man einen Alkalinitätswert 50  $\mu$ eq/l als Schwellen-Wert für empfindliche Seen an (Seen mit geringem Puffervermögen gegenüber Säureeintrag), so fallen 29% der untersuchten Seen in diesen Bereich. Nur 5% sind frei von Alkalinität mit Werten um 0 (3 Seen), und 12% weisen Alkalinitätswerte unter 20  $\mu$ eq/l auf. Einige dieser Seen können pH-Einbrüche während der Schneeschmelze erleiden, wenn die in der Schneedecke angesammelten Substanzen freigesetzt werden. Im Jahre 1990 wurde die Untersuchung auf weitere Seen ausgedehnt bzw. bereits untersuchte Seen wurden neu besammelt. Im Rahmen der Untersuchungen über den Versauerungsprozeß wurden zudem Sedimentproben aus vier Hochgebirgsseen entnommen. Anhand der Verteilung der Diatomeen (Kieselalgen) im Sediment, die als Anzeiger für Versauerung besonders geeignet sind, können die pH-Geschichte und die im Laufe der Zeit eingetretenen Veränderungen rekonstruiert werden.

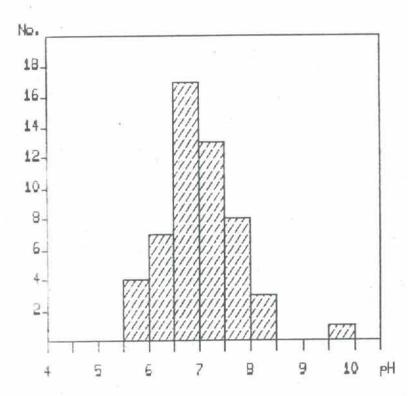


Abb. 18: Häufigkeitsverteilung der in den Hochgebirgsseen beobachteten pH-Werte.

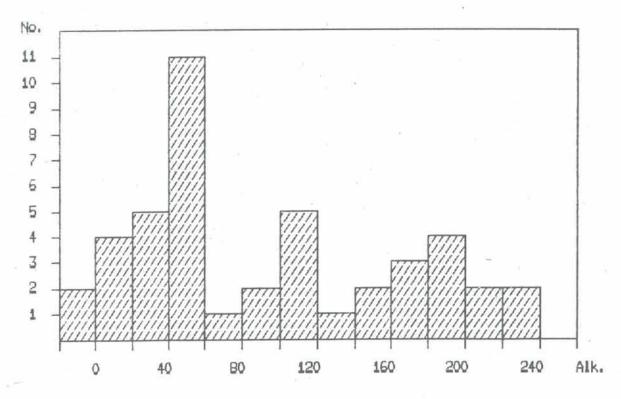


Abb. 19 : Häufigkeitsverteilung der Alkalinitätswerte ( $\mu$ eq/l) der Hochgebirgsseen mit Werten unter 250  $\mu$ eq/l.

# Verschiedene Untersuchungen im Rahmen der Waldschadensforschung.

Das Agrikulturchemische Laboratorium Laimburg hat im letzten Jahr verstärkt Aktivitäten aufgenommen, die in der Überwachung der Wälder und deren Gesundheitszustandes eine neue Phase einleiten sollen. Die ersten Jahre der Untersuchungen waren geprägt durch eine generelle Bestandesaufnahme des Gesundheitszustandes. Nadelanalysen und gezielte Bodenanalysen wurden durchgeführt. Es hat sich aber bald gezeigt, daß ein so intensives Programm nicht jährlich durchgezogen werden konnte, so daß man in reduzierter Form weiterarbeiten mußte, ohne daß dabei eventuell auftretende Veränderungen übersehen würden. Gleich zu Beginn der Nadelanalysen konnten wir feststellen, daß die Beeinträchtigung der Bäume primär auf Nährstoffdefiziten beruhte, hervorgerufen durch erschwerte Aufnahmebedingungen aus dem Boden. Klimatische Bedingungen sind vor allem dafür verantwortlich.

