

Zustand der Tiroler Wälder

Bericht an den Tiroler Landtag 1986



Zustand der Tiroler Wälder

Untersuchungen über die Immissionsbelastung
und den Waldzustand in Tirol

Bericht für das Jahr 1985

Amt der Tiroler Landesregierung - Landesforstdirektion
Innsbruck 1986

ZUSTAND DER TIROLER WÄLDER

Herausgegeben als Bericht an den Tiroler Landtag 1986.

Amt der Tiroler Landesregierung, Landesforstdirektion
Bürgerstraße 36, A-6010 Innsbruck

Am Bericht haben mitgearbeitet:

Gassebner Helmut (11, 15); Kammerlander Hubert (12, 17, 20); Kuen
Herbert (21); Lesink Werner (6, 10); Moling Michael (16); Pack
Ida (2,10); Scheiring Herbert (1, 5, 9, 18); Schroll Hans-Peter
(7,10); Sprenger Eugen (8, 13, 14); Walch Josef (4, 7, 10); Weber
Andreas (3, 19).

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	
1. Die Immissionsbelastung bei SO ₂ und Stickoxiden in Tirol	1
2. Die Belastung mit Photooxidantien in Tirol	7
3. Schadstoffeintrag durch nasse Deposition in Tirol	17
4. Die Waldzustandsinventur 1985, Vergleich mit der WZI 1984, Entwicklung der Schäden	21
5. Waldzustandsinventur auf Stichprobenbasis oder durch Infrarotluftbilder?	35
6. Nadelanalysen - Ergebnisse des Bioindikator- und Tiroler Netzes 1985	37
7. Waldschäden in den Nachbarländern	40
8. Stand der Verfahren gegen forstschädliche Luftver- unreinigungen	44
9. Die Erfüllung des 12-Punkte-Förderungsprogrammes der Bundesländer	48
10. Waldzustand und Immissionssituation - Bezirksergebnisse	50
Bezirk Reutte	55
Bezirke Landeck und Imst	58
Bezirke Innsbruck-Stadt und Innsbruck-Land	65
Bezirk Schwaz	92
Bezirke Kufstein und Kitzbühel	101
Bezirk Lienz	124

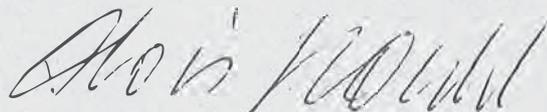
11. Zustand der Tiroler Schutzwälder	129
12. Schäden durch Wild	143
13. Einkommensverluste der Forstwirtschaft durch immissionsbedingte Walderkrankungen	152
14. Immissionsschäden an Jungbeständen	158
15. Luft- und Bodenverunreinigungen und Waldschäden durch den Straßentransitverkehr in Tirol	160
16. Entwicklung der Waldschäden im Raum Kufstein 1983-1985 als Beispiel für den Schadensfortschritt	182
17. Humus- und Wurzeluntersuchungen am Matzenköpfl als Beispiel für die Folgen der Schwermetallbelastung	185
18. Argumente zum Thema Waldsterben (Literaturzitate)	190
19. Trockenheit als Ursache der neuartigen Waldschäden?	196
20. Immissionsschäden im Zusammenhang mit dem Pflegezustand des Waldes?	198
21. Die Tätigkeit des Landschaftsdienstes im Jahre 1985	200
22. Tirols Wald 1985 in Zahlen	204
Anhang: Lage der Immissionsmeßstellen und Nadelprobepunkte der Landesforstdirektion in Tirol	207

VORWORT

Die Tiroler Landesregierung legt auch heuer wieder der Öffentlichkeit einen umfangreichen Bericht über den Zustand der Tiroler Wälder vor. Dabei werden alle verfügbaren Informationen aus der Waldzustandsinventur 1985, aus den Bioindikatorennetzen und aus den umfangreichen Immissionsmessungen des Landes zu einer Gesamtanalyse zusammengefaßt. Damit wird auch dem Forstgesetz 1975 Rechnung getragen, das neben dem Nachweis von Waldschäden auch den Nachweis von Grenzwertüberschreitungen verlangt.

Vor allem die detaillierte Besprechung der Situation in den einzelnen Landesteilen soll neben Information auch Arbeitsgrundlage zur Umweltentlastung sein. Umweltschutz ist nicht die Aufgabe einiger weniger, sondern die Aufgabe aller. Jeder Einzelne kann seinen Beitrag für eine lebenswerte Heimat durch einen schonenden Umgang mit der Umwelt leisten. Der Bericht soll aber auch Arbeitsgrundlage für alle jene Dienststellen sein, die in ihrem Aufgabenbereich umweltentlastende Rechtsvorschriften zu vollziehen haben.

Schließlich ist auch das Ergebnis dieses Berichtes kein Anlaß zur Resignation: Vor allem bei der Reduktion der SO₂-Belastung konnten beträchtliche Erfolge erzielt werden. Sie waren nur möglich, weil die Menschen unseres Landes bereit waren, für eine bessere Umwelt auch höhere Kosten auf sich zu nehmen. Dafür möchte ich allen danken. Der Bericht zeigt aber, daß wir weitere intensive Anstrengungen brauchen, um den für unser Land lebenswichtigen Wald zu erhalten. Wir müssen daher den eingeschlagenen Weg der Umweltentlastung konsequent fortsetzen!



Landesrat Dipl.Ing. Dr. Alois Partl

1. DIE IMMISSIONSBELASTUNG BEI SO₂ UND STICKOXIDEN IN TIROL

Schwefeloxide, Stickoxide und Kohlenwasserstoffe sind jene Luftschadstoffe, die entweder direkt oder indirekt über den Umweg von Folgeprodukten für das Waldsterben hauptsächlich verantwortlich sind.

Die SO₂-Immissionskonzentration hat in Tirol in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre einen Höhepunkt erreicht, der in den letzten Jahren durch ein ganzes Maßnahmenbündel wesentlich verringert werden konnte.

Ursachen für diesen erfreulichen Rückgang der SO₂-Immissionskonzentration waren:

Das Tiroler Ölfeuerungs-gesetz vom 5. 7. 1977 hat den Schwefelgehalt in den einzelnen Heizölqualitäten, soweit sie für den Hausbrand eingesetzt wurden, wie folgt beschränkt:

Heizöl extra leicht	0,3 %	Heizöl leicht	0,8 %
Heizöl mittel	1,5 %	Heizöl schwer	2,0 %

Ganz besonders wichtig war die Ermächtigung an die Gemeinden, unter besonderen meteorologischen oder topographischen Voraussetzungen, den Schwefelgehalt von Heizöl schwer auf 1,0 % abzusenken. Von dieser Möglichkeit hat die Gemeinde Innsbruck und einige Umlandgemeinden schon sehr frühzeitig Gebrauch gemacht.

1984 hat das Land Tirol dieses Gesetz novelliert und folgende Höchstwerte vorgeschrieben:

Heizöl extra leicht	0,3 %	Heizöl leicht	0,5 %
Heizöl mittel	1,0 %	Heizöl schwer	1,0 %

Diese Rechtsvorschriften, die allerdings nur für den Hausbrand gelten, haben ohne Zweifel wesentlich zur Verringerung der SO₂-Immissionskonzentration in Tirol beigetragen. Eine weitere verschärfende Novellierung des Ölfeuerungs-gesetzes befindet sich im Begutachtungsverfahren. Sie sieht folgende Höchstwerte vor:

Heizöl extra leicht	0,3 %	Heizöl leicht	0,3 %
Heizöl mittel	0,6 %	Heizöl schwer	1,0 %

Analysiert man den Einsatz der einzelnen Ölqualitäten für Hausbrand, Gewerbe und Industrie, dann zeigt sich, daß durch Dieselöl und Heizöl leicht rund 25 %, durch Heizöl schwer aber rund 65 % jener SO₂-Immissionen verursacht werden, die aus der Verbrennung von Mineralölprodukten stammen. Daraus kann die Forderung abgeleitet werden, den Schwefelanteil im Diesel (Heizöl extra leicht) von derzeit 0,3 % auf 0,15 % abzusenken, eine Maßnahme, die technisch möglich ist. Besonders wirksam aber ist eine Entlastung beim Einsatz von Heizöl schwer:

Ein Entlastungspfad führt über den Ersatz von Heizöl schwer durch Heizöl mittel (0,6 % S).

Eine wesentlich wirksamere Möglichkeit bietet die Verfügbarkeit von Erdgas als weitgehend schwefelfreier Energieträger.

Schließlich kann die Rauchgasreinigung nach dem Einsatz von schwefelreichem Schweröl eine ökonomisch und ökologisch gute Alternative sein.

Ohne Ersatz von Heizöl schwer durch Erdgas und ohne Installation von Rauchgasreinigungsanlagen beim Einsatz schwefelreicher Energieträger können keine weiteren entscheidenden Erfolge im Kampf gegen die Schwefeldioxidbelastung erzielt werden.

In Tirol gab es zum Teil unter Anwendung der zweiten Forstverordnung - zum Teil aber auch als Folge von Informationsgesprächen mit Tiroler Industriebetrieben - seit 1985 eine weitere spürbare Reduktion der Schwefeldioxidbelastung vor allem durch den vermehrten Einsatz von Heizöl schwer mit maximal 1 % Schwefel.

Der Tiroler Emittentenkataster 1978 weist für Tirol eine jährliche Emission von Schwefeloxiden (ohne Verkehr) in Höhe von ca. 13.500 t aus. Da es seither keine Neuerhebung der Schwefeloxidemissionen gibt, wird tieferstehend unter Nutzung der Brennstoffstatistiken und unter Einsatz durchschnittlicher Schwefelanteile im Brennstoff der Versuch einer ungefähren Abschätzung der derzeitigen Schwefeloxidemission gemacht. Dabei weist die Brennstoffstatistik 1984 folgende Verbrauchsmengen aus:

Heizöl extra leicht	115.000 t	Koks	37.800 t
Heizöl leicht	174.000 t	Steinkohle	65.500 t
Heizöl mittel	9.000 t	Braunkohle	18.000 t
Heizöl schwer	<u>113.000 t</u>		

Aus der Verbrennung dieser Brennstoffmenge resultiert als grobe Schätzung eine jährliche SO₂-Emission von ungefähr 10.000 t, das würde heißen, daß zwischen 1978 und 1984 die SO₂-Emission in Tirol um mindestens 30 %, höchstens aber um 40 % reduziert werden konnte. Dabei ist festzustellen, daß diese Reduktion in Tirol nicht überall im gleichen Umfang erzielt werden konnte, daß vielmehr die Entlastung regional unterschiedlich war.

Als endgültiges Ziel für eine ausreichende Umweltentlastung kann nach übereinstimmender Ansicht vieler Fachleute eine Reduktion um 90 % angesehen werden, die etwa um die Mitte der neunziger Jahre erreicht werden soll.

Beim Schwefeldioxid zeigen vor allem die Immissionsmessungen, die in Tirol seit Anfang der siebziger Jahre verfügbar sind, daß die SO₂-Belastung Ende der siebziger Jahre ihren Höhepunkt erreichte und seither beständig zurückgegangen ist. Diese Entwicklung kann als Lohn vielfältiger Anstrengungen im Bereich von Hausbrand, Gewerbe und Industrie angesehen werden, sie zeigt, daß Emissionen reduziert werden können, ohne daß damit ökonomische Grundlagen in Frage gestellt werden. Der Umfang der bisher erzielten Reduktion allerdings ist noch bei weitem nicht groß genug, um Umweltschäden durch Schwefeldioxidbelastung auf ein vertretbares Ausmaß zu verringern.

Die NO_x-Immissionskonzentration hat in Tirol - im Gegensatz zur SO₂-Belastung - im Laufe der letzten Jahre weiter zugenommen. Stickoxide sind gemeinsam mit Kohlenwasserstoffen für die Bildung von photochemischen Smog (Photooxidantien) verantwortlich, dem nach zahlreichen Untersuchungen der letzten Jahre eine Hauptursache des Waldsterbens beizumessen ist.

Mindestens 70 % der Stickoxidbelastung Tirols wird vom Verkehrsreich emittiert, die wachsende Verkehrsbelastung unseres Landes ist die Hauptursache für das Ansteigen der NO_x-Immissionskonzentration in

2
o.
unseren Ballungsräumen. Geht man von den derzeit gültigen Regelungen aus (Katalysatorlösung, kein Tempolimit, keine wesentliche Entlastung beim Transitverkehr), dann muß damit gerechnet werden, daß in den nächsten sieben Jahren kein Rückgang der NOx-Belastung eintreten wird. Alle bisher beschlossenen Maßnahmen werden erst mittelfristig wirksam, sie werden zudem durch die zu erwartende Zunahme des motorisierten Verkehrs in den nächsten Jahren noch ausgeglichen. Erst Mitte der neunziger Jahre wird die Stickoxidemission zurückgehen - wenn keine über den bisherigen Umfang hinausreichende Maßnahmen getroffen werden.

Möglichkeiten der NOx-Reduktion im Verkehrsbereich

Die verkehrsbedingte NOx-Emission, die in Tirol sicherlich mehr als 70 % der Gesamtemission erreicht, stammt zu rund 60 % aus dem Pkw-Bereich, zu rund 40 % aus dem Lkw-Bereich (siehe auch: Untersuchungen über Waldschäden, Luft- und Bodenverunreinigungen durch den Straßenverkehr im Wipptal, Landesforstdirektion 1986).

Für den Pkw-Bereich (Ottomotore) gilt in Österreich Katalysatorpflicht ab 1. 1. 1987 (über 1,5 l Hubraum) bzw. ab 1. 1. 1988 (unter 1,5 l Hubraum). Nachdem die prämienunterstützten freiwilligen Vorziehkäufe bei Katalysatorfahrzeugen kaum Erfolg hatten, muß ab den gesetzlichen Stichtagen noch mit einem etwa 10-jährigen Übergangszeitraum gerechnet werden, bis sämtliche Altfahrzeuge durch Neufahrzeuge mit Katalysator ersetzt sind. Da gleichzeitig eine weitere Zunahme des Kfz-Bestandes erwartet wird, kann, wie bereits oben ausgeführt, erst ab Mitte der neunziger Jahre mit einem allmählichen Rückgang der NOx-Emission durch die Katalysatorbestimmung gerechnet werden. Ein schärferes Tempolimit würde sofort wirksam und würde daher sofort eine entsprechende Schadstoffentlastung bringen. Das Ausmaß der NOx-Reduktion wurde zuletzt durch einen Großversuch des technischen Überwachungsvereins in Deutschland abgeklärt. Dabei wurde auf Autobahn-teilstrecken Tempo 100 verordnet und gleichzeitig die Schadstoffreduktion am Straßenrand (Immissionskonzentration) gemessen und mit nichtgeschwindigkeitsgeregelten Autobahnabschnitten verglichen. Für diesen Versuch liegt nun das offizielle Ergebnis vor. Obwohl nur 30 % der Autofahrer Tempo 100 exakt einhielten, ergab sich eine Reduktion

der verkehrsbedingten NO_x-Emission um 10,4 %. Die in manchen Publikationen genannten geringeren Einsparungsquoten beziehen sich auf die gesamte - und nicht verkehrsbedingte - NO_x-Emission. Gleichzeitig sank der Treibstoffverbrauch um 7 % - auf das bundesdeutsche Autobahnnetz hochgerechnet entspricht dies einer jährlichen Treibstoffeinsparung von 412.300 Tonnen. Bei einer höheren Befolgungsrate des Tempolimits wäre auch die Schadstoffreduktion und die Treibstoffeinsparung deutlich höher ausgefallen. Der Versuch umfaßte nicht die Einsparungsmöglichkeiten, die bei einer Temporeduktion auf 80 km auf Bundesstraßen möglich sind. Es ist bekannt, daß dabei die Einsparungsrate weiter ansteigt. Ein strengeres Tempolimit samt ausreichender Überwachung könnte also die verkehrsbedingte NO_x-Emission rasch und spürbar vermindern.

Schließlich besteht vom technischen Standpunkt auch die Möglichkeit, Altfahrzeuge ohne großen Aufwand mit unregulierten Katalysatoren nachzurüsten, die zwar nicht den hohen Wirkungsgrad der Dreiwegkatalysatoren erreichen, aber immerhin zu einer spürbaren Schadstoffreduktion führen. Der Vorteil einer solchen Nachrüstung wäre, daß diese Maßnahme nicht erst mit dem weitgehenden Austausch von Altfahrzeugen durch Neufahrzeuge wirksam wird.

Für den für unser Land besonders wichtigen Lkw-Bereich gibt es derzeit keine mittelfristig wirksame Rechtsvorschrift, wie die Katalysatorpflicht für Ottomotoren. Auch wenn eine teilweise Verlagerung des Lkw-Verkehrs auf die Schiene möglich ist, bleibt die Schadstoffemission des Schwerverkehrs für unser Land ein besonderes Problem, wenn keine zusätzlichen schadstoffreduzierenden Rechtsvorschriften erlassen werden.

Im technischen Bereich gibt es heute schon sehr konkrete Möglichkeiten, um die Emission schwerer Lastkraftwagen zu verringern. Damit das technisch Mögliche in die praktische Fahrzeugherstellung einfließt, sind jedoch der Industrie rechtzeitig klare Ziele von der Politik vorzugeben!

Einen Überblick über die technischen Möglichkeiten der Schadstoffverminderung bei Lastkraftwagen zeigt die tieferstehende Tabelle (aus: F. X. Moser: Möglichkeiten der Schadstoffverminderung bei Lastkraftwagen, ÖIAZ 1986/2).

Tabelle: Technische Möglichkeiten der Schadstoffverminderung
bei Lastkraftwagen

	Auswirkung bzgl.					Entw. Risiko	Entw. Aufwand	Mehr-kosten Serie	Reallsie-rungs-zeitraum
	Vor-brauch	NO _x	HC	CO	n/Part.				
A. Motorinterne Maßnahmen									
1. Brennraumgeometrie									
Verbrennungsverfahren	1-	2+	1+	1+	1+	1	3	1	1
2. Einspritzung (Hochdruckeinspritzung)	1+	2+	2+	2+	2	2	2	2	2
3. Förderbeginn	1-	3+	1-	1-	2-	1	1	1	1
	(3-)*								
4. Gesteuerte Einspritzung	1+	2+	1+	-	-	1	3	2	2-3
Pilot-Einspritzung									
5. Abgasrückführung	1-	3+	1-	1-	1-	3	3	3	2-3
	(3-)*			(3-)*	(3-)*				
6. Wasser-, Methanolzusätze	1+	3+	1-	1+	2+	3	3	3	3
B. Motor-, Fahrzeugkonzept									
1. Aufladung	2+	2+	2+	2+	3+	1 (3)**	2-3	2-3	1 (2)**
2. Ladeluftkühlung	3+	3+	1+	2+	3+	1 (2)**	2	3	1 (2)**
3. Hubvolumen-Vergrößerung Saugmotor									
— Leistung unverändert	1-	1+	1+	2+	2+	3	3	3	3
— Leistung LKK-Version	1-	3-	3-	3-	3-	3	3	3	3
4. Motorcharakteristik	2+	2+	1+	1+	1-	2	2	1	1
5. Fahrwiderstände	3+	2+	2+	2+	2+	1	3	3	2

Bewertung: 1 gering, kurzfristig (≥ 2 Jahre), 2 mittel, mittelfristig (≥ 4 Jahre), 3 stark, langfristig (≥ 6 Jahre)

* Klammerwerte gelten für Saugmotoren

** Klammerwerte gelten für Hersteller, die neu in die Technologie der Aufladung einsteigen

Zusätzlich zu Maßnahmen am Motor bzw. am Fahrzeugkonzept ist auch der Abgasnachbehandlung bei Lkws mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden. An der Entwicklung von Katalysatoren und Rußfiltern wird vor allem in den USA und in Japan intensiv gearbeitet. Aufgrund der hohen Anforderungen, die im Lkw-Bereich an diese Entwicklung gestellt wird, muß damit gerechnet werden, daß ab der politischen Forderung nach einem Dieselmotor ein Zeitraum von mindestens fünf Jahren bis zum serienmäßigen Einsatz verstreichen wird.

2. DIE BELASTUNG MIT PHOTOOXIDANTIEN IN TIROL

Schwefeldioxid ist längst als waldschädigender Faktor bekannt. Ebenso waren Photooxidantien schon lange als Verursacher von weitreichenden Waldschäden in Kalifornien festgestellt worden.

Oxidierete Kohlenwasserstoffe, Ozon, PAN und andere werden unter dem Begriff "Photooxidantien" zusammengefaßt. Sie entstehen vorwiegend aus den Autoabgasen unter Einwirkung von Sonnenlicht auf folgende Weise:

Das Stickstoffmonoxid (NO), das beim Verbrennungsprozeß im Motor aus dem Stickstoff der Luft entsteht, oxidiert an der Luft je nach den Randbedingungen mehr oder weniger rasch zu Stickstoffdioxid (NO₂). Das Stickstoffdioxid hat die Eigenschaft, daß es das Ultraviolettlicht aus dem Sonnenlicht absorbieren kann und von diesem UV-Licht in Stickstoffmonoxid und Ozon (O₃) gespalten wird. In Abwesenheit anderer Gase würde sich dieses Ozon sofort wieder mit dem entstandenen Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid verbinden, sodaß sich infolge dieses Rückkoppelungseffektes nur eine mäßig hohe Ozonkonzentration aufbauen könnte.

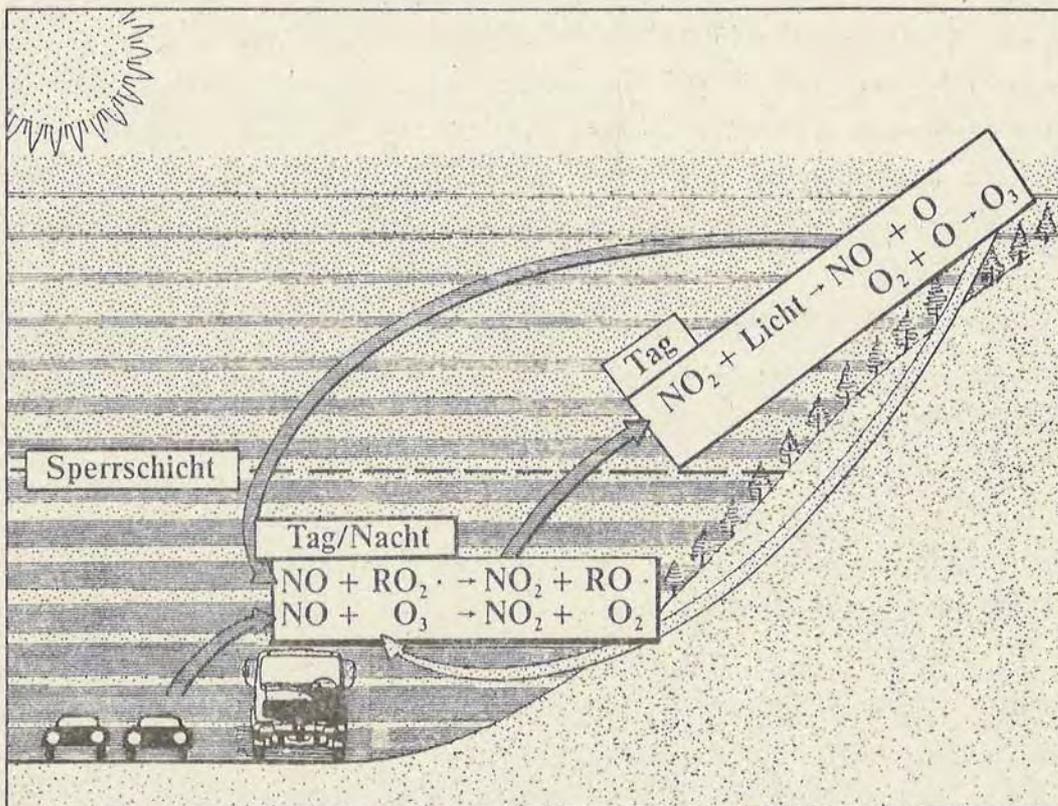
Die verhängnisvolle Wirkung der Kohlenwasserstoffe, die ebenfalls aus KFZ-Abgasen stammen, liegt darin, daß sie mit dem Sauerstoff der Luft so reagieren können, daß aggressive oxidierte Kohlenwasserstoffe entstehen. Diese oxidierten Kohlenwasserstoffverbindungen können das Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid umwandeln, ohne, daß dabei Ozon verbraucht wird. Da aus dem Stickstoffdioxid laufend wieder Ozon entsteht, steigt der Ozongehalt der Luft weit über den natürlichen Gehalt an.

Verbinden sich oxidierte Kohlenwasserstoffe mit Stickstoffdioxid, so entsteht das Peroxyacetylnitrat (PAN), das noch giftiger ist als Ozon, aber in geringerer Konzentration auftritt.

Die Abhängigkeit der erwähnten Reaktionsprozesse vom Tageslicht (UV-Strahlung) führt dazu, daß die Photooxidantien vor allem tagsüber und im Sommer entstehen, also auch in der Zeit der größten Assimilations-tätigkeit und damit auch der größten Schadensanfälligkeit der Pflanzen. Zudem nimmt die UV-Strahlung mit der Meereshöhe zu (in den Ber-

gen wird man rascher braun). Das führt dazu, daß auf den Gebirgswald zum Teil stärkere Konzentrationen an Photooxidantien einwirken, als auf den Wald in den Tallagen.

Schematische Darstellung der Ozonbildung in Abhängigkeit von der Quellenentfernung und von der relativen Höhe über Talgrund



Durch sogenannte Peroxiradikale RO_2 kommt es zu einer zweiten „ NO_2 -Pumpe“, ohne die der O_3 -Bildungsprozeß wegen des parallel erfolgenden Abbaus durch die „Ozonsenke“ NO stark rückgekoppelt wäre. In quellenferner Lage, vor allem oberhalb der nächtlichen Sperrschicht, fehlt diese Ozonsenke, so daß hier in der Regel höhere mittlere Ozonbelastungen vorkommen als in Quellennähe bzw. Tallage.

nach: B. Prinz. "Zur Problematik der Waldschaden", Essen, 1985aus
E. Nießlein, G. Voss. "Was wir über das Waldsterben wissen." DIV 1985).

Abb. 1: Schematische Darstellung der Ozonbildung

Daß auch in Mitteleuropa erhöhte Photooxidantienkonzentrationen auftreten können, wurde erst in jüngerer Zeit festgestellt. Dabei gilt Ozon als Leitsubstanz der Photooxidantienkonzentration. In Europa und Nordamerika ist in den letzten Jahrzehnten langfristig eine Zunahme

der Ozonkonzentrationen festzustellen. Aus diesem Grund wird in Tirol seit mehreren Jahren die Ozon- und Stickoxidbelastung an einzelnen Meßstellen erhoben. Messungen von Kohlenwasserstoffen sind derzeit aus technischen Gründen noch nicht durchgeführt worden. Im Jahr 1985 war die gerätemäßige Ausstattung so, daß an mehreren Meßstellen gleichzeitig die Ozon- und Stickoxidbelastung erhoben werden konnte. In den Tabellen 1 und 2 sind die Ergebnisse der Stickoxid- und Ozonmessungen aus dem Jahr 1985 zusammengestellt.

Stickoxide und Kohlenwasserstoffe gelten, wie oben schon beschrieben, als die wesentlichen Vorläufersubstanzen für die Ausbildung von Photooxidantien. Da für die Ausbildung der Photooxidantien aus den Vorläufersubstanzen eine gewisse Reaktionszeit benötigt wird, welche von einer Reihe von Randbedingungen unter anderem auch von der UV-Einstrahlung und der Temperatur abhängt, sind die höchsten Photooxidantien und Ozonkonzentrationen nicht am Ort der Entstehung der Vorläufersubstanzen - also in der Nähe der Straße - zu erwarten, sondern in einiger Entfernung von den Vorläuferquellen. Darüberhinaus ist mit einer gewissen, wenn auch geringeren, natürlichen Ozonkonzentration zu rechnen. In den Abbildungen 2 und 3 sind die maximalen Tagesmittelwerte der verschiedenen Meßstellen im Monat Juli sowie die maximalen Halbstundenmittelwerte im selben Monat dargestellt.

Aus diesen Abbildungen ist ersichtlich, daß mit zunehmender Seehöhe die Tagesmittelwerte der Ozonbelastung zunehmen, so z.B. von Hall auf 560 m über Gramart auf 840 m zur Seegrube auf 1960 m Seehöhe. Dies bedeutet, daß die im Talkessel von Innsbruck und an der Autobahn emittierten Mengen an Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen unter zunehmender Sonneneinstrahlung an den Hanglagen der Nordkette zunehmende Mengen an Ozon ausbilden. Es ist auch ersichtlich, daß z.B. bei der Ahorn-Bergstation südlich von Mayrhofen in 1910 m Seehöhe, wo im Talboden relativ weniger Verkehr herrscht, bei derselben Sonneneinstrahlung deutlich niedrigere Ozonbelastungen auftreten, und zwar sowohl hinsichtlich der Tagesmittelwerte als auch insbesondere hinsichtlich der maximalen Halbstundenmittelwerte.

Tab. 1: Übersicht über die Ergebnisse der Stickoxidmessungen in Tirol 1985

Meßstelle	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Nöblach- NO Hansler NO ₂			a/ b/ c			20/29/ 88 14/23/ 40	17/ 37/134 17/ 26/ 53					
Schwendberg-NO Mittertal NO ₂				3/ 4/ 11 6/ 9/ 15	2/ 4/ 6 3/ 5/ 13	2/ 3/ 11 4/ 6/ 16	2/ 3/ 8 4/ 6/ 16	3/ 4/ 15 3/ 4/ 12	4/ 5/ 20 4/ 8/ 20			
Hall BFI NO NO ₂	139/391/719 39/ 80/133	110/336/586 35/ 46/ 72	43/142/401 29/ 44/ 67	24/76/290 23/34/ 63	31/70/333 22/33/ 65	30/60/258 22/31/ 60	47/ 89/302 26/ 39/ 81	64/133/364 27/ 39/ 67	102/178/415 30/ 43/ 76	135/283/699 28/ 49/ 83	101/216/548 26/ 38/ 71	212/518/847 27/ 43/ 81
Innsbruck- NO Olymp.Dorf NO ₂	95/283/553 39/ 74/131	73/212/363 34/ 47/ 76	21/ 75/158 23/ 36/ 58	12/30/175 18/30/ 48	9/23/ 92 17/25/ 49	10/22/ 79 16/26/ 47	14/ 25/ 93 17/ 24/ 51	22/ 39/112 13/ 21/ 52	44/ 65/201 16/ 31/ 56	70/223/499 29/ 47/ 78	54/109/263 30/ 45/ 69	129/418/710 35/ 62/123
Ibk.LFD NO NO ₂					39/74/216 35/53/ 78	38/60/137 39/44/ 72				182/369/631 72/ 98/176	104/176/432 52/ 75/145	154/390/835 61/128/268
St.Anton/A.- NO Maienwasen/ NO ₂ Waldbad								5/ 8/ 33 4/ 6/ 20	3/ 6/ 65 5/ 7/ 20			
Wörgl-An- NO gathner Weg NO ₂										46/162/316 16/ 25/ 51	44/ 76/197 18/ 22/ 32	
Schwarz - NO Feuerwehr NO ₂												79/157/437 20/ 28/ 41
Straß/ NO Zillertal NO ₂							63/101/369 26/ 35/ 56					

a - Monatsmittelwert
 b - maximaler Tagesmittelwert
 c - maximaler Halbstundenmittelwert } in ppb

Tab. 2: Übersicht über die Ergebnisse der Ozonmessungen in Tirol 1985

Meßstelle	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Patscherkofel 1960 m	(e) a / b / c / d		(8) 50/ 58/ 54/ 4	(15) 59/ 74/ 81/15	(31) 63/ 77/ 88/30	(13) 65/ 75/ 90/13						
Seegrube 1960 m			(16) 67/ 82/ 95/15	(30) 73/ 92/104/29	(31) 75/ 91/103/31	(22) 69/ 82/ 93/22	(27) 69/ 90/ 96/25	(21) 65/ 85/100/21	(24) 56/ 66/ 79/18	(31) 51/ 80/ 91/20	(18) 44/ 57/ 57/ 8	(27) 50/ 65/ 67/18
Hall i.T. 560 m	(23) 3/ 14/ 33/ 0	(28) 5/ 18/ 39/ 0	(31) 13/ 26/ 48/ 0	(30) 22/ 40/ 64/ 1	(31) 24/ 46/ 70/ 7	(30) 21/ 37/ 70/ 6	(31) 21/ 36/ 77/10	(31) 15/ 36/ 76/ 1	(30) 8/ 18/ 55/ 0			
Gramart 840 m				(21) 37/ 63/ 82/ 6	(30) 36/ 52/ 73/12	(19) 35/ 56/116/ 6	(31) 33/ 57/106/10	(30) 28/ 52/100/ 1	(30) 19/ 36/ 65/ 0	(23) 12/ 33/ 60/ 0	(30) 10/ 36/ 44/ 0	(31) 13/ 40/ 49/ 0
Nöslachjoch 1700 m						(10) 43/ 73/ 91/ 4	(27) 61/ 78/111/24					
Gampen 1840 m								(24) 63/ 77/102/23	(24) 57/ 73/ 94/20	(14) 49/ 62/ 82/ 8		
Mittertal 830 m				(8) 44/ 54/ 72/ 4	(30) 47/ 61/ 90/19	(30) 43/ 60/ 93/12	(31) 47/ 72/102/14	(23) 41/ 67/ 96/ 4	(17) 31/ 47/ 79/ 2			
Ahorn 1910 m					(31) 46/ 57/ 62/ 9	(30) 43/ 52/ 61/ 5	(27) 47/ 60/ 71/11	(31) 42/ 58/ 66/ 6	(30) 39/ 50/ 60/ 2	(31) 34/ 49/ 56/ 0	(29) 29/ 39/ 42/ 0	

- a - Monatsmittelwert
 - b - max. Tagesmittelwert
 - c - max. Halbstundenmittelwert
 - d - Anzahl Tage mit 7 h-Fenster
≥ 50 ppb O₃
 - e - (Anzahl Meßtage pro Monat)
- } in ppb

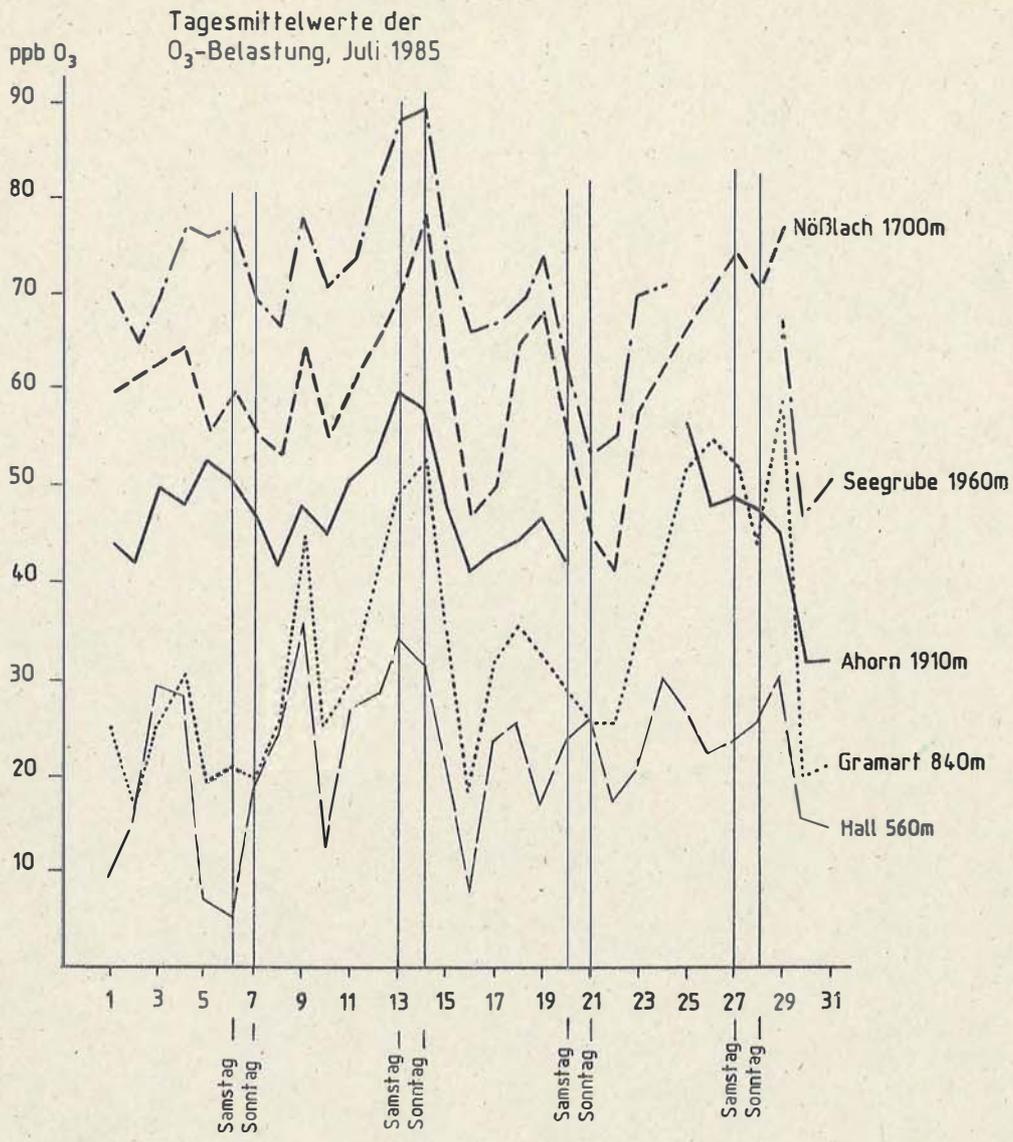


Abb. 2: Tagesmittelwerte der Ozonbelastung im Juli 1985

Auch eine Gegenüberstellung der mittleren Tagesgänge der Ozonbelastung von der Seegrube bzw. von der Ahorn-Bergstation zeigte deutlich, daß die täglichen Schwankungen am Ahorn geringer sind als auf der Seegrube. Dies weist ebenfalls darauf hin, daß die Einmischung durch lokale Ozonquellen am Ahorn als einem vom Transitverkehr nicht berührten Gebiet deutlich weniger ins Gewicht fallen als z.B. auf der Seegrube, am Patscherkofel oder am Nöblachjoch, also an Hanglagen, wo im Talboden jeweils starker Durchzugsverkehr herrscht.

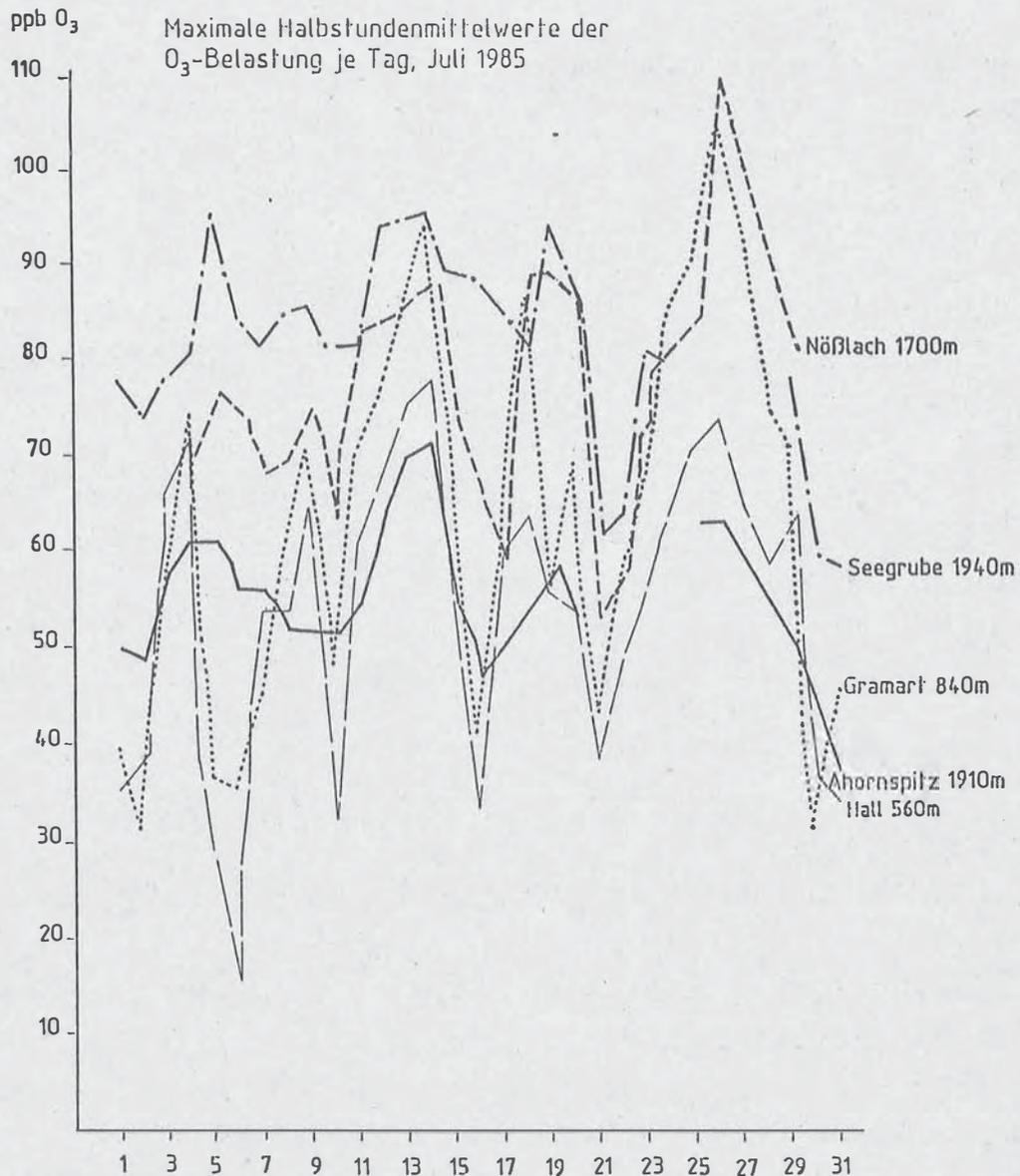


Abb. 3: Maximale Halbstundenmittelwerte der Ozonbelastung je Tag im Juli 1985

Obwohl die Meßstelle am Ahorn im hinteren Zillertal sicher nicht als unbelastet eingestuft werden kann, sondern nur als weniger verkehrsbeeinflußt, als die Hanglagen oberhalb von Innsbruck und im Wipptal, so sind doch die mittleren Tagesgänge bzw. die Tagesmittelwerte der Ozonbelastung in den Monaten Mai bis September 1985 auf der Seegrube mit durchschnittlich 67 ppb um mehr als die Hälfte höher als am Ahorn mit durchschnittlich 43 ppb Ozon. Die Spitzenbelastungen liegen noch weiter auseinander, mit nur maximal 71 ppb am Ahorn und maximal 108 ppb Ozon auf der Seegrube.

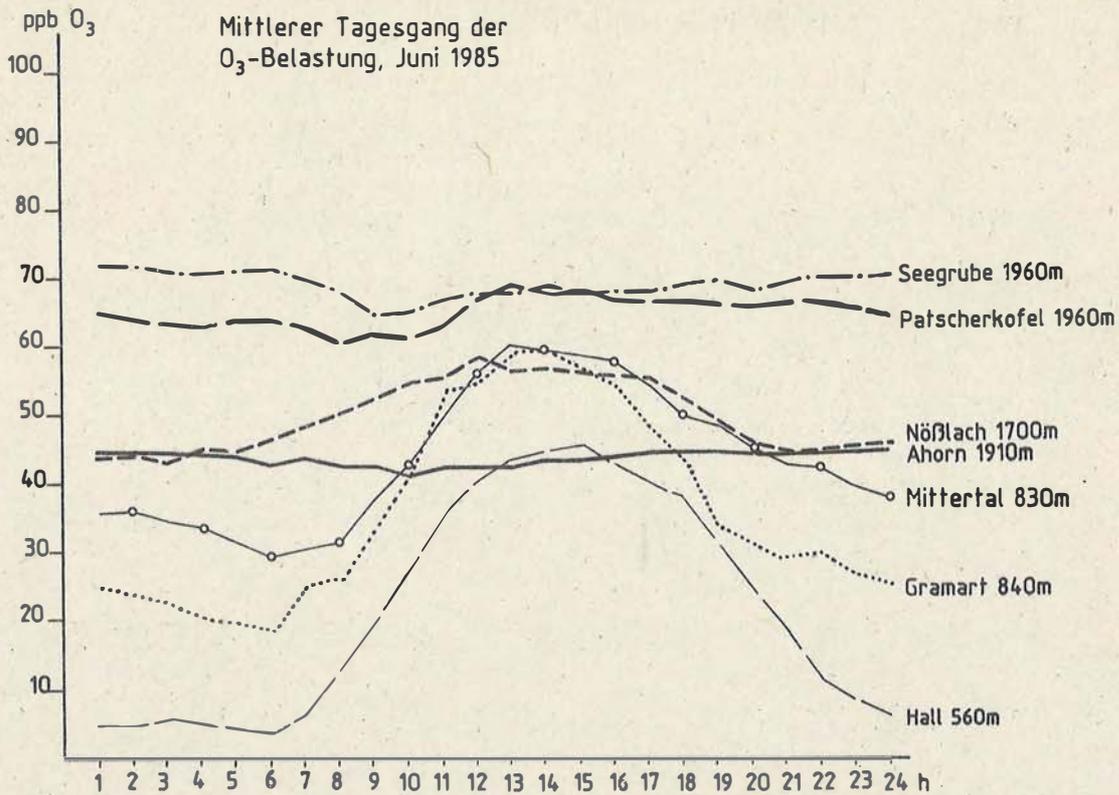


Abb. 4: Mittlerer Tagesgang der Ozonbelastung im Juni 1985

Ein Vergleich der Verkehrsmengen im Inntal, Wipptal und im Zillertal sind in Tab. 3 zusammengestellt.

Tab. 3: Durchschnittlicher (DTV) und maximaler Tagesverkehr (max. TV); KFZ/24 h

	Inntal: Vomp-Autobahn Weer-Bundesstr.	Wipptal: Brenner-Autobahn Brenner-Bundesstr.	Zillertal:	
			südl.Zell/Z	südl.Mayrhofen
DTV	27.609 ° 4.951 x	13.953 ° 5.485 °	6.789 x	2.236 x
	Σ 32.560	Σ 19.438	6.789	2.236
max. TV	49.866 ° 12.378 xx	36.856 ° 16.736 °	20.367 xx	6.708 xx
	Σ 62.244	Σ 53.592	20.367	6.708

- ° Automatische Straßenverkehrszählung 1984
- x Verkehrszählung 1980
- xx aus Verkehrszählung 1980 hochgerechnet.

Am Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim wurde von U. Arndt und F. Kaufmann festgestellt, daß täglich mehrstündige O₃-Belastungen mit einer Dosis von $c \times t = 50 \text{ ppb O}_3 \times 7 \text{ h}$ bei der Tanne zu einem deutlichen, statistisch gesicherten Rückgang der CO₂-Aufnahme, d.h. der Photosynthese führen. Dies bedeutet, daß die Tanne weniger Reservestoffe aufbauen kann und damit nicht nur über geringere Holzzuwächse, sondern auch über geringere Abwehrkräfte gegen biotische und abiotische Schäden verfügt. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den im Freiland festgestellten, fortschreitenden Vitalitätsminderungen dieser Baumart. Bevor totes Nadelgewebe zu erkennen ist, zeigt sich an den Jahrringen ein Zuwachsverlust. Der nachgewiesene Effekt der Ozonbelastung muß langfristig zu einer Schwächung der Baumart führen. In Tab. 4 sind die Prozentsätze jener Tage, an welchen 7 Stunden lang Werte von mehr als 50 ppb O₃ auftraten, für die einzelnen Meßstellen während der jeweiligen Beurteilungszeiträume zusammengestellt.

Tab. 4: Übersicht über die Häufigkeit von Tagen mit vegetationsbeeinträchtigenden Ozonkonzentrationen während der Vegetationszeit (April - September 1985)

Lage der Meßstelle	Seehöhe	Anzahl der Meßtage	%Anteil von Tagen, an denen eine O ₃ -Belastung von 50 ppb oder mehr während mindestens 7 h herrschte
Patscherkofel	1960 m	59	98 %
Seegrube	1960 m	155	94 %
Hall i.T.	560 m	183	14 %
Gramart	840 m	161	22 %
Nöblachjoch	1700 m	37	76 %
Gampen	1840 m	48	90 %
Mittertal	830 m	139	40 %
Ahorn	1910 m	149	22 %

Daraus ist ersichtlich, daß die höchsten Ozonbelastungen die in der Nähe der Hauptverkehrsrouten gelegenen mittleren und oberen Hanglagen des Inntals bzw. des Wipptals und des Arlbergs aufweisen. Dort muß an 76-98 % der Sommertage mit Ozonkonzentrationen gerechnet werden, wel-

che für die empfindliche Vegetation (z.B. Tanne) langfristig schädlich sind. Die relativ vom Durchzugsverkehr abgelegene Meßstelle am Ahorn oberhalb von Mayrhofen dagegen war nur an 22 % der Sommertage solchen erhöhten Ozonbelastungen ausgesetzt, wobei dort auch die Spitzenkonzentrationen niedriger waren (siehe weiter oben und Abb.2 und Abb.3). An den unteren Hanglagen in der Nähe der Emittenten treten relativ weniger häufig hohe Ozondauerbelastungen auf, wohl aber relativ hohe Spitzenwerte.

Daraus ist zu entnehmen, daß die pflanzenschädlichen Ozonkonzentrationen weniger in den Ballungsräumen auftreten, sondern stärker in der Umgebung der Ballungsräume bzw. der Hauptverkehrsrouen und zwar in mehreren Kilometern Entfernung bzw. in den angrenzenden höheren Hanglagen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Untersuchungsteams in Bern und Wien. (J. Führer: "Der Ozongehalt der bodennahen Luftschicht in der Region Bern", aus Wasser, Energie, Luft, 72 JG., Heft 5/6 sowie W. Struwe und G. Sprinzl: "Messung der Transmission und Emission von Luftschadstoffen", aus ÖBIG, Umweltbestandsaufnahme mittels Fernerkundung und Bodenmessung, Proj. III, 1984).

Die Ergebnisse der Ozonmessungen in Tirol zeigen, daß mit erhöhten waldgefährdenden Ozonbelastungen vor allem in den sogenannten Reinluftgebieten, welche von Zuwehungen aus verkehrsbelasteten Gebieten betroffen sind, zu rechnen ist, während die erhöhten SO₂-Belastungen vorwiegend in der unmittelbaren Umgebung der Ballungsräume auftreten.

3. SCHADSTOFFEINTRAG DURCH NASSE DEPOSITION IN TIROL

Vom Meßprogramm "Nasse Deposition", welches der Tiroler Forstdienst zur Erfassung des Schadstoffeintrages durch Regen/Schnee durchführt, liegen nun die **Ergebnisse von 3 Meßstellen** (Niederndorferberg/Kufstein, Achenkirch, Wängle/Reutte) **über einen Zeitraum von 2 Jahren**, von 2 weiteren Meßstellen (Innervillgraten, Gries/Nöblach) für ca. 1 Jahr vor. Die Meßstelle in Innervillgraten besteht seit August 1984, die in Gries/Nöblach wurde im Dezember 1984 in Betrieb genommen. Somit sind erstmals Daten für den Zentralalpenbereich sowie eine Region südlich des Alpenhauptkammes vorhanden. In Tab. 1 sind die Jahresmengen eingetragener Schadstoffelemente und das gemessene Niederschlagsvolumen angegeben.

Tab. 1: Schadstoffeintrag: Jahresvergleich (10/83-9/84 mit 10/84-9/85); Angaben in g/m²

Meßstelle	Niederschlag (mm)	H ⁺	NH ₄ ⁺ /N	NO ₃ ⁻ /N	SO ₄ ²⁻ /S
10/83-9/84 KUFSTEIN	1302	0,062	1,08	0,74	1,32
10/84-9/85	1185	0,045	0,71	0,59	0,84
10/83-9/84 REUTTE	1125	0,034	0,50	0,40	0,75
10/84-9/85	1334	0,026	0,57	0,39	0,65
10/83-9/84 ACHENKIRCH	1188	0,029	0,82	0,51	1,00
10/84-9/85	1048	0,035	0,47	0,37	0,62
NÖSSLACH *) 10/84-9/85	677	0,010	0,45	0,20	0,42
INNERVILLGRATEN 10/84-9/85	740	0,016	0,35	0,27	0,57

*) 10/84 und 11/84 wurden zu Vergleichszwecken geschätzt.

Abgesehen von den ähnlichen Niederschlagsmengen der jeweiligen Meßstellen beider Vergleichszeiträume zeigt sich für die Meßstellen Niederndorferberg/Kufstein, Achenkirch, Wängle/Reutte eine insgesamt

einigermaßen deutliche Reduktion aller angeführten Schadstoffe vom ersten (10/83-9/84) zum zweiten Untersuchungszeitraum. Eine Ausnahme bildet die leichte Zunahme des H^+ -Eintrages in Achenkirch sowie der Ammonium/N-Eintrag in Reutte. Nößlach weist - bedingt durch die geringe Jahresniederschlagsmenge - weniger Eintrag an Sulfat/S bzw. Nitrat/N auf, in Innervillgraten ist der relativ hohe Sulfat/S-Eintrag auffallend.