Die Versauerung der Waldböden war ebenfalls eingehend untersucht worden. Auch daraus konnte abgelesen werden, daß keine unmittelbare Gefahr in dieser Hinsicht bevorsteht bzw., daß Sondermaßnahmen zum Verhindern einer Versauerung eingeleitet hätten werden müssen.

In der Zwischenzeit haben in Europa auf verschiedenen Ebenen Koordinierungsbestrebungen eingesetzt, Methoden und Vorgangsweisen zur Erprobung und zur Analyse zu vereinheitlichen, damit die in verschiedenen Programmen angestrebten Untersuchungsergebnisse auch vergleichbar würden und somit europaweit nach einheitlichen Kriterien die Weiterentwicklung der Waldschäden verfolgt werden könnte.

Hierzu wird das Anlegen von Dauerbeobachtungsflächen vorbereitet. Hierunter versteht man einige wenige landestypische Standorte, an denen eingehende Untersuchungen nach vielerlei Kriterien angestellt werden. Dazu gehören:

- ★ Meteorologische Aufzeichnungen und Regenwasseruntersuchungen
- ★ Saure und trockene Deposition vor allem von Metallen
- ★ Niederschlagsanalysen unter Bäumen und Stammabfluß
- ★ Grund- und Oberflächenwasser, Wasserchemismus in den verschiedenen Bodenhorizonten
- ★ Überwachung der Gase in der Luft
- \* Nährstoffzusammensetzung der Böden
- \* Metallgehalte, besonders Schwermetallgehalte der Böden
- ★ Bodenphysikalische Parameter
- \* Bodentemperaturen
- \* Nadeluntersuchungen der Nährstoffe und Schwermetalle

- ★ Biologische Faktoren wie Vegetationsuntersuchungen
- \* Epiphyten und Flechten
- \* Biomasse der Bäume
- ★ Mykorrhiza- und Feinwurzeluntersuchungen
- ★ Enzymatische Bodenuntersuchungen
- \* Untersuchung metabolischer Prozesse im Boden.

Diese äußerst intensive Untersuchungstechnik kann nur an einem bzw. an einigen wenigen Standorten praktiziert werden. Die Ausarbeitung der Richtlinien für diese Punkte stehen vor dem Abschluß, so daß im nächsten Jahr voraussichtlich dieses Programm anlaufen kann.

Gleichzeitig zu diesem Intensivprogramm auf gesamteuropäischer Ebene laufen die Bestrebungen im Alpenraum in dieselbe Richtung, also auch zur Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen. Auch hierzu stehen die Arbeiten bald vor dem Abschluß. Die Vereinheitlichung der Methoden zwischen diesen beiden Initiativen ist noch nicht gegeben, jedoch sind dies notwendige Voraussetzungen, damit nicht unsinnige Doppeluntersuchungen angestellt werden müssen.

#### Nadeluntersuchungen

Die Proben am Bioindikatornetz werden dann nur in periodischen Abständen, etwa alle 8-10 Jahre; weitergeführt werden. Bei zu häufiger Probefolge erleiden dadurch auch die als Standards ausgesuchten Bäume eine Schädigung.

Anstatt wie in den letzten Jahren auf einigen ausgewählten Standorten Nadelanalysen durchzuführen, haben wir im vergangenen Jahr ein Sonderprogramm mit dem Ziel begonnen, die Nadelbeproben der Bäume zu vereinfachen.

Bisher war es notwendig, den 7. Quirl eines Baumes zu beproben. Dies war mit großer Mühe und großen Gefahren für die Probenehmer verbunden, handelt es sich dabei doch um ausgewachsene Bäume mit beträchtlicher Höhe. Wenn es gelänge, Umrechnungsfaktoren zu erarbeiten, die das Umrechnen von Analysendaten auf den als Standard geltenden 7. Quirl erlaubten, so wäre die Beprobung wesentlich erleichtert.