Ein direkter Vergleich der Meßstellen bezüglich Regenqualität kann durch die gewichteten Konzentrationswerte angestellt werden (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Vergleich der gewichteten Konzentrationswerte (10/83-9/84 zu 10/84-9/85); Angaben in mg/l

Meßstelle	H^+	NH_4^+/N	NO_3^-/N	SO_4^{2-}/S	pH-Wert **)
10/83-9/84 KUFSTEIN	0,047	0,83	0,57	1,02	4,32
10/84-9/85	0,038	0,60	0,50	0,71	4,42
10/83-9/84 REUTTE	0,030	0,44	0,36	0,67	4,52
10/84-9/85	0,019	0,43	0,30	0,49	4,72
10/83-9/84 ACHENKIRCH	0,025	0,69	0,43	0,84	4,61
10/84-9/85	0,034	0,45	0,35	0,60	4,47
NÖSSLACH *) 10/84-9/85	0,014	0,67	0,29	0,62	4,85
INNERVILLGRATEN 10/84-9/85	0,022	0,47	0,36	0,77	4,66

*) 10/84 und 11/84 sind als geschätzte Werte miteinbezogen

**) mengengewichteter Wert

Daraus geht hervor, daß bei allen 3 Meßstellen 1984/85 verglichen mit den vorhergehenden 12 Monaten insgesamt eine leichte Erniedrigung der Konzentrationsmittelwerte erfolgt ist, obwohl z.B. in Kufstein bezüglich Sulfat/S die Anzahl sehr stark belasteter Einzelereignisse mit über 3,33 mg Sulfat/S/l* von 9 auf 10 angestiegen ist.

* Diese Einteilung wurde nach S.Smids, Forstliche Bundesversuchsanstalt vorgenommen - siehe auch Zustandsbericht 1985, S. 57.

In Innervillgraten ist der Mittelwert für Sulfat-Schwefel mit 0,77 mg/l unerwartet hoch. Hier wurde jedoch kein sehr stark belastetes Sulfat/S-hältiges Ereignis gemessen; bezüglich des Nitrat/N-Mittelwertes ist diese Station mit 0,36 mg/l vergleichbar mit Achenkirch.

Nößlach weist ähnliche Schadstoffmittelwerte auf wie Reutte bzw. Achenkirch; Der pH-Mittelwert von 12/84-9/85 dieser Station kommt mit 4,85 jenem von reinem Regenwasser (pH-Wert 5,6) am nächsten. Diese Meßstelle weist auch am wenigsten Überschreitungen der Schadstoffgehalte von allen Meßstellen auf.

Der hohe Jahresmittelwert für die Sulfat/S-Konzentration in Innervillgraten wurde durch eine Aufschlüsselung in das Winter- (10/84-3/85) und Sommerhalbjahr (4/85-9/85) näher untersucht (Tab. 3).

Tab. 3: Vergleich der gewichteten Konzentrationswerte Winterhalbjahr (10/84-3/85) zu Sommerhalbjahr (4/85-9/85); Angaben in mg/l

Meßstelle	H^+	NO_3^-/N	$\text{SO}_4^{2-}/\text{S}$
<u>KUFSTEIN</u>			
Winter	0,020	0,46	0,55
Sommer	0,046	0,52	0,78
Verhältnis s/w	2,3	1,1	1,4
<u>REUTTE</u>			
Winter	0,018	0,26	0,35
Sommer	0,020	0,31	0,55
Verhältnis s/w	1,1	1,2	1,6
<u>ACHENKIRCH</u>			
Winter	0,023	0,34	0,70
Sommer	0,037	0,35	0,56
Verhältnis s/w	1,6	1,1	0,8
<u>NÖSSLACH</u>			
Winter *	0,010	0,43	0,55
Sommer	0,016	0,25	0,64
Verhältnis s/w	1,6	0,6	1,2
<u>INNERVILLGRATEN</u>			
Winter	0,013	0,13	0,22
Sommer	0,026	0,46	1,01
Verhältnis	2	3,5	4,6

* Die Werte 10/84 und 11/84 sind geschätzt.

Im Winterhalbjahr waren die Mittelwerte für Sulfat/S und Nitrat/N in Innervillgraten die niedrigsten von allen Meßstellen, im Sommerhalbjahr 85 hingegen war der Mittelwert für Sulfat/S 4,6-fach erhöht - der höchste Wert aller Meßstationen; bezüglich des Nitrat/N-Wertes wurde ebenfalls eine starke Erhöhung festgestellt.

Die Nöblacher Konzentrationsdaten der Regeninhaltsstoffe im Winterhalbjahr 84/85 sind den Werten in Kufstein sehr ähnlich, im Sommerhalbjahr etwa mit Reutte vergleichbar. Insgesamt wurde hier wie auch in Kufstein, Reutte und Achenkirch eine relativ geringe Änderung der Nitrat/N- und Sulfat/S-Mittelwerte gegenüber den Winterhalbjahreswerten festgestellt. Die relativ niedrigen Jahreseinträge in Nöblach (siehe Tab. 1) sind somit hauptsächlich aufgrund der geringen Niederschlagsmengen zustande gekommen.

Zusammenfassend zeigen diese Ergebnisse, daß in Tirol unterschiedliche Schadstoffeinträge durch nasse Deposition hauptsächlich durch die regionalen Unterschiede in der Niederschlagstätigkeit zustande kommen. Unterschiedliche Verschmutzungsgrade des Regens/Schnee (siehe Sommerhalbjahr 1985 in Innervillgraten) wirken sich in zweiter Linie aus.

Eine genaue meteorologische Auswertung der vorliegenden Ergebnisse liegt noch nicht vor.

Generell kann hier jedoch die Untersuchung belasteter Niederschlagsereignisse durch die Wetterdienststelle Innsbruck (Dr. Gabl) und die Häufigkeitsverteilung der Höhenwinde des letztjährigen Zustandsberichtes der Tiroler Wälder zitiert werden (siehe dort 57f). Daraus ergab sich, daß belastete Niederschläge sowohl aus südlichen wie aus nordwestlichen Richtungen nach Tirol gelangt sind.

4. DIE WALDZUSTANDSINVENTUR 1985, VERGLEICH MIT DER WZI 1984, ENTWICKLUNG DER SCHÄDEN

Mit der Waldzustandsinventur (WZI) 1985, die im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft erstmals österreichweit durchgeführt wurde, liegen in Tirol, zusammen mit der Aufnahme 1984 bereits 2 völlig vergleichbare Untersuchungen vor. Dadurch ist neben der Erfassung des aktuellen Waldzustandes eine erste vorsichtige Aussage über die Entwicklung der Waldschäden in Tirol möglich. Sicherere Aussagen über den Trend können jedoch erst nach zumindest dreimaliger Wiederholung abgeleitet werden.

1. Untersuchungsmethode

Bei der Erstaufnahme im Jahre 1984 wurden mit einem 4 x 4 km - Raster über ganz Tirol 264 Probeflächen in Waldbeständen über 60 Jahre nach dem Zufallsprinzip ausgewählt und 10.325 Probebäume dauerhaft markiert. Diese 264 Probeflächen wurden 1985 wieder aufgesucht und dieselben Probebäume nach den bereits bei der Erstaufnahme vorgegebenen Kriterien wiederum beurteilt. Geringe Abweichungen bei der Probestammzahl ergaben sich infolge natürlichen Ausfalls einiger Stämme durch Windwurf, Kronenbruch oder Nutzung, für die Ersatzbäume ausgewählt wurden. Zur besseren Erfassung des Waldzustandes im Inntal wurde eine Netzverdichtung auf 2,8 x 2,8 km (Punkte diagonal eingeschoben) durchgeführt und 36 Probepunkte neu eingerichtet. Statistischen Grundsätzen folgend wurden diese Verdichtungspunkte für die Berechnung der Landes- und der Bezirksergebnisse nicht herangezogen, um keine Verfälschung des Ergebnisses durch den schlechten Zustand im Inntal zu erhalten und um das Ergebnis voll mit dem letztjährigen vergleichen zu können.

2. Ansprachekriterien

Der Gesundheitszustand jedes Probebaumes wurde nach mehreren Kriterien genau beurteilt. Das wichtigste Erhebungsmerkmal bildete dabei die Verlichtung der Baumkrone (vorzeitiger Nadel- oder Blattverlust), die für jeden Stamm in einer okularen Ansprache mit dem Fernglas erfaßt wurde. Die Krone wurde mit derjenigen eines vollständig gesunden

Baumes der gleichen Baumart verglichen, der Nadel-/Blattverlust in 10 %-Stufen geschätzt und dann nach dem Grad der Verlichtung den Schadstufen 1 bis 5 zugeordnet:

- Stufe 1: gesund, nicht geschädigt, keine Verlichtung,
Nadel-/Blattverlust 0 - 10 %
- Stufe 2: kränkelnd, leicht geschädigt, leichte Verlichtung,
Nadel-/Blattverlust 11 - 25 %
- Stufe 3: krank, mittelstark geschädigt, mittlere Verlichtung,
Nadelverlust 26 - 60 %
- Stufe 4: absterbend, stark geschädigt, starke Verlichtung,
Nadelverlust 61 - 99 %
- Stufe 5: abgestorben, Nadelverlust 100 %

Zur vorjährigen Ansprache ergab sich hier nur eine kleine Änderung. 1984 waren Kiefern, Zirben oder Lärchen mit mittlerer Verlichtung entweder der Stufe 2 oder 4 zugeordnet worden. 1985 wurden auch diese Baumarten in 5 Schadstufen angesprochen.

Neben der Kronenansprache auf Verlichtung wurden auch Nadel-/Blattverfärbungen und Vergilbungen beurteilt, die Bäume auf sonstige Schäden und Schädlingsbefall untersucht.

3. Taxatoren

Die Inventur 1985 wurde mit demselben Forstpersonal wie 1984 durchgeführt. Es handelte sich also um bereits erfahrene Taxatoren. Um subjektive Einflüsse möglichst gering zu halten, wurden die Einsatzgebiete vertauscht.

4. Auswertung

Die im Sommer erhobenen Daten wurden wie im Vorjahr in Zusammenarbeit mit dem Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung VIa/EDV auf der Computeranlage in der Landesbaudirektion ausgewertet.

Die Berechnung der Prozentwerte erfolgte nach den statistischen Grundsätzen einer Stichprobenaufnahme. Es erfolgte eine Gewichtung der

Baumarten nach ihrem tatsächlichen Mischungsanteil (Gewichtung nach der Bestandesgrundfläche).

Bei den angegebenen Prozentwerten handelt es sich um "ideelle Flächenanteile". Wenn beispielsweise 25 % geschädigt sind, so verteilen sich diese über die gesamte Waldfläche, sodaß im Durchschnitt jeder 4. Baum geschädigt ist.

Um bei der Auswertung eine genügend große Stichprobenanzahl zu erhalten, wurden die Bezirke Landeck und Imst, Innsbruck-Land und Stadt, Kufstein und Kitzbühel zusammengefaßt.

5. Ergebnisse 1985 und Vergleich mit 1984

Der schlechte Gesundheitszustand der Tiroler Wälder aus dem Inventurergebnis 1984 ist durch die Aufnahme 1985 bestätigt worden. In Tirol sind insgesamt 34 % des Waldbestandes über 60 Jahre geschädigt. 25 % des Bestandes weisen leichte, 7 % mittelstarke Schäden auf. 2 %, das entspricht etwa dem nachhaltigen Jahresholzeinschlag von 2 Jahren, sind schwerst geschädigt oder schon tot. Ein Drittel der Bäume ist also zumindest leicht geschädigt. Ein Zehntel weist bereits deutliche Schäden auf. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies eine Zunahme der Waldschäden um 4 Prozentpunkte (siehe Tab. 1).

Diese Verschlechterung ist insofern nicht als dramatisch zu bezeichnen, da sich diese Schadenszunahme auf die Stufe 2, also schwache Verlichtung, beschränkt, während der Prozentsatz der starken und mittelstarken Schäden gleich hoch geblieben ist. Die Schadensausweitung erfolgte nicht so rasant, wie wir es aus Berichten der letzten Jahre aus den Nachbarländern, bei denen bereits mehrjährige Inventuren vorliegen, kennen. Trotzdem kann man nicht von einer Stagnation der Schäden oder gar von einem "Stop" des Waldsterbens sprechen. Wenn bei einem so langlebigen Ökosystem wie dem Wald innerhalb nur eines Jahres meßbare Zustandsveränderungen auftreten, ist das kritisch zu beurteilen.

Umgerechnet auf die Tiroler Waldfläche von 437.000 ha ergeben sich ca. 122.000 ha ideelle Waldfläche als geschädigt. Dies ergibt seit

dem Vorjahr eine Zunahme um 14.000 ha. 90.000 ha sind leicht, 32.000 ha stark geschädigt.

Die Schäden an den einzelnen Baumarten

Die Ergebnisse der WZI für die einzelnen Baumarten sind in Tab. 1 und Abb. 1 dargestellt. Bei allen Baumarten kann eine leichte Verschlechterung festgestellt werden. Dabei ist für die Hauptbaumart Fichte, für die Tanne und die Zirbe eine Schadenszunahme unter dem Durchschnitt für alle Baumarten zu verzeichnen, während sie für Kiefer, Lärche und Buche über dem Durchschnitt liegt. Die stärkste Verschlechterung ergibt sich für die Kiefer. Während der Schadensfortschritt überwiegend von der Stufe 1 auf 2 erfolgte, haben sich bei der am stärksten geschädigten Tanne die mittelstarken Schäden um 2 Prozentpunkte von 17 % auf 19 % erhöht. Die Abnahme der starken Schäden bei Kiefer und Lärche zeigt keine Veränderung zum Vorjahr an, sondern ist auf die Neueinführung der Schadstufe 3 für diese beiden Baumarten zurückzuführen.

Tab. 1: Gesundheitszustand der einzelnen Baumarten in Beständen über 60 Jahre (in % der Bestandesgrundfläche) in Tirol

Baumarten	1(gesund)		Schadstufen				4+5(absterbend + tot)		gesamt geschädigt	
	1984	1985	2(leicht geschädigt)	3(mittelst. geschädigt)	1984	1985	1984	1985	1984	1985
Fichte	68	65	24	27	7	7	1	1	32 %	35 %
Tanne	46	43	32	33	17	19	5	5	54 %	57 %
Lärche	94	84	5	15	(-)	1	1	0	6 %	16 %
Kiefer	78	66	20	27	(-)	6	2	1	22 %	34 %
Zirbe	95	93	5	7	(-)	0	0	0	5 %	7 %
Buche	60	55	27	33	11	10	2	2	40 %	45 %
Laubhölzer	85	81	10	13	4	6	1	0	15 %	19 %
alle Baumarten	70	66	21	25	7	7	2	2	30 %	34 %
Baumartenverteilung (WZI): 66 % Fichte, 6 % Tanne, 11 % Lärche, 6 % Kiefer, 3 % Zirbe, 7 % Buche, 1 % sonst. Laubhölzer.										

Tiroler Waldzustandsinventur 1984 - 1985
Verteilung der Schädien bei den Hauptbaumarten

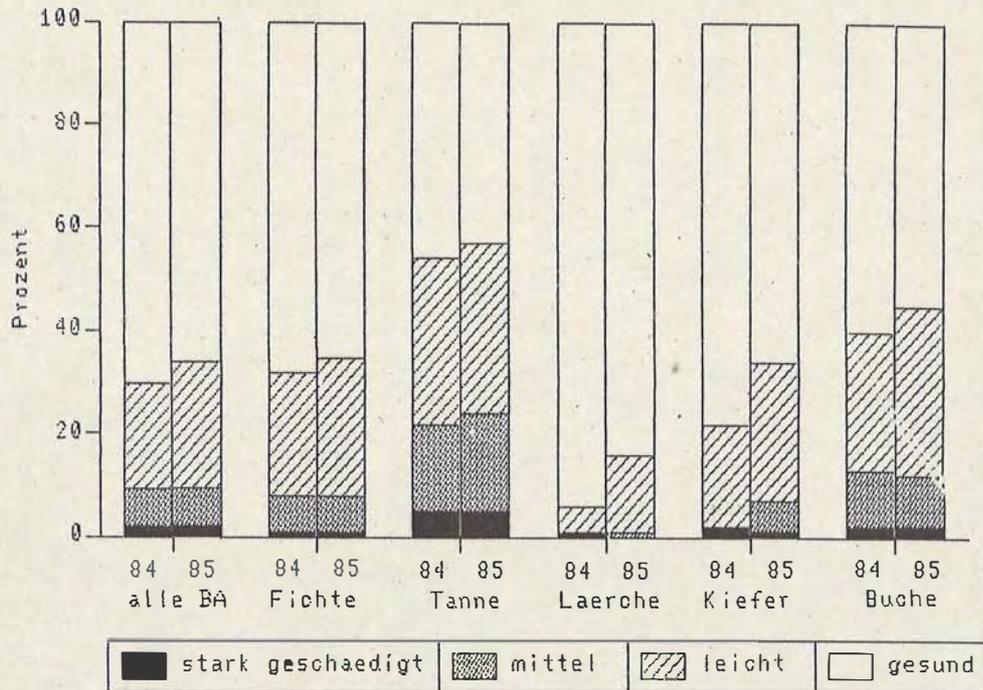


Abb. 1: Verteilung der Schäden bei den Hauptbaumarten

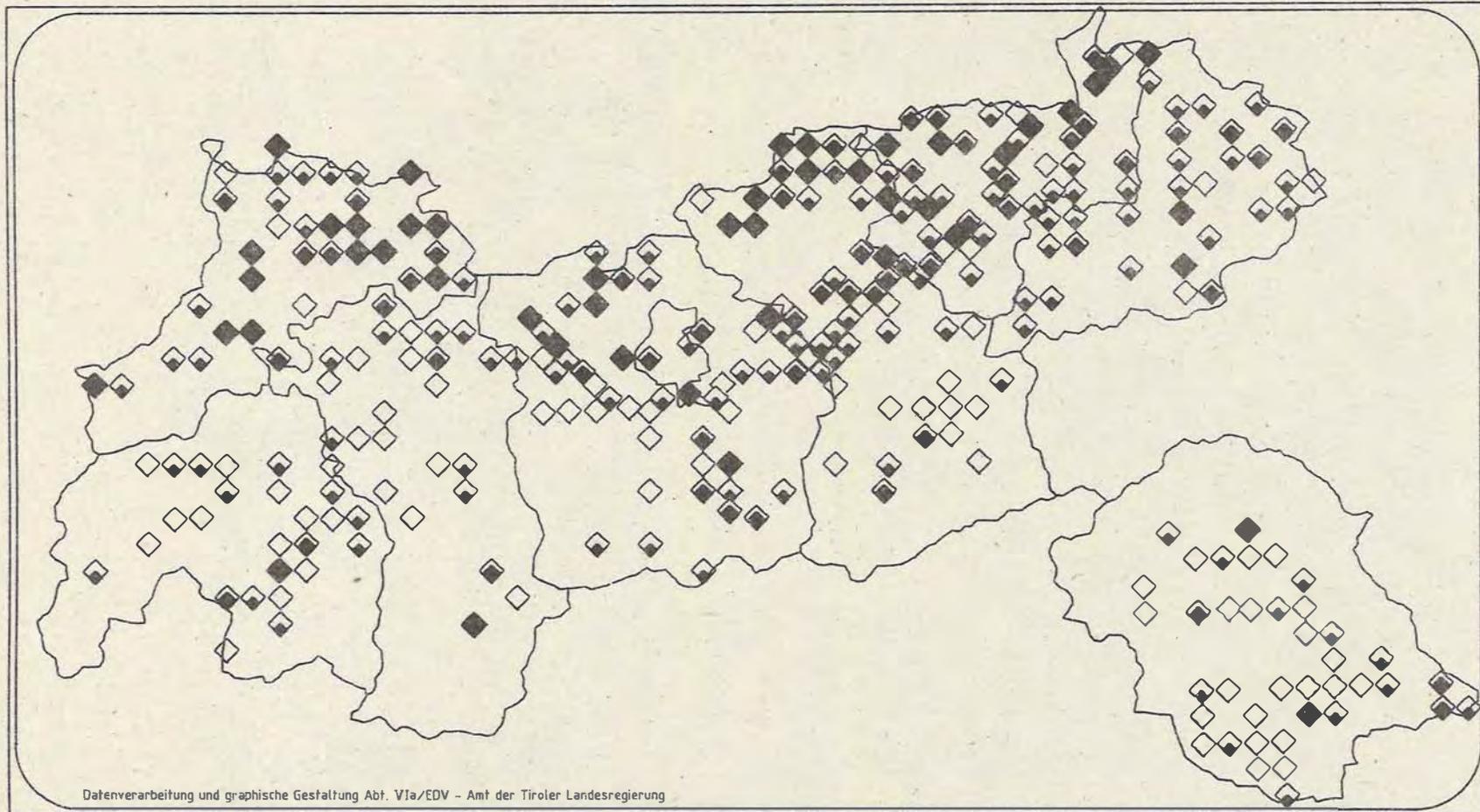
Die regionale Verteilung der Waldschäden in Tirol

Die Abb. 2 zeigt die Lage der Probeflächen. Für jede Probefläche wurde aus den Schadstufen der einzelnen Bäume der durchschnittliche Verlichtungsgrad errechnet und in 4 Abstufungen dargestellt. Je höher dieser ausfällt, desto schlechter ist der Waldzustand. Bei einem Verlichtungsgrad von 1,0 bis 1,2 ist der Wald gesund. Die Schäden gehen über ein natürliches Ausmaß nicht hinaus. Ab einem Verlichtungsgrad von 1,2 bis 1,5 kann man von einer schwachen Schädigung sprechen. Ab 1,5 ist der Wald bereits deutlich geschädigt. Dieser Verlichtungsgrad allein gibt allerdings noch keine Auskunft über die Ursachen dieser Schädigung. Um diese zu erkennen, müssen zusätzlich andere Untersuchungen und Messungen für eine Interpretation angestellt werden. Die Abb. 2 zeigt deutlich die 2 Hauptschadensgebiete in Tirol, die Nordalpen und das Inntal.

Die Auswertung nach den Landesteilen (siehe Tab. 2) ergibt für die

Abb. 2 : Durchschnittlicher Kronenverlichtungsgrad der Probeflächen

Waldzustandsinventur 1985



◇ Durchschnittlicher Kronenverlichtungsgrad 1.0 - 1.2

◐ Durchschnittlicher Kronenverlichtungsgrad 1.21 - 1.5

◑ Durchschnittlicher Kronenverlichtungsgrad 1.51 - 1.8

◒ Durchschnittlicher Kronenverlichtungsgrad 1.81 +

Nordalpen ein Schädigungsausmaß von 47 % und für das Inntal ein Schädigungsausmaß von 42 %. In den Zentralalpen und Osttirol ist mit 25 % bzw. 22 % der Waldzustand deutlich besser. Im Nordalpenbereich haben die Schäden um 7 %-Punkte zugenommen, sodaß dieser stärkere Schäden aufweist als das Inntal. Dieses Ergebnis ist vergleichbar mit den bayerischen Ergebnissen aus der Inventur 1985, die insgesamt keine wesentliche Veränderung zum Vorjahr brachte, wo aber die Schäden im angrenzenden Teil in den bayerischen Alpen sehr deutlich gewachsen sind.

Die aufgrund des schlechten Waldzustandes durchgeführte Netzverdichtung im Inntal brachte keine wesentliche Veränderung des Ergebnisses. 42 % sind geschädigt, davon 31 % leicht und 9 % deutlich. Diese Zahlen sind allerdings mit 1984 nicht mehr direkt vergleichbar, da hier durch die zusätzliche Probestfläche ein wesentlich höherer Datenbestand vorliegt.

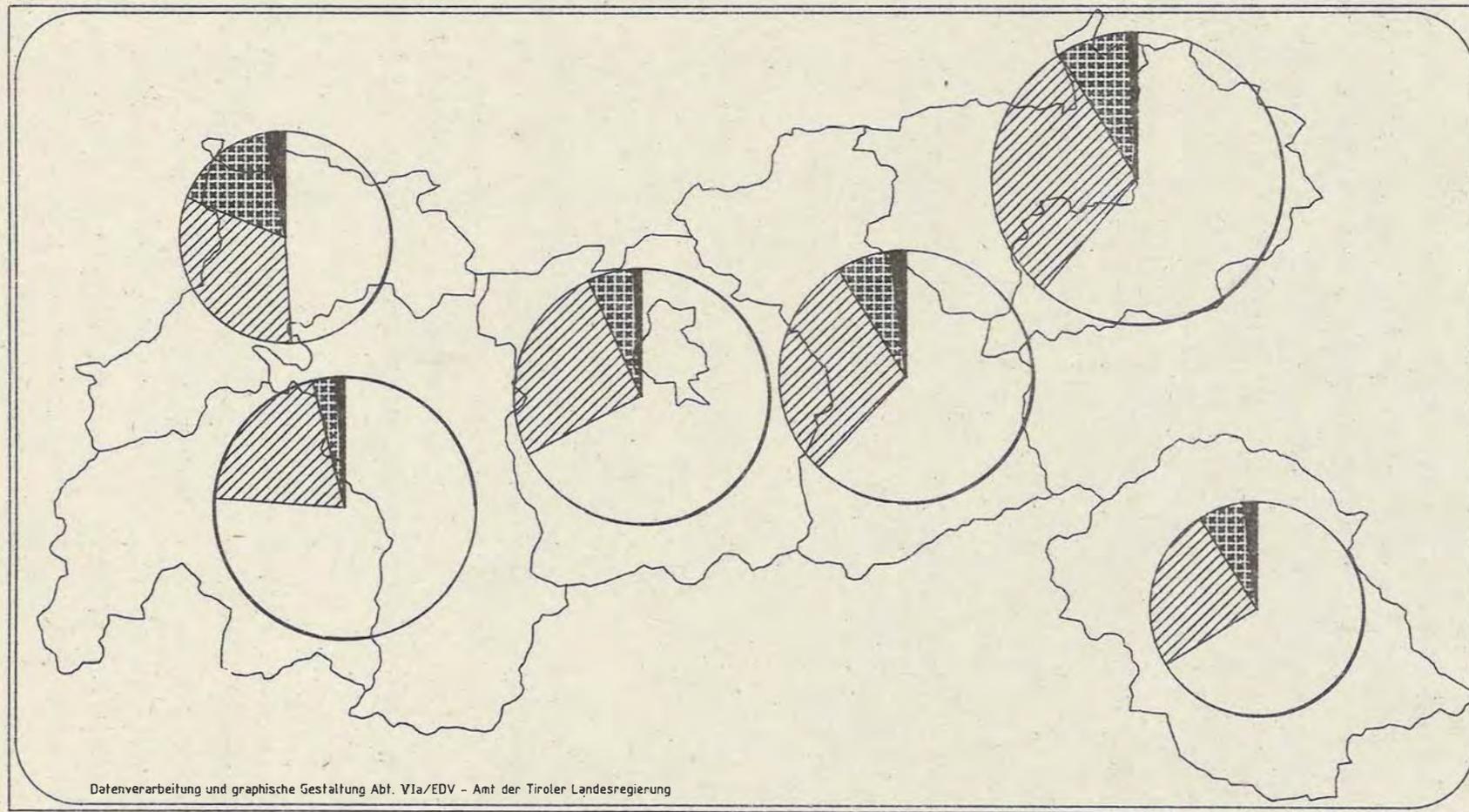
Tab. 2: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre in Landesteilen (in % der Stammzahl) in Tirol

Bezirk	1(gesund)		Schadstufen				4+5(absterbend + tot)		gesamt geschädigt	
	1984	1985	2(leicht geschädigt)	3(mittelst. geschädigt)	1984	1985	1984	1985	1984	1985
Nordalpen	60	53	26	32	11	12	3	3	40 %	47 %
Inntal	(56)	58	(32)	31	(10)	9	(2)	2	(44 %)	42 %
Zentralalpen	76	75	18	21	5	3	1	1	24 %	25 %
Osttirol	83	78	15	18	2	3	0	1	17 %	22 %

Die Tab. 3 und die Abb. 3 und 4 zeigen die Schadensentwicklung in den Bezirken. Der Bezirk Reutte, der zur Gänze im Nordalpenbereich liegt, ist mit 51 % - die Hälfte aller Bäume weisen Kronenverlichtungen auf - am stärksten von den Waldschäden betroffen. Die Bezirke Schwaz und Kufstein + Kitzbühel liegen mit 38 bzw. 39 % auch über dem Landesdurchschnitt. In Innsbruck-Land + Innsbruck-Stadt sind 32 % geschädigt, das Oberland (Landeck + Imst) und Osttirol sind mit 24 % bzw. 22 % noch am geringsten betroffen.