Wir haben nun 15 verschiedene Bäume eingehend untersucht, indem wir Astpartien in verschiedener Höhe, vom 6. bis 22. Quirl, und jeweils die drei bei uns üblichen Nadeljahrgänge analysierten.

Die Schwierigkeiten stecken vor allem bei den Elementen Stickstoff, Kalium und Magnesium, also den leicht beweglichen Elementen der Blätter und Nadeln, und nicht sosehr bei den schwer beweglichen Elementen wie Calcium, Phosphor, usw.

Der Vergleich zeigt, daß die Beprobung auch tiefer liegender Quirle zu vergleichbaren Ergebnissen führt, sofern einige Überlegungen bei der Probenahme und bei der Interpretation berücksichtigt werden:

- ★ Der Baum muß an den beprobten Quirlen dieselbe Wüchsigkeit aufweisen und nicht durch einseitiges Wachstum andere Ernährungsbedingungen besitzen.
- ★ Dasselbe gilt auch für andere Beeinträchtigungen wie starke Beschattung oder durch räumliche Behinderung von anderen benachbarten Bäume.
- ★ Sind die Konzentrationen der Elemente auf besonders hohem Niveau oder sind starke Nährstoffdefizite vorhanden, dann ist die Streuung der Werte zwischen den einzelnen Quirlen wesentlich größer. In der Beurteilung verwischt sich aber der Unterschied, da Überschuß oder Defizit gleichermaßen eindeutig erkannt werden können.
- ★ Jüngere Quirle als der 7. dürfen keinesfalls entnommen werden, da noch keine Stabilität der Nährstoffverteilung stattgefunden hat.

Wir werden auf Basis dieser Analysen Richtlinien zur Probenahme auch des 7., 14., oder 21. Quirls erlassen, so daß die Beprobung aller Bioindikatorbäume im nächsten oder übernächsten Jahr nach diesen Kriterien stattfinden kann, ohne Informationsverlust im Vergleich zu den bisherigen Analysen. Der Analysenbezug bleibt aber dennoch der 7. Quirl und dementsprechend erfolgt dann auch die Berechnung.

## 8. - Schlussfolgerungen -

Wie in der Vergangenheit auch, ist in den Monaten Juli-August 1990 nach den gleichen Bewertungskriterien zum siebten Male der Gesundheitszustand der Südtiroler Wälder erhoben worden.

Die Ergebnisse differieren um einige Prozentpunkte - genau gesagt um 5.2~% - gegenüber den bisherigen Werten und zwar leider zum Schlechten hin.

Sofort taucht die Frage auf, warum hat sich der Gesundheitszustand unserer Wälder im Jahre 1990 um etwa 5% verschlechtert? Welche sind die Ursachen?

Haupturche ist zweifelsohne die schlechte Luft, d.h. die Luftschadstoffe verschiedenster Herkünfte (Verkehr - Hausbrand - Kleinindustrie usw.), die sicherlich nicht ab-,sondern zugenommen haben. Man ist andererseits aber auch überzeugt, daß die zwei schneearmen Winter 1988-89 und 1989-90 sowie vor allem die extreme Trockenheit im vergangenen Sommer - keine nennenswerte Regenfälle im

Zeitraum Anfang Juli bis etwa Mitte Oktober - am ganzen Geschehen im Walde nicht spurlos vorübergegangen sind.

Es darf dabei nicht vergessen werden, daß die Aufnahmen zur Erhebung des Waldgesundheitszustandes gerade in diesen so kritischen Zeitraum gefallen sind. Dies jedoch nicht von ungefähr, da alljährlich aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit diese Erhebungen zum selben Zeitpunkt durchgeführt werden.

Es soll aber dabei berücksichtigt werden, daß die 5,2% von mehr kranken Bäumen zu unterteilen sind in 2,5% unbekannter und 2,7% bekannter Ursache.