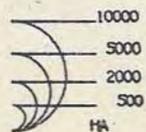
Abb. 3 : Waldschäden in den Bezirken

Tiroler Waldzustandsinventur 1985



Datenverarbeitung und graphische Gestaltung Abt. V1a/EDV - Amt der Tiroler Landesregierung

Waldfläche in ha



gesund



mittel geschädigt

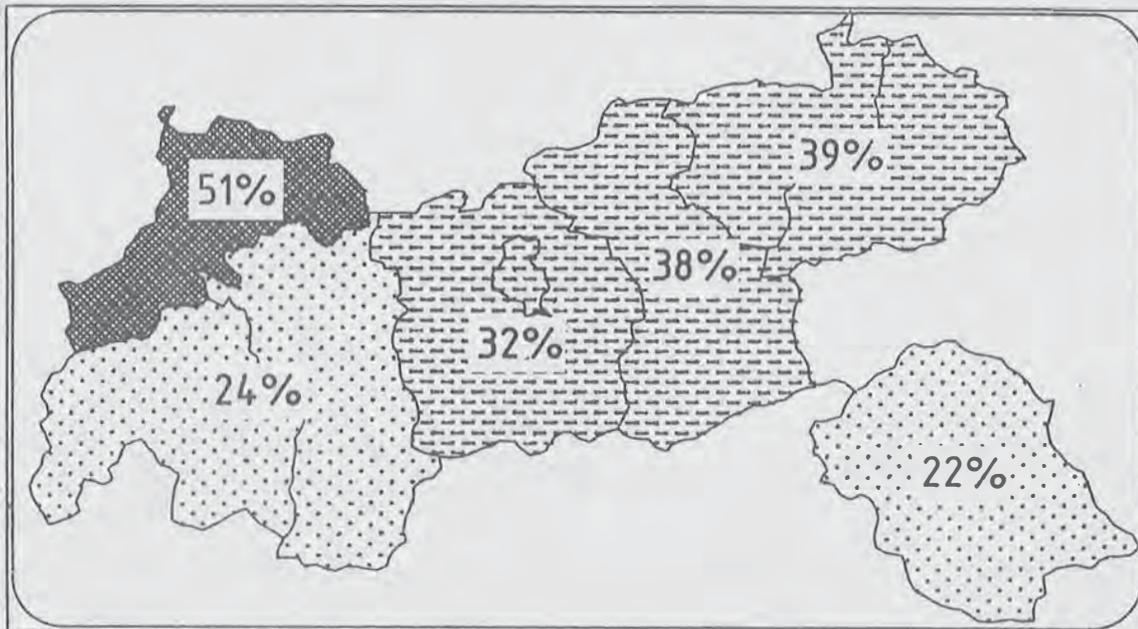


leicht geschädigt



stark geschädigt

Tiroler Waldzustandsinventur 1985
 Verteilung der Waldschäden in den Bezirken



Tiroler Waldzustandsinventur 1984-1985
 Zunahme der Schäden von 1984 bis 1985

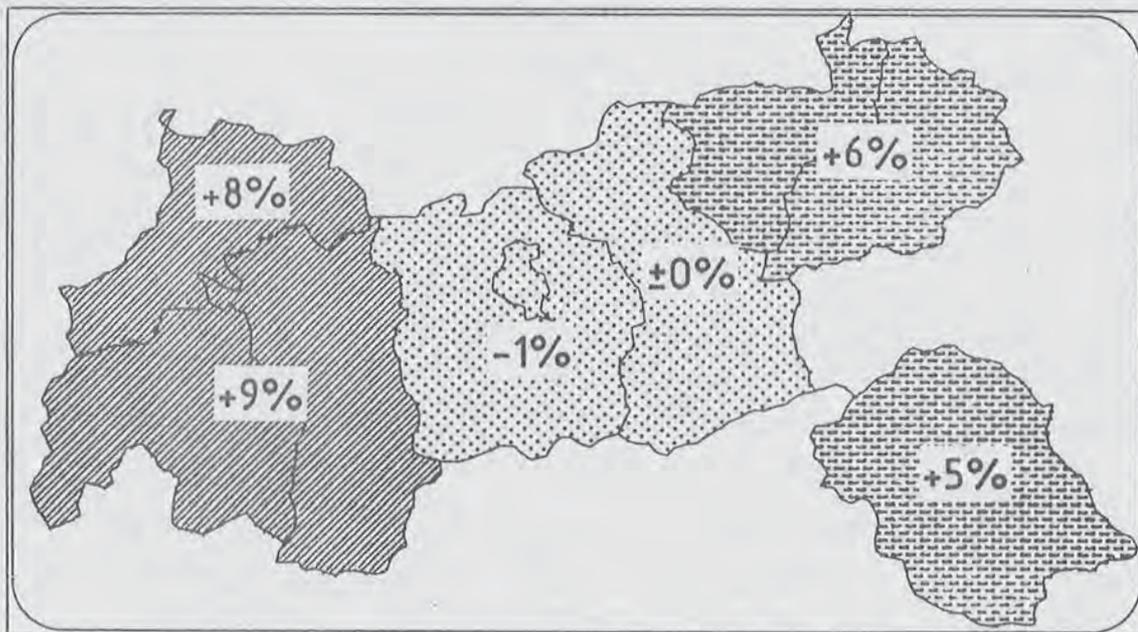


Abb. 4 : Verteilung der Waldschäden und Zunahme von 1984 bis 1985

Beim Vergleich mit 1984 fällt auf, daß sich der Waldzustand im Bezirk Reutte und im Oberland stark verschlechtert hat. In Kufstein + Kitzbühel und Lienz liegt die Zunahme der Schäden auch noch über dem landesweiten Ergebnis, während sich in Innsbruck-Land + Stadt und Schwaz keine wesentlichen Veränderungen ergaben.

Tab. 3: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre in den Bezirken (in % der Bestandesgrundfläche) in Tirol

Bezirk	Schadstufen									
	1(gesund)		2(leicht geschädigt)		3(mittelst. geschädigt)		4+5(absterbend + tot)		gesamt geschädigt	
	1984	1985	1984	1985	1984	1985	1984	1985	1984	1985
Reutte	57	49	24	32	16	16	3	3	43 %	51 %
Landeck+Imst	85	76	10	20	4	3	1	1	15 %	24 %
Ibk.Land+Stadt	67	68	28	26	4	5	1	1	33 %	32 %
Schwaz	62	62	29	29	7	7	2	2	38 %	38 %
Kufstein und Kitzbühel	67	61	24	30	7	8	2	1	33 %	39 %
Lienz	83	78	15	18	2	3	0	1	17 %	22 %
Gesamt Tirol	70	66	21	25	7	7	2	2	30 %	34 %

6. Schadstufenwanderungsanalyse

Die Methode der stichprobengestützten Waldzustandsinventur, die in ähnlicher Form in ganz Mitteleuropa eingesetzt wird, ist nicht dazu geeignet, aus nur zwei aufeinanderfolgenden Aufnahmejahren eine abgesicherte Trendaussage abzuleiten. Dazu sind mindestens drei aufeinanderfolgende Aufnahmen notwendig, Ende 1986 wird daher eine besser abgesicherte Aussage möglich sein. Derzeit kann nur mit Vorbehalt festgestellt werden, daß von 1984 bis 1985 die Anzahl der schwach geschädigten Stämme von 21 % auf 25 % angewachsen ist, was einem Zuwachs von 11,9 % entsprechen würde.

Eine interessante Information gibt eine Schadstufenwanderungsanalyse (siehe Abb. 5), die das Verhalten der einzelnen untersuchten Bäume zwischen 1984 und 1985 aufzeigt. Aus der folgenden Darstellung ersieht

man, daß die Walderkrankung keine grundsätzliche Einbahnstraße ist, daß Bäume, sofern sie noch nicht todkrank sind – durchaus die Kraft zur Erholung besitzen, wenn sich die Umweltverhältnisse verbessern. So "wanderten" 12 % der Stammzahl von "gesund" nach "schwach geschädigt", 8 % aber erholten sich und "wanderten" in die Klasse "gesund" zurück, sodaß sich schließlich ein Saldo von 4 %-Punkten ergab. Dieses nachgewiesene Erholungsvermögen bei besser gestalteter Umwelt sollte unsere Bereitschaft zur Umweltentlastung stärken. Waldsterben ist kein Schicksal, sondern eine Herausforderung, die gewonnen werden kann.

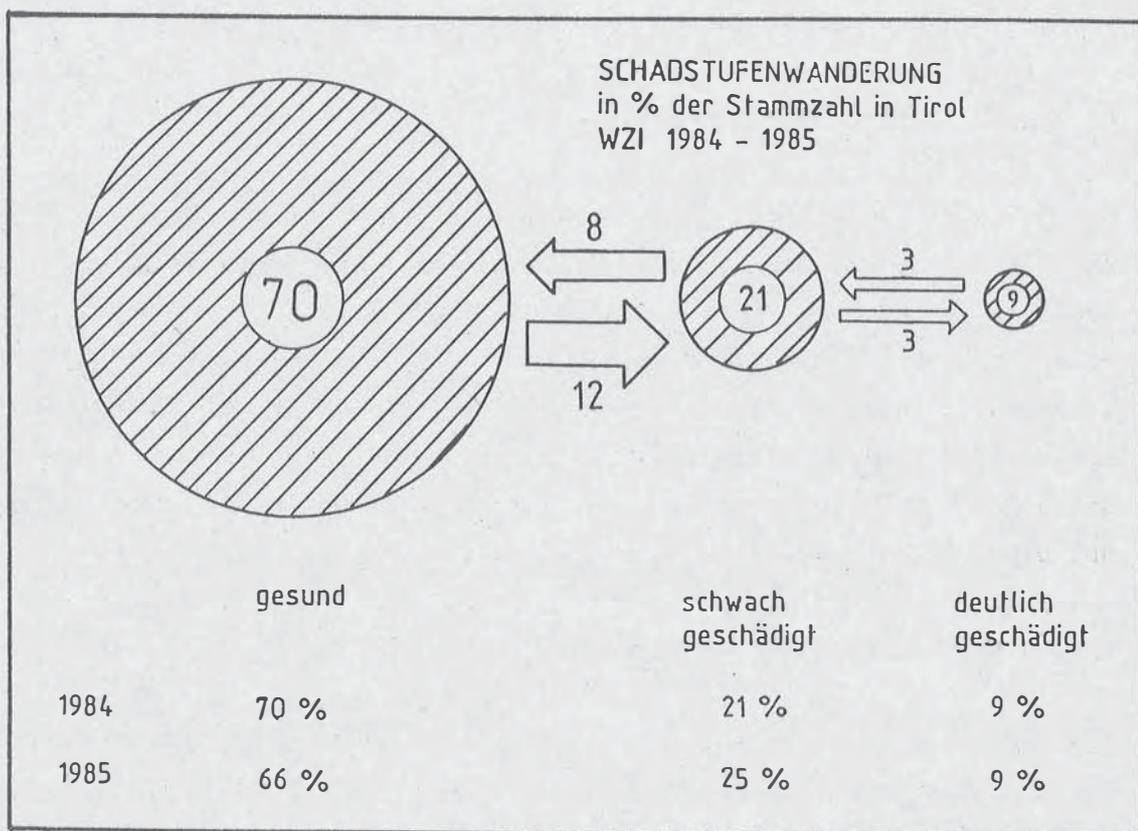


Abb. 5: Schadstufenwanderungsanalyse

7. Auswertung nach verschiedenen Standorts- und Bestandesfaktoren

Um Zusammenhänge zwischen den Schäden und verschiedenen Einflußfaktoren zu finden, wurden während der Inventur für jede Probefläche verschiedene Standorts- und Bestandesuntersuchungen durchgeführt. Die Auswertung verschiedener Faktoren läßt Einflüsse auf den Waldzustand

erkennen.

Kronenverlichtungen und Bestandesalter

Wie bereits 1984 zeigt sich, daß die Schäden mit dem Alter signifikant zunehmen. Die Abb. 6 zeigt die fast lineare Zunahme der Schäden mit dem Alter. Junge, vitale Bestände sind widerstandsfähiger gegen die verschiedenen Schadursachen. Daß aber auch 17 % in der Altersklasse von 61 bis 80 Jahre geschädigt sind, läßt vermuten, daß auch Bestände unter 60 Jahren, die von der WZI nicht erfaßt wurden, bereits latente Schäden aufweisen.

Kronenverlichtungen und Höhenlage

Die Schäden nehmen tirolweit mit zunehmender Seehöhe deutlich ab. Die Abb. 7 zeigt, daß das Schädigungsausmaß der Bestände im Talbereich am höchsten ist und nach oben hin abnimmt. Dies ist ein sicherer Hinweis, daß die Waldschäden in den Tälern und Ballungsräumen in erster Linie durch hausgemachte Luftverschmutzung verursacht werden. Betrachtet man die Verteilung der Schäden nur in den Nordalpen, zeigt sich das umgekehrte Bild, eine leichte Zunahme der Schäden mit der Seehöhe. Dies weist auf Fernimmissionen als eine der Schadursachen hin.

Kronenverlichtungen und Wasserversorgung

Die Wasserversorgung jedes Probebestandes wurde aufgrund der örtlichen Gegebenheiten beurteilt. Die Verteilung der Schäden zeigt eine signifikante Abhängigkeit des Kronenzustandes von der Wasserversorgung (siehe Abb. 8). Der Trockenheit kommt bei den Waldschäden sicherlich eine verstärkende Wirkung zu. Daß sie aber keine auslösende Funktion hat, zeigt, daß auch die gut wasserversorgten Standorte ein Schädigungsausmaß von 30 % erreichen. Einen ähnlichen Einfluß wie der Wasserhaushalt zeigt die Nährstoffversorgung. Gut versorgte Bestände sind vitaler als schlecht versorgte.

Kronenverlichtungen und Bestandesdichte

Bäume, die Luftströmungen verstärkt ausgesetzt sind, zeigen eine stär-

Abb. 6: Tiroler Waldzustandsinventur 1985
Verteilung der Schaeden nach ALTERSKLASSEN

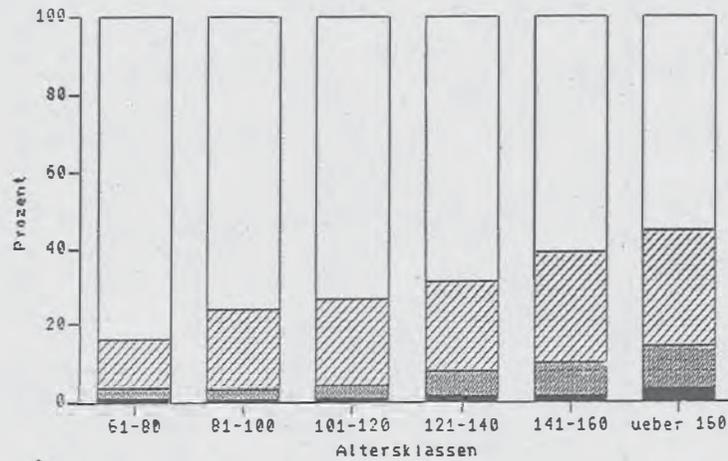


Abb. 7: Tiroler Waldzustandsinventur 1985
Verteilung der Schaeden nach der HOEHE UEBER DEM TALBODEN

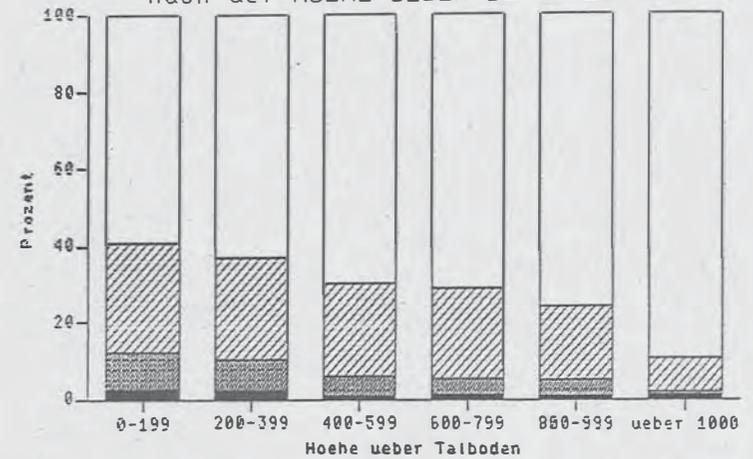


Abb. 8: Tiroler Waldzustandsinventur 1985
Verteilung der Schaeden nach dem BODENWASSERHAUSHALT

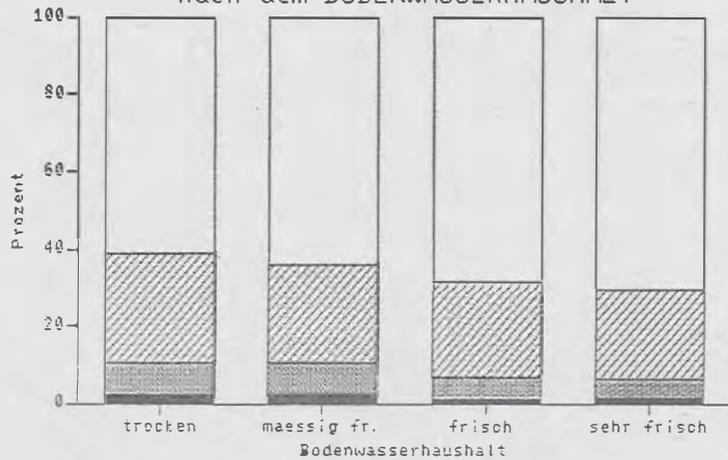
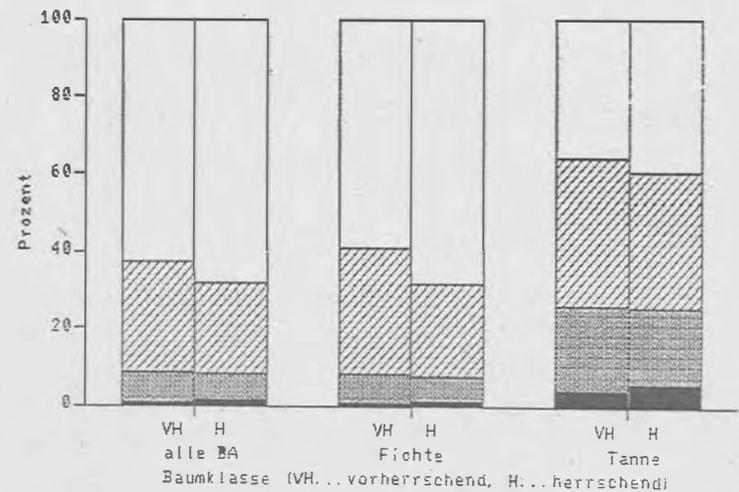


Abb. 9: Tiroler Waldzustandsinventur 1984 - 1985
Verteilung der Schaeden nach der BAUMKLASSE



stark geschaedigt
 mittel
 leicht
 gesund

kere Schädigung als Bäume im dichten Bestand. Diese Tatsache zeigt sowohl die Auswertung nach dem Bestockungsgrad als auch nach der Bestandesdichte. Bestandesränder sind stärker geschädigt als das Bestandesinnere. Vergleicht man herrschende und vorherrschende Stämme (siehe Abb. 9) so zeigt sich auch hier bei den über das Kronendach hinausragenden Bäumen ein höherer Schädigungsgrad.

Kronenverlichtungen und natürliche Schäden

Kronenverlichtungen werden durch natürliche Schäden (Steinschlag, Rückeschäden, Käfer- und Insektenbefall, Blitzschlag, Kronenbruch u.a.) mitverursacht. Bäume mit natürlichen Schäden haben eine ähnliche Schadensverteilung wie Bäume ohne natürliche Schäden. Sie weisen nur wenig stärkere Kronenverlichtungen auf als Bäume ohne natürliche Schäden.

Das Waldsterben ist nicht monokausal (nur durch eine Ursache allein) erklärbar. Verschiedene Schadursachen sind daran beteiligt und überlagern sich gegenseitig. Je schwieriger die Standortbedingungen für den Baum sind, desto weniger andere Schadeinflüsse können eine Erkrankung auslösen. Es genügen geringe Schadstoffkonzentrationen, die dauernd auf den Wald einwirken, oder wenige Spitzenbelastungen, ein so kompliziertes System wie den Wald aus dem Gleichgewicht zu bringen.

5. WALDZUSTANDSINVENTUR AUF STICHPROBENBASIS ODER DURCH INFRAROTLUFTBILDER?

Schäden an Nadeln bzw. Blättern von Bäumen können durch Scanner- oder Infrarotfilmaufnahmen dargestellt werden. Ein sog. "Falschfarbenbild" gibt gesunde Nadeln und Blätter in roter Farbe wieder, je geschädigter das Blatt-Nadel-Organ ist, desto mehr verschiebt sich die Farbe in Richtung blau.

Solche Infraroterhebungen zur Feststellung von Waldschäden wurden in Tirol bereits des öfters angewandt, zuletzt im großen Umfang im Jahre 1977/78, als sämtliche dichter besiedelten Teile des Landes befliegen wurden. Die dabei gemachten Infrarotaufnahmen im Bildmaßstab ca. 1 : 10.000 wurden in Waldzustandskarten 1 : 50.000 umgezeichnet, die heute noch eine wichtige Dokumentation für die Umweltsituation Ende der siebziger Jahre sind (siehe auch: "Umweltbestandsaufnahme durch Fernerkundung und Bodenmessung", ÖBIG, Wien, 1978). Die Weiterentwicklung der Infrarot- bzw. der Scannertechnik befindet sich immer noch im vollen Fluß, angestrebt wird eine digitalisierte Auswertung, die auf Computerbasis eine automatische Erkennung und Erfassung der einzelnen Schädigungsstufen möglich machen soll. Mehrere Pilotstudien in Österreich haben gezeigt, daß man von dieser eleganten Lösung heute noch recht weit entfernt ist, sie ist vor allem im Gebirge noch nicht praxisreif. Daher erfolgt derzeit die Auswertung des angefertigten Bildmaterials immer noch durch speziell geschulte Interpreten. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens an der Universität für Bodenkultur wird an einer Methode gearbeitet, welche die Arbeit des Interpreten erleichtern wird, die dazu notwendige Software befindet sich in Entwicklung (diese Methode ist dann aber immer noch keine digitalisierte Auswertung und keineswegs vollautomatisch).

Für Infrarotluftbilddaufnahmen von Waldflächen kommen aus Gründen der Vergleichbarkeit nur ca. 60 Sommertage in Frage. Gleichzeitig müssen die Sonneneinstrahlungsverhältnisse so sein, daß keine ausgedehnten Schattenpartien mit aufgenommen werden, da sich diese Abschattungen vielfach einer entsprechenden Interpretation entziehen. Großflächige Infrarotaufnahmen werden daher durch Engpässe bei Aufnahmegeräten (spezielle Flugzeuge), Wetterverhältnissen und Verfügbarkeit der hochspezialisierten Interpreten eingeschränkt.

Jede Luftbildaufnahme hat den Vorteil, den Baum aus der Vogelperspektive zu sehen, sie gestattet daher bessere Einblicke als eine Schadensansprache vom Boden aus. Allerdings haben Luftbildaufnahmen wiederum den Nachteil, daß man lediglich den Kronenzustand, nicht aber andere Schädigungsfaktoren, wie etwa Stammschäden und dgl. erkennen kann. Die Zuordnung der Kronenverlichtung zu einer Schadensursache ist daher vom Boden aus leichter möglich als aus dem Luftbild.

Das Luftbild bietet den großen Vorteil einer exakten Dokumentationsmöglichkeit bzw. einer genauen Beweissicherung auch über einen längeren Zeitabschnitt hinweg. Aus dem Luftbild können auch kleine Einheiten gut interpretiert werden.

Die stichprobengestützte Schadensinventur benützt im allgemeinen einen Raster von 4 x 4 km Seitenlänge und erhebt an den Rasterpunkten alle Schadens- und Bestandesmerkmale. Daraus kann für größere Einheiten wie Bund, Land, Verwaltungsbezirke eine Aussage mit einer genügend kleinen Fehlergrenze gemacht werden. Im Bedarfsfall wird eine Verdichtung des 4 x 4 km Rasters durchgeführt, um die Fehlergrenze auch für Verwaltungsbezirksergebnisse akzeptabel zu halten.

Im allgemeinen erfolgt auch die Auswertung von Infrarotluftbildern nach einem Stichprobenverfahren und nicht nach einer flächenhaften Vollinterpretation.

2
b
Erfahrungen in Bayern und in Baden-Württemberg sprechen sehr dafür, beide Inventurverfahren (Stichprobe und IR-Bild) zu kombinieren, um auf diese Weise eine kostensparende, genaue und den gegebenen Engpässen angepaßte Inventurmethode zu entwickeln. Dabei muß auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den einzelnen österreichischen Bundesländern größter Wert gelegt werden, ebenso auf die Vergleichbarkeit mit unseren nördlichen Nachbarn. Nur aus einer solchen Vergleichbarkeit ist es möglich, die Situation im eigenen Land auch relativ zu den Nachbarn einzuschätzen.

Unter Beachtung aller mit den unterschiedlichen Methoden verbundenen Vor- und Nachteilen erscheint die bundeseinheitliche stichprobengestützte terrestrische Waldzustandsinventur derzeit als gute Lösung. Eine Kombination mit einer partiellen, streifenweisen IR-Befliegung ist in Bälde österreichweit zu erwarten, diese dürfte für die nächste Zukunft als empfehlenswertes Inventurmodell gelten.

6. NADELANALYSEN - ERGEBNISSE DES BIOINDIKATOR- UND TIROLER NETZES 1985

a) Das Österreichische Bioindikatornetz:

Das Österreichische Bioindikatornetz in Tirol umfaßt Probepunkte in einem 16 x 16 km Raster, der in den Haupttälern auf 8 x 8 km verdichtet wurde sowie einige Hangprofile quer zur Talrichtung.

1985 wurden in Tirol 131 Probepunkte beerntet, wobei jeweils Äste von 2 benachbarten Bäumen entnommen wurden. Die Probenahme und Auftrennung der Astproben in Nadeljahrgänge wurde vom Landesforstdienst nach den in der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen enthaltenen Vorschriften vorgenommen. Die Schwefelgehalte im 1. und 2. Nadeljahrgang aller beernteten Probebäume wurden im Labor des Institutes für Immissionsforschung und Forstchemie an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt bestimmt. Auf Grund der Schwefelanalysedaten der seit 1983 bearbeiteten Probepunkte ist in Tirol für 1985 gegenüber 1984 lokal eine höhere Schwefelimmisionseinwirkung anzunehmen, die sich in den Maximalwerten, den Nadeljahrgangsmittelwerten und einer Zunahme des Schwefelgehaltes im 1. Nadeljahrgang bei rund 20 % der Probepunkte (Grundnetz) dokumentiert. Gegenüber den Werten des Jahres 1983 blieben die Schwefelwerte im Jahre 1985 aber deutlich zurück. Die Ergebnisse der Schwefelanalysen zeigen im Inntal sowie im Raum Kitzbühel - St. Johann, in Lienz und in Reutte deutliche Grenzwertüberschreitungen. Die emittentenfernen Probepunkte im Lechtal sowie im Zentralalpenraum zeigten im Jahr 1985 keine erhöhten Schwefelgehalte in den Fichtennadeln an. Die in den Ballungsräumen zusätzlich angelegten Hangprofile weisen auf eine Abnahme der Schwefelbelastung mit der Höhenlage, d.h. auf das Vorhandensein lokaler Emittenten hin. Dies wird für den Zentralraum Innsbruck - Unteres Inntal, Kitzbühel - St. Johann, Lienz - Imst und Landeck in Abb. 1 dargestellt.

b) Das Tiroler Bioindikatornetz:

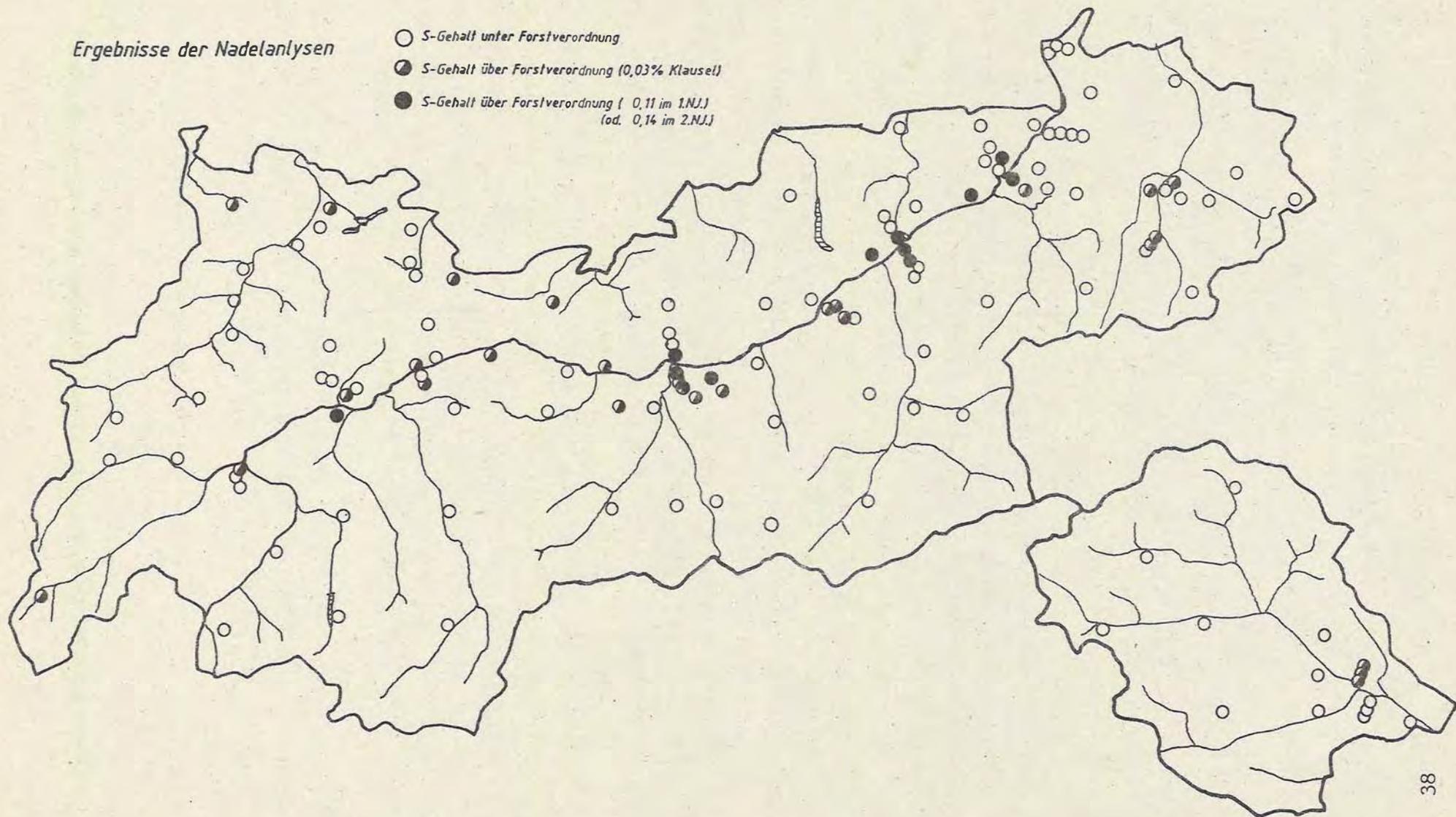
Zusätzlich zum Österreichischen Bioindikatornetz wurden in mehreren bekannten bzw. vermuteten Emissionsbelastungsgebieten 273 Probepunkte

Abb. 1:

Österreichisches Bioindikatornetz TIROL 1985

Ergebnisse der Nadelanalysen

- S-Gehalt unter Forstverordnung
- ◐ S-Gehalt über Forstverordnung (0,03% Klausel)
- S-Gehalt über Forstverordnung (0,11 im 1.NJ.)
(od. 0,14 im 2.NJ.)



te, vorwiegend in der Umgebung von Emittenten, aber auch an einigen Hangprofilen Einzelbäume beerntet (siehe Anhang). Betrachtet man die Ergebnisse des Österreichischen Bioindikatornetzes und des Tiroler Bioindikatornetzes gemeinsam, so ergibt sich folgendes Bild:

Keine Überschreitung der Grenzwerte für den Schwefelgehalt zeigten die Nadelanalysen in den Bezirksforstinspektionen Mauterndorf, Ried, Silvian und Zillertal.

Einzelne Überschreitungen des Schwefelgehaltes zeigen die Nadelanalysen folgender Bezirksforstinspektionen: Imst, Kitzbühel, Landeck, Lechtal, Lienz, Silz und Steinach.

Zahlreiche zum Teil auch starke Überschreitungen des Schwefelgehaltes wurden in folgenden Bezirksforstinspektionen festgestellt: Hall, Innsbruck-Stadt, Kufstein, Reutte, Schwaz, St. Johann, Telfs und Wörgl. Die Lage der einzelnen Nadelprobepunkten ist im Anhang ersichtlich. Eine Diskussion der Nadelanalysedaten erfolgt detailliert mit den einzelnen Beurteilungsräumen.

7. WALDSCHÄDEN IN DEN NACHBARLÄNDERN

Bei der Erfassung und Untersuchung der "neuartigen Waldschäden" arbeitet Tirol eng mit den Nachbarländern zusammen. So werden z.B. im Rahmen der ARGE-ALP Erfahrungen ausgetauscht, um eine möglichst weitgehende Koordination der Forschungsaktivitäten hinsichtlich Ursachen und Auswirkungen der Waldschäden im Gebirge zu erreichen. Zur Erstellung weiterer gemeinsamer Arbeiten wurde die Arbeitsgruppe "Baumsterben" bestehend aus Vertretern Bayerns, der Provinz Bozen, Oberösterreichs, der Steiermark und Tirols gebildet. Die Arbeitsgruppe soll

- die Erhebungs- und Meßdaten, die Meß- und Auswertebestimmungen der einzelnen Länder sowie deren Vorschriften, aufbauend auf den Länderberichten, zusammenstellen,
- eine erste generelle Bewertung der Schäden im Alpenraum und in den angrenzenden Räumen vornehmen,
- Vorschläge für den weiteren Erfahrungsaustausch und den regelmäßigen Austausch von Beurteilungskriterien sowie von Meß- und Auswerteverfahren mit dem Ziel einer Harmonisierung vorlegen,
- eine Stellungnahme zur Frage eines Ozonmeßprogrammes und eines meteorologischen Programmes für den gesamten Alpenraum erarbeiten.

Als Grundlage der Zusammenarbeit dienen die in allen Ländern vorliegenden Ergebnisse der Immissionsmessungen und Waldzustandsinventuren. Die Aufnahmeverfahren mittels Stichprobeninventur differieren zwar leicht, trotzdem können Vergleiche des Gesamtschadensausmaßes zwischen den Ländern gezogen werden. Zu beachten ist jedoch, daß die Schadensansprache in Deutschland mit einem etwas strengeren Maßstab erfolgt, während die Schadensbeurteilung in Italien, der Schweiz und Österreich gut übereinstimmt, wie anlässlich einer Arbeitstagung der Arbeitsgruppe "Baumsterben" der ARGE-ALP in Bozen festgestellt wurde.

Das höchste Ausmaß der Waldschäden mit 66 % geschädigter Waldfläche, wovon 27 % deutlich geschädigt sind, weist Baden-Württemberg auf. Schadensschwerpunkte sind dort der Schwarzwald, der Schwäbisch-Fränkische Wald und der Odenwald.

In Bayern (61 % geschädigt) sind die Hauptschadensgebiete die Bayerischen Alpen, der Bayerische Wald, das Fichtelgebirge, der Frankenswald, Steinwald, Oberpfälzer Wald und die Rhön.

In der Schweiz (36 % geschädigt) konzentrieren sich die Waldschäden auf die Alpen und Alpensüdseite (Wallis, Graubünden, Uri, Tessin).

Oberösterreich (36 %) und Steiermark (33 %) haben einen ähnlichen Anteil an geschädigter Waldfläche wie Tirol. Schadensschwerpunkte sind Linz und Umgebung und das Innviertel bzw. das Ballungszentrum Mur-Mürz-Furche und die Umgebung von Graz. Vorarlberg weist von den benachbarten österreichischen Bundesländern mit 42 % geschädigter Waldfläche das höchste Schadensausmaß auf. Die Wälder in Kärnten und Salzburg sind mit 24 % bzw. 22 % erkrankter Waldfläche besser.

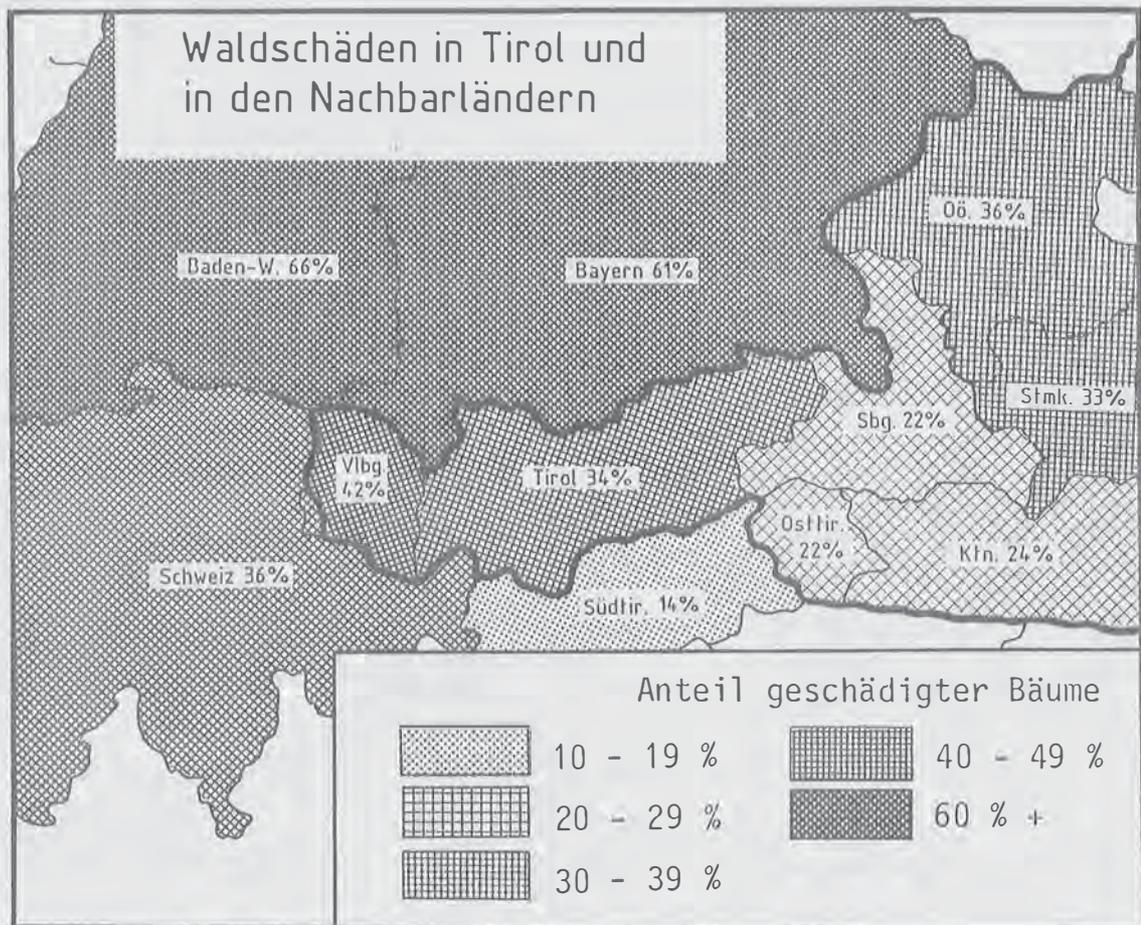
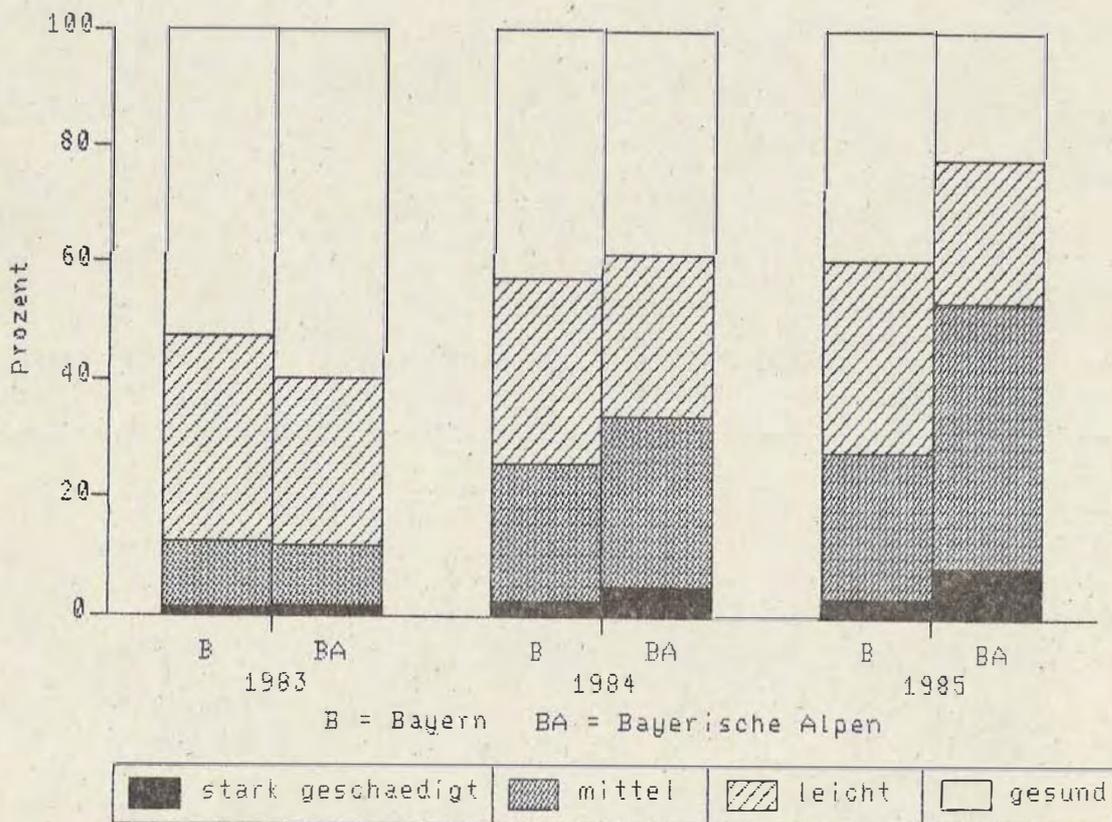


Abb. 1: Waldschäden in Tirol und in den Nachbarländern

Auch in Südtirol wurde 1984 und 1985 eine ähnliche Waldzustandsinventur durchgeführt. 14 % des Waldbestandes weisen Kronenverlichtungen auf. Aus den Regionen Trient, Venedig, Lombardei und Friaul werden ebenfalls Waldschäden gemeldet. Die Inventurergebnisse liegen aber noch nicht vor.

In Bayern und Baden-Württemberg, in denen bereits 3-jährige Waldschadensergebnisse vorliegen, hat sich der rasante Schadensanstieg von 1983 auf 1984 nicht wiederholt. In Baden-Württemberg ergab sich von 1984 auf 1985 praktisch keine Veränderung der insgesamt geschädigten Waldfläche. Es war allerdings eine Verschiebung zu den mittleren und starken Schäden zu bemerken. Die Schadfläche in Bayern hat um 4 % der Landeswaldfläche zugenommen, wobei sich vor allem die Baumarten Tanne, Esche und Buche verschlechtert haben. In der Schweiz ergaben sich von 1984 auf 1985 keine wesentlichen Veränderungen des Waldzustandes. Eine ähnliche Entwicklung des Schadausmaßes mit einer Zunahme von 4 % der Gesamtwaldfläche zeigte sich in Tirol.

Abb. 2: Entwicklung der Waldschäden in Bayern 1983 - 1985



Die landesweiten Ergebnisse überdecken die Schadensentwicklung in den einzelnen Regionen. Als sehr bedenklich muß z.B. die Entwicklung der Schäden in den Bayrischen Alpen angesehen werden. Einer Zunahme der mittleren und starken Schäden von 11 % im Jahre 1983 auf 34 % im Jahre 1984 folgte ein weiterer Anstieg im Jahre 1985 auf 54 % der Waldfläche. Dies bedeutet eine nochmalige Steigerung um 20 %-Punkte. Die Tanne ist hier beim Aussterben, 80 % der Tannen weisen bereits deutliche Schäden auf.

Somit ergibt sich im Wuchsgebiet Bayerische Alpen ein wesentlich rascherer Schadensfortschritt als in Gesamt-Bayern (siehe Abb. 2). In den angrenzenden Tiroler Nordalpen zeigt sich ebenfalls ein stärkerer Schadensfortschritt als im landesweiten Durchschnitt.

8. STAND DER VERFAHREN GEGEN FORSTSCHÄDLICHE LUFTVERUNREINIGUNGEN

Das Forstgesetz 1975 sieht im Abschnitt IV C Maßnahmen gegen Gewerbe- und Industriebetriebe vor, die durch forstschädliche Luftverunreinigungen Waldschäden verursachen. Hierbei darf jedoch die Schadeinwirkung nur durch die in der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen genannten Schadstoffe erfolgen, wobei für jene Betriebe, die Schwefeldioxid emittieren, ein zeitlicher Stufenplan vorgesehen ist. Dieser zielt darauf ab, daß in 2-Jahres-Etappen in zunehmendem Maße auch die mittleren und kleineren Emittenten von den entsprechenden forstgesetzlichen Bestimmungen erfaßt werden. Nach den Zeitstufen 1.7.1986 und 1.7.1988, ab denen größere und mittlere Anlagen zum Schutz des Waldes Emissionsbeschränkungen unterliegen werden, ist ab 1.7.1990 vorgesehen, daß sämtliche Betriebe, die eine Brennstoffwärmeleistung von über 2 MW aufweisen oder mehr als 6 kg Schwefeldioxid pro Stunde emittieren, den Bestimmungen dieser Forstverordnung und dem Forstgesetz entsprechen müssen.

Die Forstrechtsreferate der Bezirkshauptmannschaften haben nun auf Grund von Mitteilungen der Bezirksforstinspektionen über Immissionschäden am Wald die Landesforstdirektion beauftragt, entsprechende Gutachten zu erstellen, um gegebenenfalls, wenn Grenzwerte der in der Verordnung genannten Schadstoffe überschritten werden, gegen die Verursacher vorzugehen. Zu diesem Zweck wurden im Jahr 1985 die Waldschäden in den betreffenden Gemeinden flächendeckend aufgenommen und kartiert, sowie im Umgebungsbereich der vermuteten Verursacher jeweils eine ausreichende Anzahl von Nadelproben gewonnen. Die Analysen dieser Proben auf Schwefel wurden von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt bereits durchgeführt; ausständig sind jedoch noch die Ergebnisse der Fluoruntersuchungen. An der Erstellung der entsprechenden Gutachten wird derzeit gearbeitet, sodaß diese voraussichtlich bis zum Frühsommer dieses Jahres vorliegen werden.

Insgesamt sind es 13 forstfachliche Gutachten, die im Rahmen von Beauftragungen durch die Forstrechtsreferate der Bezirkshauptmannschaften zu erstellen sind, wobei der Großteil der Schadensgebiete und damit der Verursacher im Raum zwischen Hall und Kufstein gelegen ist.

Wenn auch die Erhebungen noch nicht abgeschlossen sind, so zeigt sich doch schon jetzt, daß, wegen des zeitlichen Stufenplanes für Schwefeldioxid-Emittenten, gegen mehrere Betriebe, obwohl sie forstschädliche Luftverunreinigungen verursachen, erst zum Stichtag 1.7.1988 oder gar erst zum 1.7.1990 vorgegangen werden kann. Trotzdem wird es nach Vorliegen der entsprechenden Gutachten zweckmäßig sein, mit den Verantwortlichen der betroffenen Betriebe Gespräche zu führen, um sie vorzeitig und freiwillig zur Reduzierung der forstschädlichen Immissionen zu bewegen.

Auch kann derzeit noch nicht beurteilt werden, ob in jedem einzelnen Fall die Zuordnung der Waldschäden und Grenzüberschreitungen zu den jeweiligen Verursachern möglich sein wird.

Erfreulicherweise haben einige Betriebe infolge der Mitteilung, daß sie forstschädliche Luftverunreinigungen verursachen, bereits freiwillig die Verwendung von Heizöl schwer mit nur 1 % Schwefel anstelle von solchem mit 2 % zugesagt oder schon in Verwendung. Einzelne haben auch ihren Produktionsbetrieb auf andere Energieträger oder umweltfreundlichere Technologie umgestellt.

So ist die Glashütte Riedl in Kufstein zum Teil auf Energieversorgung mit Strom übergegangen und beabsichtigt bis 1988 den Gesamtbetrieb mit dieser umweltfreundlichen Energie zu betreiben.

Auch die Biochemie in Schaftenau in der Gemeinde Langkampfen wird laut schriftlicher Mitteilung nur mehr Heizöl schwer mit 1 % Schwefel einsetzen. Der Großraum um Kufstein weist besonders schwere Waldschäden auf, sodaß diese zum Teil freiwilligen Initiativen äußerst zu begrüßen sind.

Bekanntlich hat die Firma Swarovski in Wattens bereits im Jahr 1984 sich freiwillig dazu bekannt, nur mehr Heizöl schwer mit 1 % Schwefel zu verwenden. Mit der Papierfabrik in dieser Gemeinde sind Gespräche vorgesehen, um auch sie zu diesem Schritt zu bewegen.

Das Planseewerk in den Gemeinden Breitenwang und Reutte hat sich in beispielhafter Weise spontan bereit erklärt, in Hinkunft nur mehr Heizöl schwer mit 1 % Schwefel einzusetzen. Dies nachdem die Werksleitung darauf aufmerksam gemacht worden war, daß das Tiroler Ölfeuerungsgesetz für alle ihre Anlagen zur Raumheizung anzuwenden ist und daß forstschädliche Luftverunreinigungen durch deren Betrieb zu vermu-

ten sind. Darüberhinaus werden derzeit Überlegungen angestellt die Schwefeldioxidemissionen durch den Einsatz von Heizöl mittel mit nur 0,6 % Schwefel oder sogar Heizöl leicht mit nur 0,3 % Schwefel weiter zu reduzieren.

In diesem Zusammenhang darf auf die Rechtsansicht der zuständigen Abteilung Ve des Amtes der Tiroler Landesregierung hingewiesen werden, daß Anlagen, die neben Prozeß- auch Raumwärme erzeugen, den strengeren Bestimmungen des Tiroler Ölfeuerungs-gesetzes unterliegen. Die Bürgermeister als die zuständigen Behörden wurden von dieser Rechtsauffassung in Kenntnis gesetzt und sind nunmehr aufgerufen, auf die Einhaltung dieser rechtlichen Bestimmungen hinzuwirken. Auch die Leiter der Bezirksforstinspektionen als Vorsitzende der Forsttagssatzungskommissionen wurden darüber informiert und gebeten, die diesbezüglichen Probleme bei den jeweiligen Sitzungen zu behandeln.

Zwei Behördenverfahren zur Vermeidung forstschädlicher Luftverunreinigungen konnten im vergangenen Jahr abgeschlossen werden. Das Montanwerk Brixlegg hat den Flammofen mit einer entsprechenden Filteranlage ausgestattet, um die bisherigen starken Schwermetallemissionen erheblich zu verringern. Auch die Entschwefelungsanlage für den Konverter hat den Probetrieb bereits aufgenommen, um die kurzzeitigen, jedoch extrem hohen Schwefeldioxidemissionen zu beseitigen. Für diesen Betrieb wurde auf Grund der getätigten Maßnahmen das eingeleitete Forstverfahren bis auf weiteres unterbrochen.

Das Feststellungsverfahren gegen die Justizverwaltung als Betreiber einer Ziegelei beim Landesgefängenenhaus wurde durch Bescheid des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft in 3. Instanz abgeschlossen. Hierbei wurde erkannt, daß dieser Betrieb der Justizverwaltung Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen durch Fluor ist. Die Betreiber haben nunmehr, nachdem sie von einer Beschwerde an den Verwaltungsgerichtshof abgesehen haben, erklärt, daß sie entweder eine entsprechende Reinigungsanlage für Fluor einbauen oder allenfalls auch aus budgetären Gründen die Anlage stilllegen werden. Seit nahezu einem Jahr wurden jedoch keine konkreten Maßnahmen getroffen, sodaß sich die Bezirksverwaltung der Stadt Innsbruck als zuständige Behörde entschlossen hat, die Einleitung eines forstrechtlichen Ver-

fahrens zur Beschränkung dieser Schadstoffemissionen zu verfügen. Generell ist festzustellen, daß das Instrument der forstrechtlichen Verfahren nach der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen und nach dem Forstgesetz sehr arbeits- und zeitaufwendig ist und daß die Beweisführung, wenn mehrere Emittenten auf engem Raum situiert sind, sich schwierig gestaltet.