Damit wird auch die Verschlechterung ins rechte Licht gerückt.

Wenn dann die einzelnen Schadklassen betrachtet werden, so ist die stärkste Zunahme in der Schadstufe 1 mit 1,4% zu verzeichnen, während die Klasse 2 mit 0,7% und die Klassen 3 und 4 mit 0,4% zu Buche schlagen.

Dazu kann noch bemerkt werden, daß heute in vielen Ländern die Schadstufe 1 vernachlässigt wird und nur die restlichen Klassen Berücksichtigung finden.

Wie schaut es bei unseren Nachbarn aus?

Laut vorliegenden Informationen ist in Tirol eine leichte Besserung um etwa 2% eingetreten, im Trentino ist die Lage gleich wie im Vorjahr, d.h. stationär, während in der BRD eine leichte Verschlechterung festgestellt worden ist.

Erfreulich ist die Feststellung, daß die Reinluftmeßstation Ritten seit einiger Zeit, nach verschiedenen Anlaufschwierigkeiten, nun endlich brauchbare und mit unseren Nachbarn vergleichbare Meßwerte liefert. Diese ersten Ergebnisse bestätigen in etwa das, was schon früher angenommen wurde, nämlich, daß die Luftverschmutzung zum Großteil hausgemacht ist.

Wenn zur Verbesserung der Luftqualität etwas gemacht werden soll, so muß in erster Linie im Lande etwas unternommen werden, wobei natürlich die Belastung durch den starken Transitverkehr nicht von uns direkt beeinflußt werden kann. In Bayern sind auf Grund des enormen Schadholzanfalles durch Sturm keine Erhebungen gemacht worden.

Wenn auch bei unseren Nachbarn keine nennenswerte Verschlechterung und bei uns nur eine leichte (2,5%) zu verzeichnen ist, so müssen wir trotzdem alle möglichen Anstrengungen unternehmen, um die Schadstoffmengen, die alltäglich in die Luft gelangen, drastisch zu reduzieren.

Es ist daher unumgänglich, auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene alles zu unternehmen, um die Schäden, die insgesamt durch die Umweltbelastung in

den verschiedensten Formen entstehen, weitmöglichst zu verringern. Wobei wirklich nur von einer Verringerung und nicht von einer Eliminierung zu sprechen ist, weil eine solche leider noch illusorisch ist.

Traurig ist nur, feststellen zu müssen, wie man allenthalben trotz vieler Warnungen äußerst sorglos mit der Natur und deren Ressourcen umgeht. Sorglosigkeit und Gleichgültigkeit der breiten Massen, Egoismus vieler, kurzsichtiges, verantwortungsloses Denken und Handeln so mancher Entscheidungsträger führen dazu, daß viel von Umweltschutz gesprochen, aber leider fast gar nichts getan wird. Immer mehr wertvolle Zeit verstreicht ungenützt, ohne daß konkrete Maßnahmen getroffen werden.

Es ist sicherlich sehr schwer für unsere gewählten Volksvertreter dem Egoismus und dem übertriebenen Gewinnstreben entgegenzutreten, Verordnungen zu erlassen, die dem Bürger Verzicht und Einschränkungen abverlangen. Auf längerer Sicht jedoch wird man nicht umhin kommen, dies zu tun.

Je früher, desto besser für uns alle! Bevor es zu größeren Katastrophen kommt, muß etwas unternommen werden.

Tatsache ist, daß Luftschadstoffe und andere Belastungsformen der Waldgesundheit stark zusetzen.

Nur ein gesunder Wald ist in der Lage, unseren Lebensraum im Gebirgsland Südtirol zu schützen und zu erhalten.

Nicht nur Interesse, sondern Verpflichtung von uns allen ist es, für die Erhaltung unseres Waldes und somit unseres Lebensraumes alles Notwendige zu unternehmen.