Die wesentlich zielführendere Vorgangsweise würde darin bestehen, die Emissionen bereits bei den Anlagen zu kontrollieren und nach dem Stand der Technik zu begrenzen, und nicht, ausgehend von dem auf die Vegetation und auch auf den Menschen einwirkenden Schadstoff-Luftgemisch, das durch eine Unzahl von Emittenten verursacht wird, den jeweiligen Hauptverantwortlichen für erhöhte Schadstoffkonzentrationen durch sehr umfangreiche Messungen und Untersuchungen in einem aufwendigen Verfahren suchen zu müssen.

Weiters kann gegen mittelgroße Betriebsanlagen derzeit hinsichtlich der Schwefeldioxidemissionen überhaupt nicht vorgegangen werden und gegen kleinere Emittenten ist auch in Zukunft kein forstrechtliches Instrument vorgesehen. Darüberhinaus ist längst unbestritten, daß für die Entwicklung der Waldschäden nicht nur Schwefeldioxid sondern vor allem Stickoxide, Kohlenwassertoffe und besonders die sich daraus ergebenden chemischen Reaktionsprodukte Ozon und andere Oxidantien die Ursache sind. Diese Schadstoffe stammen zu etwa 90 % aus Verkehr, Gewerbe und Industrie. Stickoxide und Ozon sind nicht als forstschädliche Luftschadstoffe in der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen genannt, sodaß hierfür auch keine Grenzwerte festgesetzt wurden und damit auch nicht die Möglichkeit besteht, im Rahmen eines forstrechtlichen Verfahrens Emissionsbegrenzungen zu erwirken. Die Emissionen des Verkehrs werden durch die in einem zeitlichen Stufenplan vorgesehene Katalysatorpflicht für Österreich in den nächsten Jahren reduziert werden. Diese Bemühungen werden jedoch durch alle Nachbarstaaten unterlaufen, deren Bürger zum Teil in hohem Ausmaß unser Land als Durchreisende oder Gäste in Anspruch nehmen.

Damit soll aufgezeigt werden, daß nur gegen einen geringen Teil der Schadstoffemissionen forstrechtliche Maßnahmen getroffen werden können und daß es im übrigen auf immissionsbeschränkende Maßnahmen in anderen Rechtsbereichen ankommen wird, inwieweit waldschädigende Emissionen weiter reduziert werden.

9. DIE ERFÜLLUNG DES 12-PUNKTE-FORDERUNGSPROGRAMMES DER BUNDESLÄNDER.

Die Landeshauptleutekonferenz hat der Bundesregierung ein 12-Punkte-Forderungs-Programm überreicht, in dem Maßnahmen gegen das Waldsterben verlangt werden. Von diesem Forderungsprogramm sind folgende Teilforderungen noch unerfüllt:

1. Dampfkessel-Emissions-Recht: Novellierungsentwürfe des BMBT.

Die Forderung nach Neudefinition des Begriffes "Stand der Technik" ist erfüllt, die Forderungen nach verschärften Bestimmungen für Altanlagen sind immer noch unbefriedigend.

Im Verordnungsweg werden die Emissionsgrenzwerte verschärft, diese sind jedoch zum Teil immer noch zu hoch angesetzt.

2. Schwefelgehalt im Heizöl. Im Entwurf zur Luftreinhalteverordnung sind die Schwefelgehalte für leichtere Heizölsorten abgesenkt worden. Nicht erfüllt wurde die Forderung des 12-Punkte-Programmes auf Absenkung des Schwefelanteiles im Heizöl schwer von 2 % auf 1 %.

Aufgrund dieser in der Luftreinhalteverordnung vorgesehenen Verbesserungen erscheint die Neufassung der gemäß Art. 15 - a BVG abgeschlossenen Vereinbarung dringend notwendig!

3. Gewerbeordnung. Die Novelle 1985 ist bisher über Verhandlungen nicht hinausgekommen.

4. Forstrechtliche Verfahren. Der Vollzug bei diesbezüglichen Bestimmungen der zweiten Forstverordnung ist voll angelaufen.

5. Grenzüberschreitende Luftverunreinigungen. Diese Forderung richtet sich vor allem gegen die hohen Emissionen einzelner Oststaaten. Zu diesem Punkt sind bilaterale Verhandlungen angekündigt, jedoch noch keine brauchbaren Ergebnisse erzielt worden.

6. Umweltfonds. Der Umweltfonds arbeitet zufriedenstellend, eine intensivere Beratung der Betriebe durch Fondsmitarbeiter über die technischen Möglichkeiten der Umweltentlastung hat sich als wünschenswert herausgestellt.

7. **Immissionsschutzvereinbarung.** In diesem Zusammenhang wird neuerdings auf die Notwendigkeit hingewiesen, in eine Immissionsschutzvereinbarung waldkonforme Grenzwerte einzubauen.
8. **Energiesparen.** Keine Fortschritte bekanntgeworden.
9. **Kfz-Emissionen.** Das Maßnahmenpaket der Bundesregierung regelt den Einsatz von Katalysatoren und die vorgezogene NOx-Vermindernung bei schweren Dieselmotoren. Dringend ist die Verabsetzung des Schwefelanteiles im Dieselkraftstoff auf 0,15 %.
10. **Forschung.** Die Forschungsinitiative gegen das Waldsterben ist kraß unterdotiert.
11. **Meßnetz.** Die Waldzustandsinventur erfaßt nun nach einer einheitlichen Methode die Schadensentwicklung in allen Bundesländern. Das Bioindikatornetz analysiert den Schwefelanteil in Fichtennadeln, es zeigt mit der Schwefelbelastung allerdings nur eine Komponente der vielfältigen Walderkrankung auf.
12. **Koordination.** Die Koordination der Waldschadensforschung wird durch das Österr. Forschungszentrum Seibersdorf durchgeführt.

10. WALDZUSTAND UND IMMISSIONSSITUATION - BEZIRKSERGEBNISSE

In diesem Abschnitt werden Waldzustand und Immissionssituation für regionale Einheiten besprochen. Diese im Sinne des Forstgesetzes 1975 erfolgte gemeinsame Darstellung ist vor allem als Arbeitsunterlage für jene Dienststellen vorgesehen, die Entlastungsmaßnahmen durchzuführen haben. Im Sinne eines personal- und gerätesparenden Meßeinsatzes geht es dabei vor allem um den Nachweis von Belastungen und nicht um die Beschreibung weniger oder kaum belasteter Regionen.

Im folgenden werden Waldzustand und Immissionssituation bezirksweise für die in die Karte (siehe Abb. 1) eingezeichneten und mit den Zahlen 1 bis 20 nummerierten Beurteilungsräume besprochen. Die Einteilung ist gegenüber dem Landtagsbericht 1985 unverändert. Als Beurteilungsgrundlage dienen die Waldzustandsinventur 1985 sowie die Ergebnisse der langjährigen Immissionsmessungen der Landesforstdirektion Tirol inclusive der Ergebnisse des Bioindikatornetzes.

Die zur Beurteilung herangezogenen **Grenzwerte** sind:

A) Schwefeldioxid (SO₂):

Die Grenzwerte laut 2. Forstverordnung sind:

§ 4.(1) Als Höchstanteile im Sinne des § 48 lit.b des Forstgesetzes 1975, die nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Erfahrung noch nicht zu einer der Schadensanfälligkeit des Bewuchses entsprechenden Gefährdung der Waldkultur führen (wirkungsbezogene Immissionsgrenzwerte, gemessen an der Empfindlichkeit der Fichte), werden bei Messungen an der Luft festgesetzt:

a) Schwefeldioxid (SO₂):

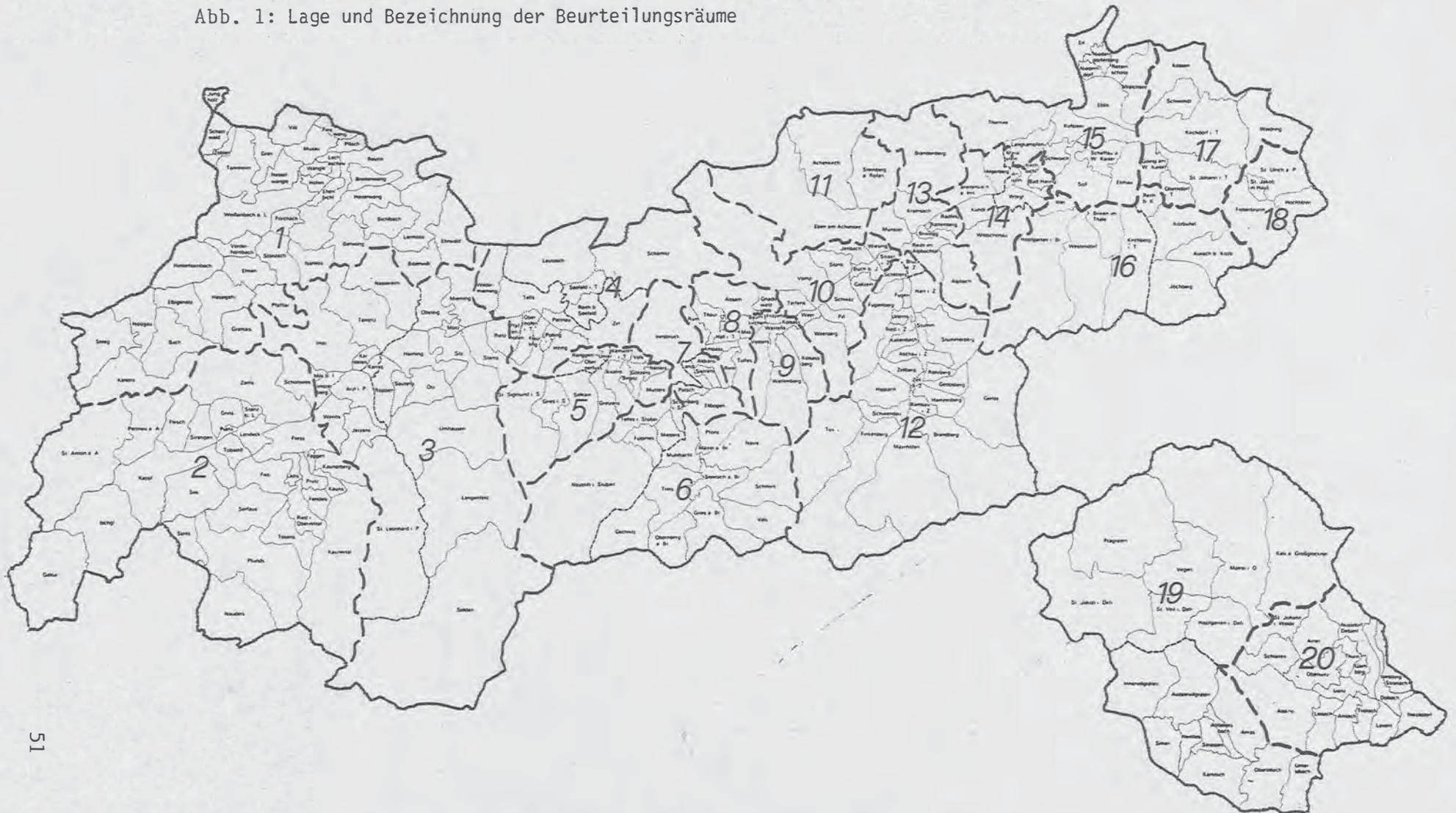
1. 97,5 Perzentil für den Halbstundenmittelwert (HMW) in den Monaten

aa) April bis Oktober 0,07 mg/m³

bb) November bis März 0,15 mg/m³

Die zulässige Überschreitung des Grenzwertes, die sich aus der Perzentilregelung ergibt, darf höchstens 100 % des Grenzwertes betragen.

Abb. 1: Lage und Bezeichnung der Beurteilungsräume



2. Tagesmittelwert (TMW) in den Monaten

aa) April bis Oktober 0,05 mg/m³

bb) November bis März 0,10 mg/m³

B) Stickoxide (NO_x):

Für Pflanzen liegen die Toleranzgrenzen für Stickoxide 2- bis 8-mal höher als für SO₂. Mit einer Gefährdung wird erst ab 0,35 mg NO₂/m³ (= 175 ppb) gerechnet. In Kombination mit SO₂ liegt die Wirkungsschwelle allerdings niedriger: Bei Anwesenheit von 0,13 mg SO₂/m³ führen schon 0,09 mg NO₂/m³ (= 45 ppb) zu Blattschäden (Materialien zum Immissionsschutzbericht 1977, Umweltbundesamt Berlin).

Da in Österreich derzeit für Stickoxide und Ozon keine gesetzlichen Grenzwerte vorliegen, werden zur Beurteilung die ab 1. März 1986 in der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung geltenden Grenzwerte für Stickoxide und Ozon zur Beurteilung herangezogen.

Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung für Stickstoffdioxid:

Jahresmittelwert: 30 µg NO₂/m³ = 15 ppb NO₂

95 %-Wert bezogen auf die Halbstundenmittelwerte eines Jahres:

100 µg NO₂/m³ = 50 ppb NO₂

maximaler Tagesmittelwert: 80 µg NO₂/m³ = 40 ppb NO₂

C) Ozon:

98 %-Wert auf der Basis der Halbstundenmittelwerte eines Monats:

100 µg O₃/m³ = 50 ppb

1 Stundenmittelwert: 120 µg O₃/m³ = 60 ppb O₃

D) Schwermetall- u.a. Staubbelastungen:

Die Grenzwerte laut 2. Forstverordnung sind:

§ 4.(3) Als Höchstmengen im Staubbiederschlag werden im Sinne des § 48 lit.b des Forstgesetzes 1975 festgesetzt:

Monatsmittelwert (g/m ² . d) angegeben als	Jahresmittelwert (g/m ² .d)
---	---

MgO 0,08	0,05
CaO 0,6	0,4

Jahresmittelwert
(kg/ha . a)

Pb	2,5
Zn	10,0
Cu	2,5
Cd	0,05

E) Nadelanalysen:

Die Grenzwerte gemäß 2. Forstverordnung sind:

§ 5.(1) Über die Höchstanteile im Sinne des § 48 lit.b des Forstgesetzes 1975 hat bei Messungen am Bewuchs, unter Verwendung der Baumart Fichte als Indikator, zu gelten:

a) Geringere Schwefelgehalte als die in lit.b abgegebenen überschreiten den zulässigen Immissionsgrenzwert bereits dann, wenn in einem Nadeljahrgang im jeweiligen Untersuchungsgebiet im selben Jahr zwischen beeinflussten und unbeeinflussten Flächen eine Differenz von 0,03 % S in der Trockensubstanz oder mehr auftritt.

b) Findet lit.a keine Anwendung, werden für die ersten drei Nadeljahrgänge die zulässigen Höchstanteile wie folgt festgesetzt:

1. bei Schwefel

Nadeljahrgang	% S i.d.Tr.	
	Sulfat	Gesamtschwefel
1	0,08	0,11
2	0,11	0,14
3	0,14	0,17

2. bei Fluor und Chlor

Nadeljahrgang	mg % F.i.d.Tr. Gesamtfluor	% Cl i.d.Tr. Gesamtschwefel
1	0,8	0,1
2	1,0	0,1
3	1,0	0,1

3. bei Ammoniak

im Nadeljahrgang 1 2,2 % i.d.Tr.
Gesamtstickstoff

4. bei Staub

im Nadeljahrgang 1 0,3 % i.d.Tr.
Phosphor

0,85 % i.d.Tr.
Kalium

0,9 % i.d.Tr.
Kalzium

0,2 % i.d.Tr.
Magnesium

Neben diesen absoluten Werten ist auch das Verhältnis der Nährelemente zueinander (Nährelementquotient) zu berücksichtigen.

(2) Für Messungen am Bewuchs, unter Verwendung der Baumart **Buche** als Indikator, werden folgende Höchstanteile im Sinne des § 48 lit.b des Forstgesetzes 1975 festgesetzt:

1. bei Schwefel 0,08 % S i.d.Tr.
Gesamtschwefel

2. bei Fluor 0,8 mg % F i.d.Tr.
Gesamtfluor

3. bei Chlor 0,1 % Cl i.d.Tr.
Gesamtchlor

§ 6 Die in den §§ 4 und 5 angeführten Werte beziehen sich auf die all-
einige Wirkung der jeweiligen luftverunreinigenden Stoffe.

BEZIRK REUTTE

BFI Lechtal

BFI Reutte

a) Waldzustand

Tab. 1: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre
im Bezirk Reutte

Baumart		1(gesund)	2(leicht geschädigt)	3(mittelst. geschädigt)	4+5(abster- bend + tot)	gesamt geschädigt
Fichte		51	32	14	3	49 %
Tanne		24	37	24	15	76 %
Kiefer		66	26	5	3	34 %
Buche		34	38	28	-	66 %
alle						
Baumarten	1985	49	32	16	3	51 %
	1984	57	24	16	3	43 %
Baumartenverteilung: 78 % Fichte, 6 % Tanne, 6 % Kiefer, 7 % Buche, 3 % Lärche, Zirbe, Ahorn.						

Der Bezirk Reutte, der zur Gänze im Nordalpenbereich liegt, ist der
am stärksten geschädigte Bezirk Tirols. 51 % der Bestände über 60 Jah-
re weisen Kronenverlichtungen auf. Im Durchschnitt ist jeder 2. Stamm
geschädigt. Die Ausweitung der Schäden um 8 Prozentpunkte von 43 %
auf 51 % seit dem Vorjahr ist beträchtlich. Die Zunahme der Schad-
fläche erfolgte bei allen Baumarten. Am deutlichsten verschlechtert
haben sich Buche und Tanne um 16 bzw. 20 Prozentpunkte. Der Anteil

der mittelstarken und starken Schäden, der seit dem Vorjahr gleich geblieben ist, ist mit 19 % sehr hoch. Jeder 5. Stamm ist bereits deutlich geschädigt (siehe Tab. 1).

Die Schäden verteilen sich über das gesamte Außerfern. Besonders schlecht ist der Waldzustand im nördlichen Teil des Bezirkes vom Zugspitzgebiet über Ammerwald, den Reuttener Talkessel bis Vils. Im Lechtal sind vor allem die Taleingänge in die Seitentäler und die Seitentäler Rotlech, Namlos, Schwarzwasser und Hornbach von den Waldschäden betroffen.

b) Immissionsituation

1. Beurteilungsraum: Bezirk Reutte

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Ergebnisse der Nadelanalysen zeigten ebenso wie die ersten Ergebnisse der SO₂-Immissionsüberwachung, daß im Talkessel von Reutte Schwefeldioxidbelastungen vorliegen, welche hauptsächlich an den unteren Hanglagen des Reuttener Kessels zu erhöhten Schwefelbelastungen der Fichtennadeln führen, welche Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung bedeuten. In den oberen Hanglagen und größerer Entfernung vom Reuttener Talkessel werden nur mehr vereinzelt derartige Schwefelbelastungen in den Fichtennadeln festgestellt. An den Prallhängen östlich und nordöstlich sowie nordwestlich von Vils wurden ebenfalls Schwefelbelastungen in den Fichtennadeln festgestellt, welche Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung sind. An den nördlich und südlich von Vils gelegenen Hanglagen traten keine derartigen Schwefelbelastungen auf. Ein etwas erhöhter Schwefelwert in den Fichtennadeln wurde auch am Haldensee festgestellt.

Darüberhinaus zeigen die Ergebnisse der Messung der nassen Deposition in Wängle, daß im Raum Außerfern auch im vergangenen Jahr saure Niederschläge erfolgten, die insbesondere gemeinsam mit erhöhten Ozonkonzentrationen, wie sie vom Fraunhofer Institut an den Hängen der Zugspitze gemessen wurden, zu waldschädlichen Kombinationswirkungen führen, wobei mit einer Vitaitätsminderung der empfindlichen Nadel- und Laubbaumarten zu rechnen ist.

Die Nadelanalysen aus dem oberen Lechtal und dessen Seitentäler weisen auf keine erhöhten Schwefelbelastungen hin. Dasselbe gilt für die

Nadelanalysen aus dem Loisachtal. Allerdings im Osten des Ehrwalder Beckens bei der Ehrwalder Alm wurde eine etwas erhöhte Schwefelbelastung in den Nadeln festgestellt, wodurch eine Grenzwertüberschreitung gemäß 2. Forstverordnung eintritt (siehe Anhang Karte 1 und 3).

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Wängle:

Die Meßstelle liegt seit dem Winter 1983/84 auf 930 m Seehöhe am Rande des locker bebauten Siedlungsgebietes an einem flach nach Ost-Südost geneigten Hang. In unmittelbarer Nähe der Meßstelle befindet sich keine stark befahrene Straße. Der Talboden des Reuttener Beckens liegt ca. 80 Höhenmeter tiefer in etwa 3 km Entfernung.

Gemessen wurde: Nasser Niederschlag

Nasser Niederschlag:

Die detaillierten Ergebnisse sind im Kapitel 3 wiedergegeben. Im Zeitraum Oktober 1984 bis September 1985 wurde gleich viel Nitrat-N wie im Vorjahr und geringfügig weniger Sulfat-S deponiert. Die Deposition an Ammonium-N nahm gegenüber dem Vorjahr zu.

Meßstelle Reutte-Bezirksforstinspektion:

Die Meßstelle liegt seit dem Dezember 1985 auf 850 m Seehöhe im Nordwesten des bebauten Ortsgebietes von Reutte am Talboden im Gebäude der Bezirksforstinspektion.

Gemessen wurde: SO₂

Schwefeldioxid:

Die allerersten Ergebnisse der SO₂-Messung in Reutte vom Dezember 1985 zeigen einen Monatsmittelwert von 0,01 mg SO₂/m³, einen maximalen Tagesmittelwert von 0,03 mg SO₂/m³ und einen maximalen Halbstundenmittelwert von 0,14 mg SO₂/m³. Somit wurden in diesem kurzen Beurteilungszeitraum die Grenzwerte der 2. Forstverordnung noch eingehalten - weitere Erhebungen sind im Gange.

Nadelanalysen:

Die Nadelanalysen 1985 für den Bezirk Reutte zeigen, daß die Schwefelbelastung der Nadeln lokal Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung darstellen. Stark überhöhte Schwefelgehalte, welche gemäß 2. Forstverordnung Grenzwertüberschreitungen darstellen, wies der Probestaum Reutte, Archbachsiedlung, auf. Leicht überhöhte Schwefelwerte, die ebenfalls Grenzwertüberschreitungen sind, wurden auf der Ehrwalder Alm, in Ranzen-Oberletzen, am Sonnenbichl, am Dürrenbergweg, beim Metallwerk Plansee, am Stegerberg, am Sindebichel, Frauenbrunnen, Plattenwald, Sintwag, am Vilsegg, am Unterberg, am Stiglberg, beim Zementwerk und am Haldensee im Tannheimertal festgestellt. Ohne Überschreitungen der S-Grenzwerte waren die Nadelproben Vilser Scharte, nahe Zementfabrik sowie südlich von Vils am Ranzen, Ranzental, am Galgenberg sowie in Pflach Hüttenbichl, Dürrenberger Alm, am Vorderen Zwieselberg, am Rosstrücken und beim Metallwerk Plansee. Ebenfalls keine Überschreitungen wiesen die Nadelprobenbäume im Lechtal (Kaisers, Madau, Bsclabser-Tal, Martinau, Schwarzwasser und Rieden) auf (siehe Anhang Karte 1,2,3).

BEZIRKE LANDECK UND IMST

BFI Landeck

BFI Ried

BFI Imst

BFI Silz

a) Waldzustand

Der Zustand der Wälder im Tiroler Oberland ist, obwohl sich hier mit 9 %-Punkten die stärkste Zunahme der Schadfläche von 1984 auf 1985 ergeben hat, noch immer deutlich besser als im Landesdurchschnitt.

Mittlerweile sind 24 % der Bestandesgrundfläche geschädigt, davon 20 % leicht und 4 % deutlich. Eine Verschlechterung ergab sich bei allen Baumarten, die starke Zunahme der Schadfläche wurde aber durch die Verschlechterung der Kiefer und Lärche verursacht (siehe Tab. 2).

Die Wälder des Bezirkes Landeck weisen zum Großteil noch keine flächenhaften Waldschäden auf. Bei Beständen an exponierten Stellen,

z.B. am Arlberg, im Bereich der Paßstraße und am Gampen, kann man jedoch Kronenverlichtungen feststellen. Im Bezirk Imst gibt es bereits Gebiete, wo Waldschäden großflächig auftreten, wie im Raum Fernpaß - Nassereith, im Imster Talkessel, im Talbereich des Inntales. Einzelne geschädigte Bestände findet man auf dem Mieminger Plateau und im Ötztal, während das Pitztal bis auf den Taleingang noch durchwegs gesunde Bestände aufweist.

Tab. 2: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre
in den Bezirken Landeck und Imst

Baumart	1(gesund)	2(leicht geschädigt)	3(mittelst. geschädigt)	4+5(absterbend + tot)	gesamt geschädigt
Fichte	74	21	4	1	26 %
Lärche	86	13	-	1	14 %
Kiefer	75	23	2	-	25 %
Zirbe	91	9	-	-	9 %
alle Baumarten					
1985	76	20	3	1	24 %
1984	85	10	4	1	15 %
Baumartenverteilung: 68 % Fichte, 15 % Lärche, 13 % Kiefer, 4 % Zirbe.					

b) Immissionssituation

2. Beurteilungsraum: Bezirk Landeck

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Ergebnisse der Immissionsmessungen im Raum St. Anton und Umgebung weisen zwar nur auf niedrige Belastungen durch Schwefeldioxid und Stickoxide am Talboden hin, auch die Bleistaubbelastung ist relativ gering. Trotzdem wurden in den mittleren Hanglagen am Gampen stark erhöhte Ozonkonzentrationen festgestellt, die mit den in den oberen Luftraum eingebrachten Abluftmengen aus dem Arlberg-Tunnel in Zusammenhang stehen dürften. Auch der Waldzustand ist in diesem Bereich relativ schlechter.

Nadelanalysen im Talkessel von Landeck, Zams und bei Schönwies weisen auf eine erhöhte Schwefelbelastung in diesem Raum hin, wodurch Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung in Fichtennadeln festgestellt wurden. In den oberen Hanglagen des Landecker Talkessels wurden derartige Grenzwertüberschreitungen nicht festgestellt.

Im talnahen Bereich oberhalb Galtür wurden ebenfalls erhöhte Schwefelbelastungen der Fichtennadeln festgestellt, welche Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung darstellen. Die abgelegeneren Nadelanalysenpunkte im Kaunertal sowie im obersten Inntal und im Stanzertal weisen auf keine erhöhten Schwefelbelastungen hin (siehe Anhang Karte 1).

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle St. Anton - Hauptschule:

Lage der Meßstelle:

Von Februar 1985 bis April 1985 wurde in St. Anton im Gebäude der Hauptschule die Meßstelle eingerichtet. Die Meßstelle lag somit im östlichen Bereich des verbauten Ortsgebietes auf 1284 m Seehöhe im Bereich des Talbodens.

Gemessen wurde: SO₂

Schwefeldioxid:

Die bei der Meßstelle St. Anton - Hauptschule gemessenen SO₂-Belastungen zeigen mit einem maximalen Halbstundenmittelwert von 0,11 mg/m³ und einem maximalen Tagesmittelwert von 0,06 mg/m³ im Spätwinter und mit einem maximalen Halbstundenmittelwert von 0,07 mg/m³ und einem maximalen Tagesmittelwert von 0,03 mg/m³ im April, daß im Beurteilungszeitraum Februar bis April 1985 die SO₂-Grenzwerte laut 2. Forstverordnung nicht überschritten wurden (siehe Abb. 2).

Meßstelle St. Anton - Waldschwimmbad:

Lage der Meßstelle:

Im August und September 1985 wurde in St. Anton am Parkplatz oberhalb des Waldschwimmbades eine Meßstelle errichtet. Die Meßstelle lag ca.

40 bis 60 m oberhalb des Ortszentrums in der Nähe einer Geländekante oberhalb des Talbodens, an einem wenig befahrenen lokalen Zubringerweg (siehe Abb. 3).

Gemessen wurde: SO₂, NO_x

Schwefeldioxid:

Die im Beurteilungszeitraum in St. Anton - bei der Meßstelle Waldbad - erhobenen Schwefeldioxidkonzentrationen überschritten in keinem Fall einen Halbstundenmittelwert von 0,01 mg SO₂/m³. Somit wurden die SO₂-Grenzwerte laut 2. Forstverordnung bei weitem eingehalten.

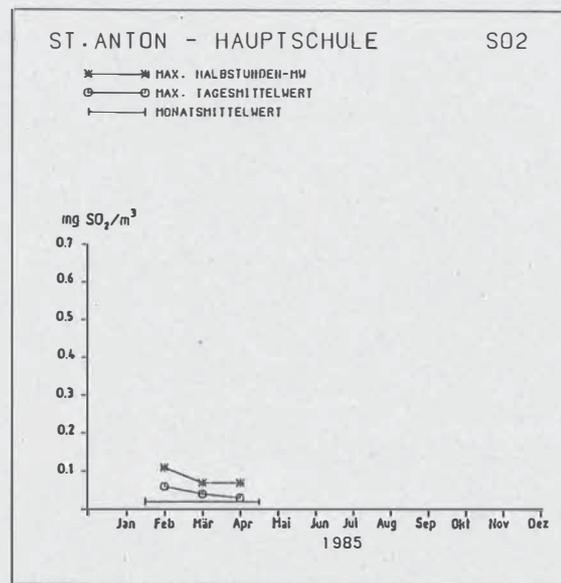


Abb. 2

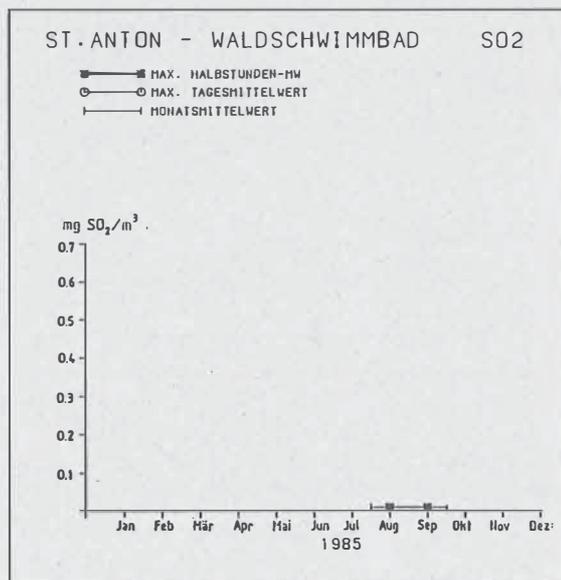


Abb. 3

Stickoxide:

Die Ergebnisse der NO- und NO₂-Messungen sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben:

Tab. 3: Meßstelle St. Anton a. Arlberg - Waldschwimmbad NO/NO₂ in ppb

	Aug. 85	Sept. 85
Anzahl Meßtage	11/11	19/19
Monatsmittelwerte	4/ 5	3/ 5
max.Tagesmittelwert	6/ 6	6/ 7
max.Halbstundenmittelwert	20/18	65/20

Die nur fallweise und wenig erhöhten NO-Werte und die relativ gleich hohen NO₂-Werte weisen auf einen etwas entfernten Emittenten - z.B. die KFZ-Emissionen vom Ort St. Anton und von der Bundesstraße - hin. Die NO₂-Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung wurden eingehalten.

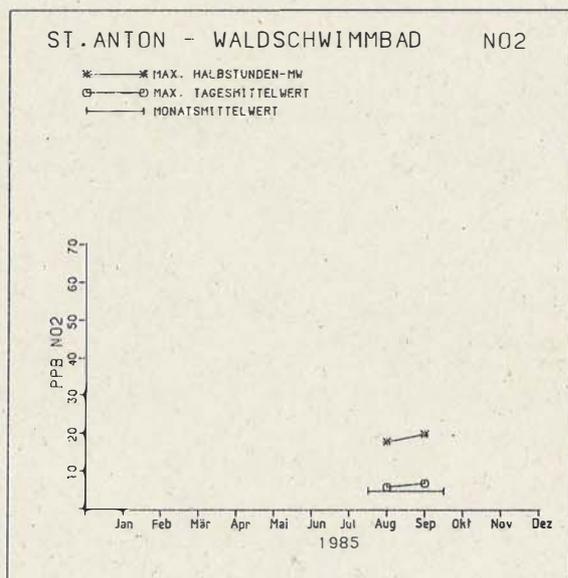


Abb. 4

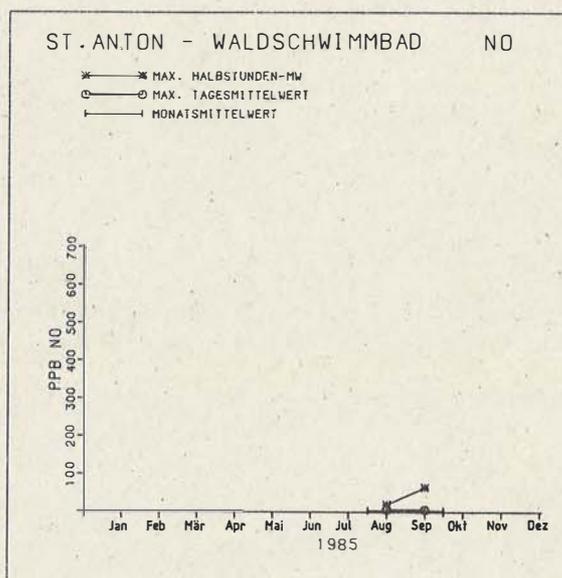


Abb. 5

Meßstelle St. Anton a.Arlberg - Gampen:

Lage der Meßstelle:

Die Immissionsmeßstelle lag von August bis September 1985 in einer zum Lift gehörenden Hütte unterhalb der Seilbahnstation Gampen auf 1840 m Seehöhe in Hanglage. Der Hang ist nach Süden exponiert. Die Meßstelle liegt 560 m über dem Talboden und St. Anton. Die Meßstelle ist nur über Lift oder Seilbahn erreichbar.

Gemessen wurde: O3

Ozon:

Die gemessenen Ozonkonzentrationen im August zeigten einen Monatsmittelwert von 63 ppb, maximale Tagesmittelwerte von 75 ppb und maximale Halbstundenmittelwerte von 102 ppb. Von insgesamt 24 Meßtagen wurden an 23 Meßtagen ein 7-Stunden-Fenster von mehr als 50 ppb überschritten. Im September betrug der Monatsmittelwert 57 ppb, der maximale Tagesmittelwert 73 ppb und der maximale Halbstundenmittelwert 94 ppb. Von insgesamt 24 Meßtagen im September wurde an 20 Meßtagen ein 7-Stunden-Fenster von mehr als 50 ppb überschritten. Mit diesen Ozonbelastungen gehört der Gampen zu den am höchsten ozonbelasteten Meßstellen in Tirol, im September war die Ozonbelastung am Gampen sogar die absolut höchste von den 6 Tiroler Meßstellen. Bei derartigen Ozonbelastungen ist mit einer Vitalitätsminderung der empfindlichen Nadel- und Laubbaumarten zu rechnen. Auch der O3-Grenzwert der Schweizer Luftreinhalteverordnung von 50 ppb für den 98 %-Wert wurde bei der Meßstelle Gampen im Meßzeitraum laufend erheblich überschritten. Die sehr hohe Ozonbelastung bei der Meßstelle Gampen könnte zum Teil mit den über die Lüfterbauwerke des Arlbergtunnels in den oberen Luftraum eingebrachten KFZ-abluftbeladenen Luftmassen im Zusammenhang stehen.

Bleistaubniederschlagsmeßnetz:

Im Bereich St. Anton, Gampen, Maienwasen wurde an 5 Meßstellen der Bleistaubniederschlag gemessen. Die dabei erhobenen Werte lagen zwischen nicht nachweisbar und 2 mg/m² in 28 Tagen. Die Mittelwerte bei den einzelnen Meßstellen über die 4 Meßperioden lagen bei maximal 1 mg/m² x 28 d. Somit wurden die Grenzwerte für Bleistaubniederschlagsbelastung gemäß 2. Forstverordnung von 19 mg/m² in 28 Tagen

bei weitem eingehalten, obwohl unbelastete Gebiete noch niedrigere Bleiwerte aufweisen.

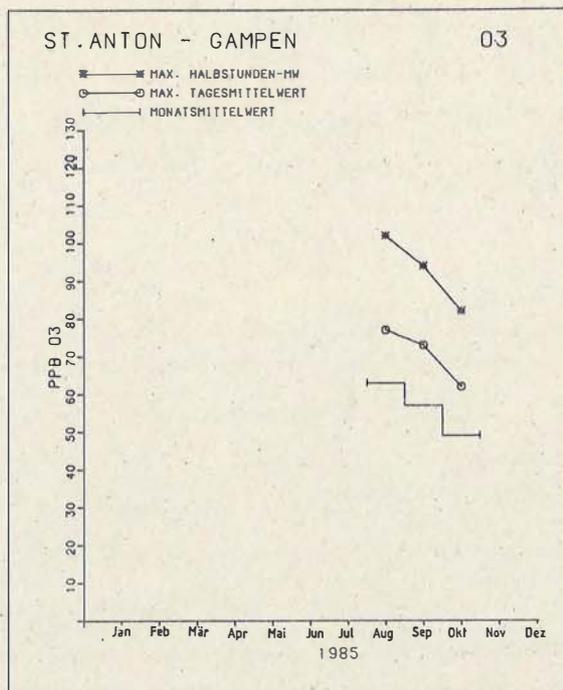


Abb. 6

Nadelanalysen:

Die seit mehreren Jahren durchgeführten Nadelanalysen im Bereich Schönwies, Starkenbach und Zams wiesen durchwegs leicht erhöhte Schwefelbelastungen, welche Grenzwertüberschreitungen nach der 2. Forstverordnung darstellen, auf. Die talnahen Probebäume am Schloß Landeck und im Hasliwald zeigen stark bzw. leicht überhöhte Schwefelgehalte (das sind Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung). Bei der Probefläche in Galtür mußten ebenfalls Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung festgestellt werden. Die Nadelproben aus Landeck-Hammerlhütte, Thiallift Bergstation, Flirscherberg, St. Jakob - in der Gand, Tösens, Nauders und aus dem Kaunertal wiesen keine Grenzwertüberschreitungen auf (siehe Anhang Karte 1).

3. Beurteilungsraum: Bezirk Imst

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Nadelanalysen aus dem Bezirk Imst zeigen, daß am Hangfuß des

Tschirgants in Imst sowie an der zum Inntal gerichteten Hanglage bei Arzl im Pitztal erhöhte Schwefelbelastungen auftreten, welche zu Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung führen. Dasselbe gilt für die talnahen Bereiche zwischen Ötztal-Bahnhof und Silz-Pirchet sowie Rietz, außerdem am Haimingerberg. Die oberen Hanglagen des Imster Talkessels sowie bei Mötz, oberhalb Wildermieming, im Kühtai, im mittleren und hinteren Ötztal weisen auf keine erhöhten Schwefelbelastungen durch erhöhte Schwefelgehalte der Nadelanalysen hin (siehe Anhang Karte 1 und 2).

Beurteilungsunterlagen:

Nadelanalysen:

Folgende Nadelanalysen 1985 zeigen erhöhte Schwefelbelastungen an, welche Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung darstellen. Stark überhöhte Schwefelwerte eingangs des Pitztals in Arzl. Leicht erhöhte Schwefelgehalte in Imst (oberhalb Wäscherei), in Ötztal-Bahnhof, beim Umspannwerk Westtirol, außerdem im Pirchetwald und am Haimingerberg sowie in Rietz.

Keine Grenzwertüberschreitungen wiesen die Nadelproben vom Tegestal, in Imst beim Müllplatz, Altersheim in Brennbichl, auf der Untermarkter Alm, Hochimst-Wetterkreuz, in Karrösten, am Henneberg, Locherboden und beim Umspannwerk in Ötztal-Bahnhof auf (siehe Anhang Karte 1 und 2).

BEZIRKE INNSBRUCK-LAND UND INNSBRUCK-STADT

Stadtmagistrat Innsbruck, Abteilung IX

BFI Telfs

BFI Steinach

BFI Hall

a) Waldzustand

In den Bezirken Innsbruck-Land und Innsbruck-Stadt sind rund 32 % der

Waldbestände über 60 Jahre geschädigt, davon sind 26 % leicht geschädigt und 6 % bereits deutlich geschädigt. Im Vergleich zur WZI 1984 haben sich nur leichte Veränderungen ergeben. Die Abnahme der geschädigten Bestandesgrundfläche um 1 Prozentpunkt liegt innerhalb der Fehlergrenze. Der Anteil der mittelstarken Schäden hat sich um 2 %-Punkte leicht erhöht. Bei Betrachtung der einzelnen Baumarten zeigt sich, daß sich die Fichte und Buche erholt haben, während bei der Tanne, Lärche und Kiefer eine Zunahme der Schadfläche erfolgte (siehe Tab. 4).

Die Hauptschadensgebiete sind das Karwendel, das gesamte Inntal und das Wipptal. Im Inntal weisen vor allem die Bestände in den unteren Tallagen besonders im Raum Innsbruck - Hall schwere Schäden auf. Im Wipptal hat sich der Waldzustand von 1984 auf 1985 verschlechtert.

Tab. 4: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre
in den Bezirken Innsbruck-Land und Innsbruck-Stadt

Baumart	1(gesund)	2(leicht geschädigt)	3(mittelst. geschädigt)	4+5(absterbend + tot)	gesamt geschädigt
Fichte	68	26	6	-	32 %
Tanne	34	57	8	1	66 %
Lärche	79	19	2	-	21 %
Kiefer	54	33	11	2	46 %
Buche	58	32	9	1	42 %
alle Baumarten					
1985	68	26	5	1	32 %
1984	67	28	4	1	33 %
Baumartenverteilung: 60 % Fichte, 21 % Lärche, 9 % Kiefer, 5 % Buche, 3 % Tanne, 2 % Zirbe.					

b) Immissionssituation

4. Beurteilungsraum: Telfs und Umgebung, Salzstraße und Seefelder Plateau

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Nadelanalysen 1985 zeigen, daß in den talnahen Hanglagen des Inn-

tales unterhalb der Martinswand und in Neu-Leutasch erhöhte Schwefelbelastungen vorliegen, welche zu Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung führen, während im Raum Hatting keine derartigen Belastungen im vergangenen Jahr nachweisbar waren.

Beurteilungsunterlagen:

Nadelanalysen:

Die Nadelanalysen belegen leicht erhöhte Schwefelgehalte (Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung) in Neuleutasch und unterhalb der Martinswand, ebenso stark erhöhte Schwefelgehalte unterhalb der Martinswand. In Hatting hingegen wiesen die Probestämme erhöhte Schwefelgehalte in den Nadeln auf, jedoch keine Grenzwertüberschreitungen (siehe Anhang Karte 2).

5. Beurteilungsraum: Kematen und Umgebung, Westliches Mittelgebirge und Sellrain

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Nadelanalysen aus den Jahren 1984 und 1985 zeigen in der Umgebung des Landesgefängnisses Innsbruck immer noch sehr stark erhöhte Schwefel- und Fluorbelastungen an, welche zu starken Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung führen. Außerdem wurden erhöhte Schwefelbelastungen auch im Axamer Tal und auf der Götzener Ebene nachgewiesen. Im Sellraintal ist keine erhöhte Schwefelbelastung festgestellt worden.

Beurteilungsunterlagen:

Nadelanalysen:

Die Nadelanalysen 1985 zeigen im Umfeld des Landesgefängnisses Innsbruck sehr starke Grenzwertüberschreitungen hinsichtlich des Schwefelgehaltes in den Fichtennadeln auf (Götzner Ebene, 3 Punkte im Herzogwald, Völs Tennisplatz). Leicht überhöhte Schwefelwerte (Grenzwertüberschreitungen 2. Forstverordnung) waren bei den Fichtennadeln aus dem Axamer Tal und (nördlich vom Adelshof) beim Höllbodenweg zu finden. Die Nadelproben aus dem Sellraintal hingegen wiesen keine

Schwefelbelastung auf (siehe Anhang Karte 2 und 4).

Die Nadelanalysen im Herzogwald und Umgebung 1984 ergaben ebenso wie 1983 stark überhöhte Fluorgehalte in den Fichtennadeln, welche erhebliche Grenzwertüberschreitungen darstellen. Die Fluorergebnisse für 1985 liegen noch nicht vor.

6. Beurteilungsraum: Stubaital und Wipptal

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Ergebnisse der Immissionsmessungen im Bereich der Brennerautobahn bei Nöblach zeigen, daß die Stickoxidemissionen durch den Autobahnverkehr zu einer erhöhten Ozonbildungsrate führen, wodurch z.B. im Bereich des Nöblachjochs stark erhöhte Ozonbelastungen festgestellt wurden. Diese Ozonbelastungen allein führen bereits zu einer Vitalitätsminderung der Waldbestände, insbesondere ist jedoch gemeinsam mit den sauren Niederschlägen, die ebenfalls in dem Bereich festgestellt wurden, mit schädlichen Kombinationswirkungen zu rechnen.

Die Nadelanalysen zeigen entlang der Brennerautobahn wiederholt erhöhte Chloridwerte, was auf die Salzstreuung zurückzuführen ist, außerdem wurden erhöhte Schwefelwerte der Fichtennadeln mit Grenzwertüberschreitungen in Schönberg, Nöblach sowie insbesondere im Bereich Brennersee festgestellt. Auf der jeweils orographisch rechten Seite des Wipptales bei Stafflach am Prästantiberg sowie im Gschnitztal und im Stubaital wurden keine erhöhten Schwefelbelastungen in den Fichtennadeln nachgewiesen.

In Kapitel 15 sind weitere Untersuchungsergebnisse über Luft- und Bodenverunreinigungen aus dem Straßentransitverkehr im Wipptal enthalten.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Gries a.Brenner/Nöblach-Hansler:

Lage der Meßstelle:

Die Immissionsmeßstelle lag im Juni und Juli 1985 ca. 30 m neben dem

Wohnhaus Gries a.Br.-Nöblach Nr. 446, ca. 50 m oberhalb der Autobahn in der angrenzenden Wiese auf ca. 1300 m Seehöhe ca. 130 m über Talboden im Bereich einer lockeren Streusiedlung mit großen landwirtschaftlich genutzten Flächen an einem nach Osten gerichteten Hang. Südlich der Meßstelle zweigt das Obernbergtal Richtung Westen ab, die Autobahn verläuft zunächst Richtung Nord-Süd und ab dem Talübergang Obernberg Richtung Brenner nach Südosten.

Gemessen wurde: SO₂, NO, NO₂

Schwefeldioxid:

Die Ergebnisse der Schwefeldioxidmessungen im Juni und Juli 1985 ergaben maximale Tagesmittelwerte von 0,01 mg SO₂/m³ sowie im Juni maximale Halbstundenmittelwerte von 0,03 mg SO₂/m³ und im Juli 0,02 mg SO₂/m³. Somit wurden zwar die Grenzwerte gemäß 2. Forstverordnung in den 2 Untersuchungsmonaten eingehalten, es wurden aber dennoch SO₂-Konzentrationen gemessen, die über jenen Werten liegen, die sonst im Sommer in ländlichen unbelasteten Gebieten gemessen werden (siehe Abb. 7).

Stickoxide:

Die im Juni und Juli 1985 bei der Meßstelle Hansler gemessenen Stickoxidwerte sind in der folgenden Tabelle 5 zusammengestellt. Da die Meßstelle relativ verkehrsnah situiert ist, überwiegt der Anteil an NO gegenüber NO₂. Die gemessenen maximalen Halbstundenmittelwerte von mehr als 30 ppb NO₂ lassen unter ungünstigen Bedingungen eine erhöhte Ozonbildungsrate erwarten wie sie am Nöblachjoch auch gemessen wurde. Obwohl zur Beurteilung nach den Schweizer Grenzwerten ein längerer Meßzeitraum nötig ist, kann angenommen werden, daß diese nicht eingehalten werden können (siehe Abb. 8 und 9).

Tab. 5: Meßstelle Gries am Brenner/Nöblach-Hansler NO/NO₂ in ppb

	Juni 85	Juli 85
Anzahl Meßtage	10	18
Monatsmittelwerte	20/14	17/17
max.Tagesmittelwert	29/23	37/26
max.Halbstundenmittelwert	88/40	134/53

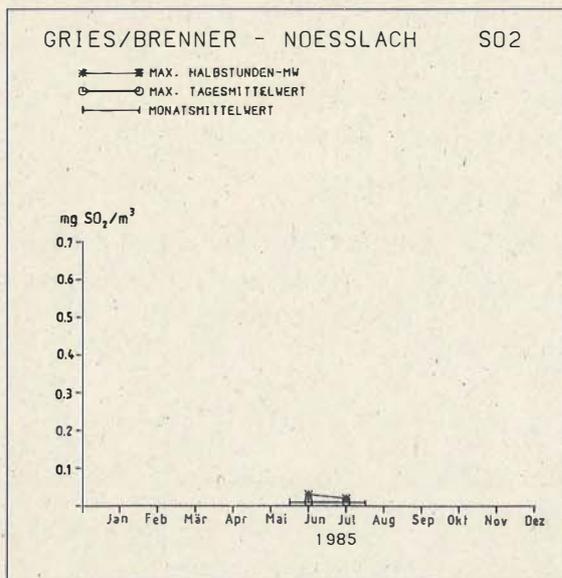


Abb. 7

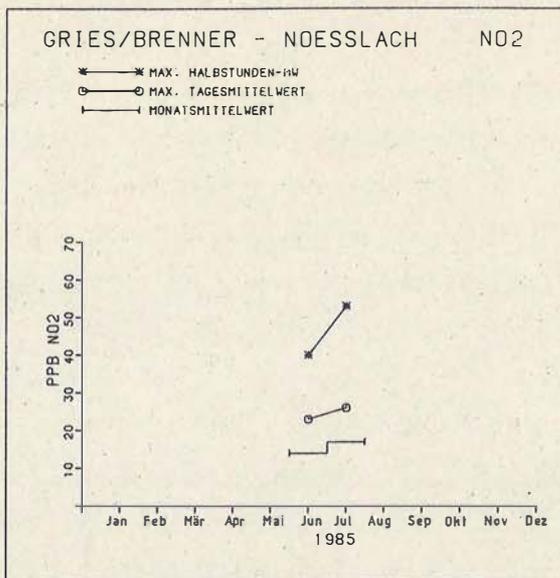


Abb. 8

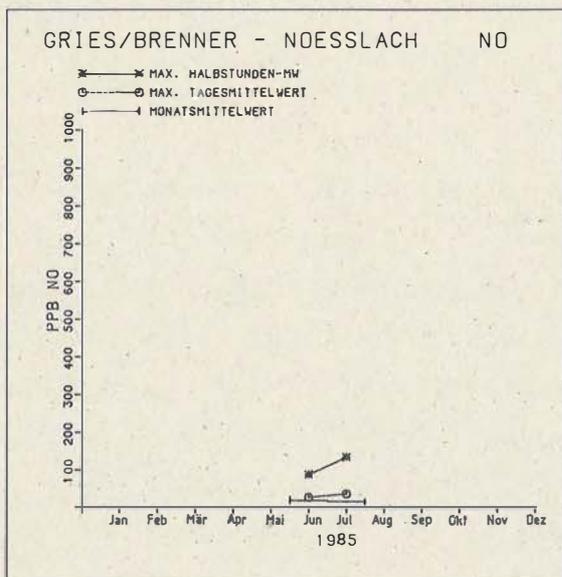


Abb. 9

Meßstelle Gries/Brenner - Nöblachjoch:

Lage der Meßstelle:

Die Immissionsmeßstelle lag im Juni und Juli 1985 auf 1700 m Seehöhe an einem nach Osten exponierten Hang ca. 400 Höhenmeter oberhalb der Brennerautobahn und ca. 530 m über Talboden in einem unbesiedelten,

im allgemeinen für Fahrzeuge nicht erreichbaren Gebiet beim evangelischen Jugendheim.

Gemessen wurde: O₃

Ozon:

Die gemessenen Ozonbelastungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Wie die Ergebnisse dieser beiden Erhebungsmonate zeigen, lag bei dieser Meßstelle eine sehr hohe Ozonbelastung vor, insbesondere im sonnenreichen und verkehrsintensiven Juli wurden von insgesamt 27 Meßtagen an 24 Meßtagen ein 7-Stunden-Fenster von mehr als 50 ppb Ozon überschritten. Dies bedeutet, daß durch die gemessenen Ozonkonzentrationen unter anderem auch für empfindliche Laub- und Nadelbaumarten mit einer Vitalitätsbeeinträchtigung zu rechnen ist. Die gemessenen O₃-Werte liegen auch weit über dem Schweizerischen O₃-Grenzwert von 50 ppb für den 98 %-Wert (siehe Abb. 10).

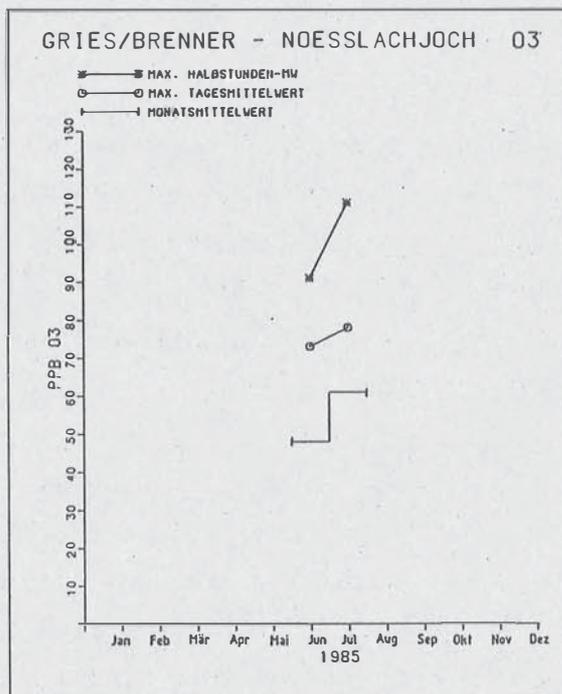


Abb. 10

Tab. 6: Meßstelle Nöblachjoch - Evangelisches Jugendheim 03 in ppb

	Juni 85	Juli 85
Anzahl Meßtage	10	27
Monatsmittelwerte	48	61
max.Tagesmittelwert	73	78
max.Halbstundenmittelwert	91	111
Anzahl 7-Stunden-Fenster > 50 ppb	4	24

Meßstelle Gries a.Brenner/Nöblach-Kalchschmid:

Die Meßstelle lag im Jahr 1984/85 auf 1420 m Seehöhe in einem dünn besiedelten, hauptsächlich landwirtschaftlich genutzten Gebiet, in einer nach Osten geneigten Wiese des Wipptales ca. 230 m über dem Talboden. Die Brennerautobahn führt 120 m tiefer in ca. 1,5 km Entfernung östlich der Meßstelle vorbei.

Gemessen wurde: Nasser Niederschlag

Nasser Niederschlag:

Die genauen Ergebnisse sind in Kapitel 3 wiedergegeben. Insgesamt wurden bei dieser Meßstelle wiederholt erhöhte Werte an Sulfat-S, Nitrat-N und Chlorid im Niederschlagswasser gemessen. Gemeinsam mit den erhöhten Ozonwerten, wie sie am Nöblachjoch gemessen wurden, kann bei derartigen sauren Einträgen mit Vitalitätsverlusten, insbesondere an der Waldvegetation gerechnet werden.

Waldschadenskartierung entlang der Brennerautobahn:

Im Sommer 1984 wurden die Waldschäden entlang der Brennerautobahn zwischen der Europabrücke in Schönberg und dem Brennerpaß mit Hilfe eines Orthophotos im Maßstab 1:5.000 genau kartiert. In einem 5 bis 20 m breiten Streifen entlang der Autobahn sind die Bäume abgestorben oder sehr stark geschädigt. In weiterer Entfernung von der Autobahn weisen die Fichten deutliche Kronenverlichtungen und häufig Salzätzschäden auf. Die Bestände sind entlang der Brücken und dort, wo Straßenabwässer in den Bestand eingeleitet werden am stärksten geschädigt. Die abgestorbenen und geschädigten Waldbestände stocken fast ausschließlich auf Grundstücken, die nicht im Besitz der Brennerauto-

bahn AG sind. Insgesamt sind entlang der Brennerautobahn zwischen der Gemeinde Patsch und dem Brenner 3,8 ha Wald abgestorben oder beim Absterben und 28,3 ha Wald sichtbar geschädigt (Kronenverlichtungen, Ätزشäden).

In den einzelnen Gemeinden haben die Schäden folgendes Ausmaß:

Tab. 7: Waldschäden entlang der Autobahn im Wipptal

	geschädigte Waldflächen	absterbende und tote Waldbestände	unproduktiv ehem. Waldflächen
Gries	9,8 ha	1,7 ha	5,2 ha
Steinach	2,9 ha	0,2 ha	0,5 ha
Matrei	0,8 ha	-	-
Mühlbachl	7,3 ha	1,1 ha	2,2 ha
Schönberg	5,4 ha	0,3 ha	0,4 ha
Patsch	2,0 ha	0,5 ha	-
Gesamt	28,3 ha	3,8 ha	8,3 ha

Waldschäden treten im Wipptal nicht nur im Nahbereich der Brennerautobahn auf. Die Wälder in den unteren Tallagen weisen durchwegs Kronenverlichtungen auf. Bei einer Erhebung durch die Bezirksforstinspektion Steinach im Sommer 1985 wurden in folgenden Waldbeständen flächenhafte meist leichte bis mittelstarke Kronenverlichtungen festgestellt:

In Unterberg und Schönberg zwischen Ruetz und Sill, in Telfes am unteren Telfer Berg, in Ellbögen im südlichen Tarzner Berg, im Arzthal auf der Sonnseite, im Silltal entlang der Bahnstrecke, in Mühlbachl alle Wälder im Bereich der Autobahn, in Pfons am Schöfner Berg, in Navis am Sonnseitenberg, Grünerberg und Spöckerberg, in Steinach am Tienznerberg, Mauracher Berg, Prästantiberg und Steinacherberg, in Trins im Oberzäunwald, in Schmirn oberhalb von St. Jodock und in Gries am unteren Sattelberg, Brenner, Klammerberg, Plankenberg und am Nöblacherberg. In den letzten Jahren wurde eine deutliche Zunahme der Kronenverlichtungen und Schadensfläche festgestellt. Der Schadensfortschritt wird durch die Ergebnisse der Waldzustandsinventur 1984 und 1985 bestätigt.

Nadelanalysen:

Die Nadelanalysen 1985 zeigen, daß im inneren Stubaital im Bereich Krößbach-Gasteig sowie im Gschnitztal niedere Schwefelbelastungen der Fichtennadeln vorliegen, welche keine Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung darstellen. Im Einflußbereich der Brennerautobahn in Schönberg sowie in Nöblach waren die Schwefelbelastungen der Nadeln leicht erhöht, welche Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung darstellen. Am Präsantiberg konnte keine Grenzwertüberschreitung hinsichtlich des Schwefelgehaltes in den Fichtennadeln nachgewiesen werden. Am Brennersee wurde an 3 Probebäumen ein stark erhöhter Schwefelgehalt in den Fichtennadeln festgestellt (siehe Anhang Karte 5).

Die Chloridanalysen von Nadelproben aus 10 bis 50 m Entfernung von der Autobahn ergaben mittlere Chloridwerte von 0,13 % (1. Nadeljahrgang) und 0,16 % (2. Nadeljahrgang) und maximale Chloridkonzentrationen von 0,27 %. Der Chloridgrenzwert gemäß 2. Verordnung über forstschädliche Luftverunreinigungen liegt bei 0,10 % und wurde somit überschritten.

7. Beurteilungsraum: Landeshauptstadt Innsbruck und Östliches Mittelgebirge

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Ergebnisse der Immissionsmessungen zeigen, daß sowohl im Stadtzentrum als auch im Olympischen Dorf zwar die Schwefeldioxidbelastung gegenüber dem Vorjahr weiterhin leicht abgenommen hat, aber trotzdem die Grenzwerte der zweiten Forstverordnung zum Teil sogar erheblich überschritten wurden. Auch sehr stark erhöhte Stickoxidbelastungen, welche weit über den Schweizer Grenzwerten liegen, wurden festgestellt. Dementsprechend waren auch die Schwefelbelastungen der Fichtennadeln im untersten Teil der Hanglagen nördlich und südlich von Innsbruck deutlich erhöht, sodaß bis an die Hänge des Patscherkofels Grenzwertüberschreitungen festgestellt wurden und im Norden bis in den Bereich der Hungerburg. Die darüber gelegenen Hanglagen sowie der Probepunkt nördlich der Nordkette im Samertal wiesen keine erhöhten Schwefelbelastungen der Fichtennadeln auf. Die erhöhten Stickoxidege-

halte im Bereich Innsbruck Stadt führen insbesondere beim gleichzeitigen Auftreten von erhöhten Schwefeldioxidbelastungen zu pflanzenschädigenden Kombinationswirkungen. Darüberhinaus führen die erhöhten Stickoxidgehalte der Luft auch zu erhöhten Nitratanteilen im nassen und trockenen Niederschlag, welche infolge von Verfrachtung auch in größerer Entfernung, insbesondere in Kombination mit anderen Schadstoffen wie z.B. Ozon, zu Vegetationsschäden führen und das ökologische Gleichgewicht stören können. Außerdem führen die erhöhten Stickoxidbelastungen gemeinsam mit den ebenfalls aus dem Verkehr stammenden Kohlenwasserstoffbelastungen zu einer deutlich erhöhten Ozonbildungsrate, was bei den Meßstellen auf der Hungerburg sowie auf der Seegrube und am Patscherkofel zu sehr stark erhöhten Ozonwerten führte, welche allein und in Kombination z.B. mit sauren Niederschlägen zu einer Vitalitätsminderung der Waldbestände führen. So wurde auf der Hungerburg der in Tirol im Jahr 1985 höchste Ozon-Halbstundenmittelwert von 116 ppb O₃ gemessen.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Innsbruck - Stadtzentrum:

Lage der Meßstelle:

Die Meßstelle befand sich seit November 1974 im Gebäude des Rathauses im Stadtzentrum von Innsbruck, im November 1977 wurde die Meßstelle in das nahe gelegene Gebäude der Landesforstdirektion in der Bürgerstraße verlegt. Beide Meßstellen liegen nur ca. 200 m voneinander entfernt. Es wurde durch Parallelmessungen festgestellt, daß bei beiden Meßstellen die gleichen Immissionsverhältnisse herrschten. Die Meßstellen liegen im westlichen Stadtzentrum von Innsbruck auf 580 m Seehöhe am Talboden. Die Meßstelle in der Bürgerstraße befindet sich in unmittelbarer Nähe einer stark frequentierten, ampelgeregelten Kreuzung.

Gemessen wurde: SO₂, NO, NO₂

Schwefeldioxid:

Die seit mehr als 11 Jahren durchgeführten SO₂-Messungen in Innsbruck-Stadtzentrum zeigen, daß der bereits mehrere Jahre anhaltende Trend zu niedrigeren SO₂-Belastungen auch im Jahr 1985 angehalten

hat, obwohl der Jänner und Februar 1985 extrem kalt waren. (Siehe Abb. 11).

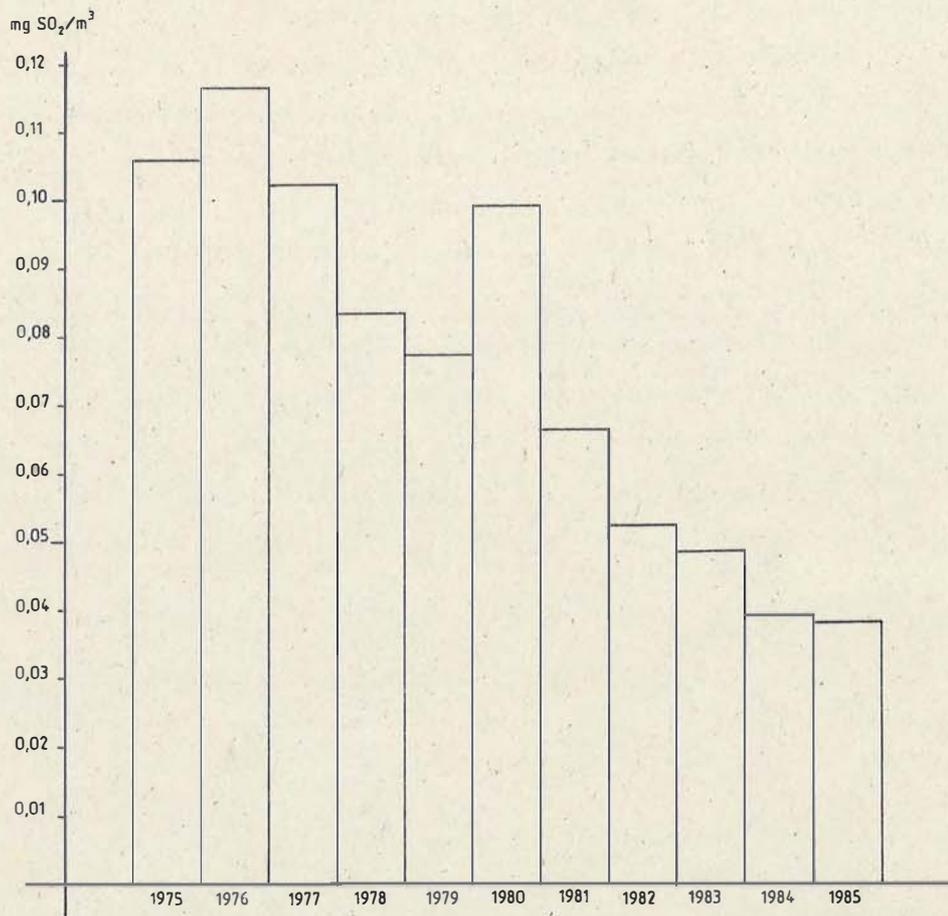


Abb. 11: Jahresmittelwerte der SO₂-Belastung im Stadtzentrum von Innsbruck 1975 - 1985

Trotzdem wurden im Winter 84/85 mit maximalen Tagesmittelwerten von 0,31 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 0,44 mg SO₂/m³ im Winter 84/85 sowie im bisherigen Winter 85/86 bis Dezember 1985 mit maximalen Tagesmittelwerten bis 0,13 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 0,28 mg SO₂/m³, sowie im Sommerhalbjahr 1985 mit maximalen Halbstundenmittelwerten bis 0,19 mg SO₂/m³ bzw. maximalen Tagesmittelwerten bis 0,07 mg SO₂/m³ die Grenzwerte für SO₂ laut 2. Forstverordnung sowohl für den Sommer als auch für den Winter wiederholt und erheblich überschritten.

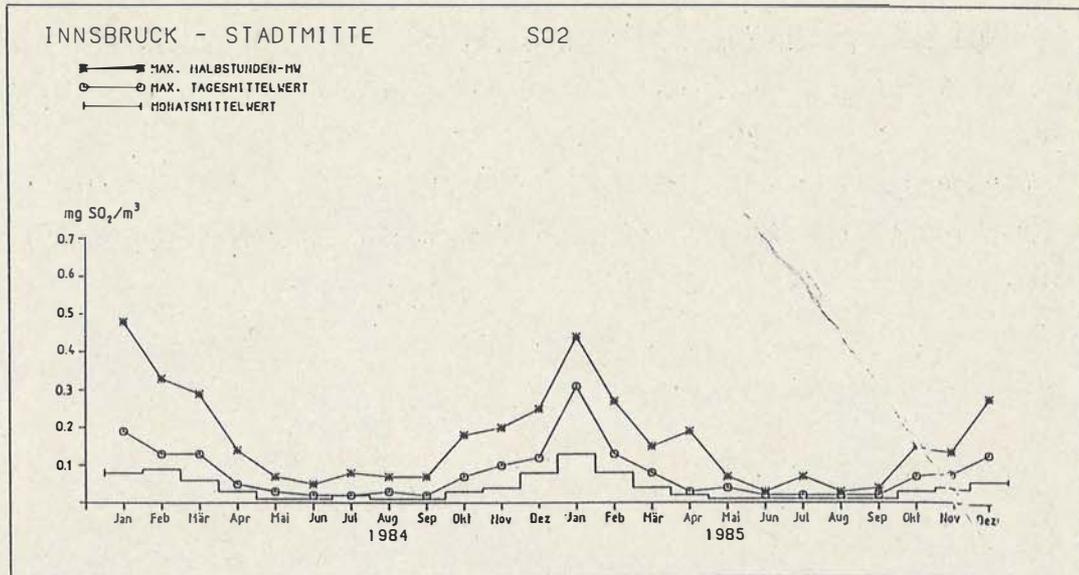


Abb. 12

Stickoxide:

Bei der Meßstelle Innsbruck-Stadtzentrum wurden im Mai und im Juni und dann wieder im Oktober bis Dezember die Stickstoffmonoxid- und die Stickstoffdioxidbelastung erhoben. Dabei zeigte sich, daß die Stickstoffmonoxidbelastung im Sommer mit durchschnittlich 39 ppb NO und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 216 ppb NO und im Winter mit Monatsmittelwerten bis 182 ppb NO und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 835 ppb NO bei dieser Meßstelle sehr hoch ist. Auch die Stickstoffdioxidbelastung ist im Sommer mit Monatsmittelwerten bis zu 39 ppb NO₂ und Halbstundenmittelwerten bis zu 78 ppb NO₂ und im Winter mit Monatsmittelwerten bis 72 ppb NO₂ und Halbstundenmittelwerten bis 268 ppb NO₂ sehr hoch, wobei die unmittelbare Nähe einer stark frequentierten ampelgeregelten Kreuzung zusätzlich zur Höhe der Belastung beiträgt. Die NO₂-Belastung liegt somit weit über den Schweizer NO₂-Grenzwerten (siehe Kapitel 2, Tabelle 1).

Die gemessenen Stickstoffdioxidbelastungen erreichten somit regelmäßig Werte, bei denen je nach photochemischen Umwandlungsbedingungen mit der Ausbildung von Ozonbelastungen zwischen 100 und 150 ppb gerechnet werden muß. In diesem Zusammenhang wird auf die Spitzenbelastung von Ozon von bis zu 116 ppb O₃ bzw. 108 ppb O₃ bei den Meßstellen Gramart-Hungerburg-Innsbruck und Seegrube hingewiesen.

Weiters ist bei den Stickstoffdioxidbelastungen von mehr als

45 ppb NO₂ bei gleichzeitiger Anwesenheit von 0,13 mg SO₂/m³ oder mehr mit Kombinationswirkungen zu rechnen, welche Blattschäden verursachen.

Darüberhinaus können die gemessenen Stickstoffdioxidspitzenbelastungen von mehr als 175 ppb NO₂ auch unmittelbar zu Vegetationsschäden führen.

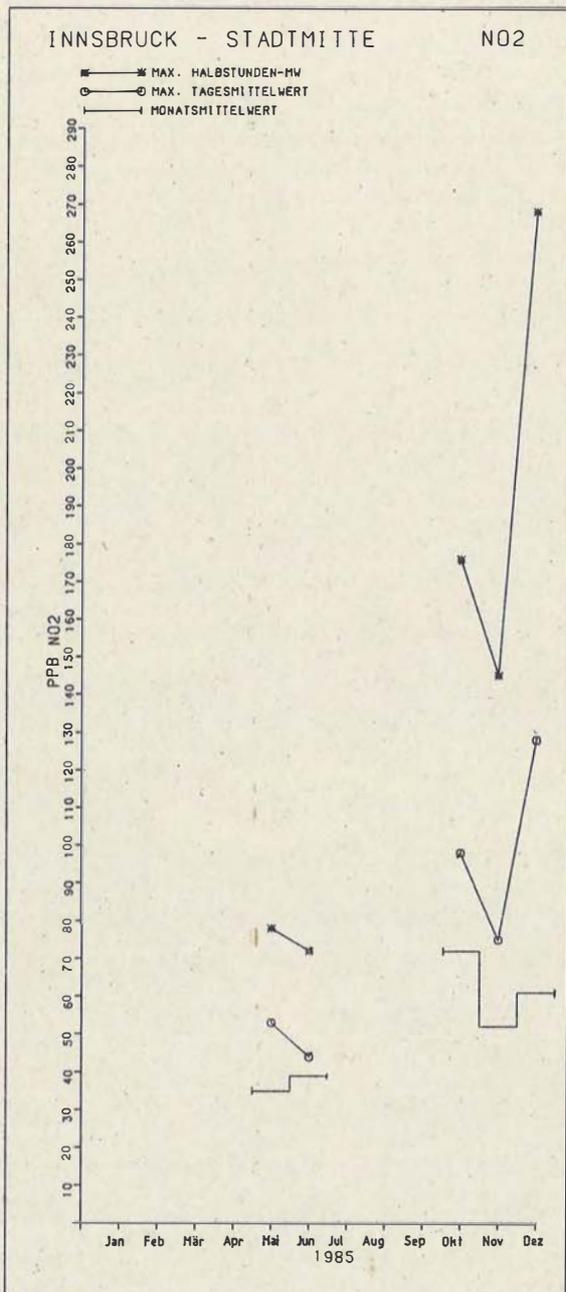


Abb. 13

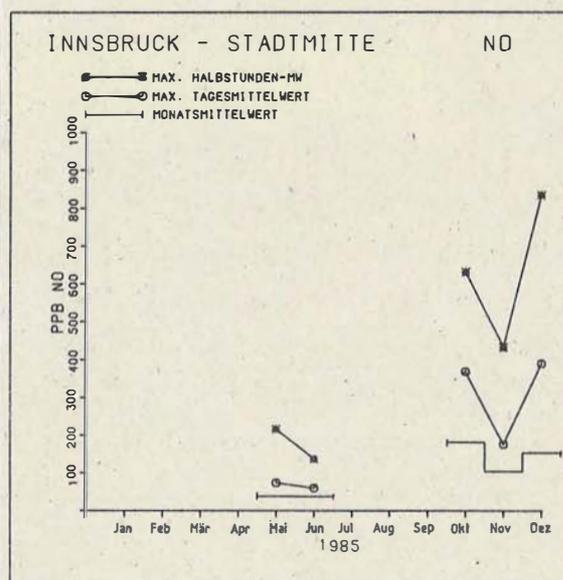


Abb. 14

Die Stickstoffmonoxidbelastung lag im Sommer bei Tag bei der Meßstelle Landesforstdirektion etwa in gleicher Höhe wie die Stickstoffdioxidbelastung, im Winter jedoch überwog die Stickstoffmonoxidbelastung um das ca. 3fache, wobei maximale Halbstundenmittelwerte bis 835 ppb NO erreicht wurden. Dies deutet daraufhin, daß die Umwandlung von NO in NO₂ und weitere Folgeprodukte im Sommer bei Tag relativ rasch vor sich geht, während sie im Winter und bei Nacht relativ langsamer erfolgt.

Meßstelle Innsbruck - Olympisches Dorf:

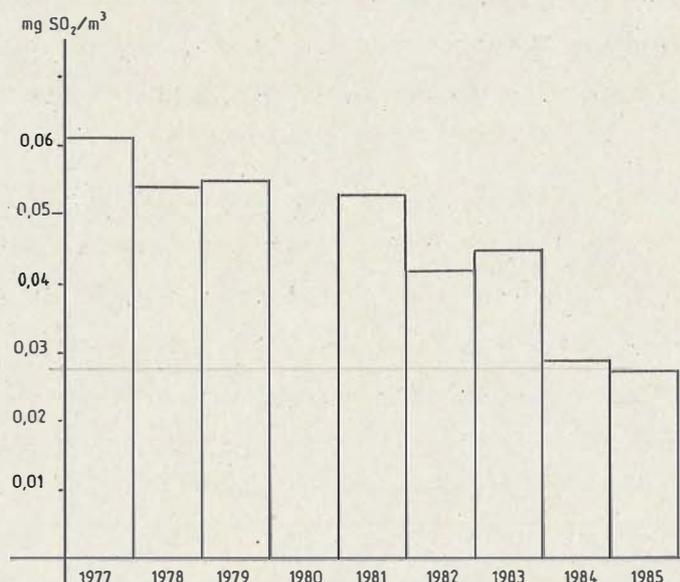
Die Meßstelle liegt seit 1977 im Osten von Innsbruck in der Nähe der Gemeindegrenze zur Nachbargemeinde Rum in einem mit Hochhäusern besiedelten Gebiet. Die Meßstelle liegt auf 570 m Seehöhe am Talboden. In unmittelbarer Nähe der Meßstelle befindet sich eine mäßig stark frequentierte Nebenstraße. Die Inntalautobahn ist ca. 1 km von der Meßstelle entfernt.

Gemessen wurde: SO₂, NO, NO₂

Schwefeldioxid:

Die Ergebnisse der Schwefeldioxidmessungen im Olympischen Dorf zeigen, daß die Jahresdurchschnittsbelastung mit SO₂ trotz des strengen Winters 84/85 auch im Jahr 1985 gegenüber dem Vorjahr zurückging.

Abb. 15: Jahresmittelwerte der SO₂-Belastung in Innsbruck - Olympisches Dorf 1977 - 1985



Trotzdem wurden im Winter 1984/85 maximale Tagesmittelwerte bis 0,19 mg SO₂/m³ und maximale Halbstundenmittelwerte bis 0,30 mg SO₂/m³ erhoben. Somit wurden in den vergangenen Wintermonaten die Grenzwerte der 2. Forstverordnung zum Teil sogar erheblich überschritten.

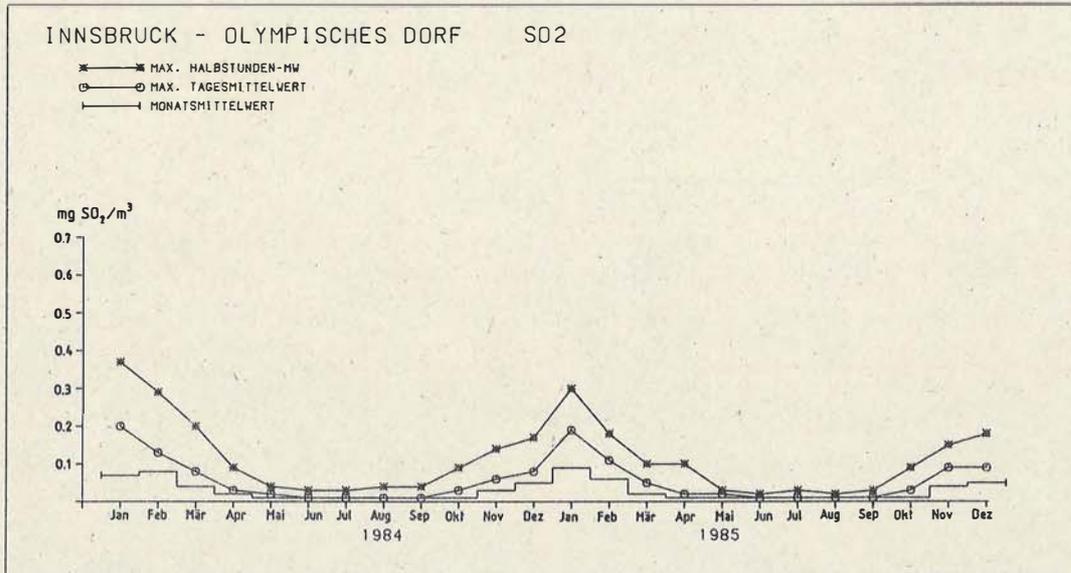


Abb. 16

Stickoxide:

Die Erhebung der Stickstoffdioxidbelastung bei der Meßstelle Olympisches Dorf zeigte von April bis September Monatsmittelwerte bis 18 ppb NO₂ und maximale Halbstundenmittelwerte bis 56 ppb NO₂. Im Winter hingegen wurden maximale Monatsmittelwerte bis zu 39 ppb NO₂ und maximale Halbstundenmittelwerte bis 131 ppb NO₂ gemessen. Die Schweizer NO₂-Grenzwerte wurden somit beträchtlich überschritten.

Auch wurden Stickstoffdioxidwerte von mehr als 30 ppb erreicht und überschritten, die je nach photochemischen Umwandlungsbedingungen zur Einleitung der Bildung von ca. 100 ppb Ozon führen können.

Es wird darauf hingewiesen, daß erhöhte Stickstoffdioxidbelastungen von mehr als 45 ppb NO₂ bei Anwesenheit von mehr als 0,13 mg SO₂ wiederholt festgestellt wurden, welche in Kombination zu Blattschäden führen können.

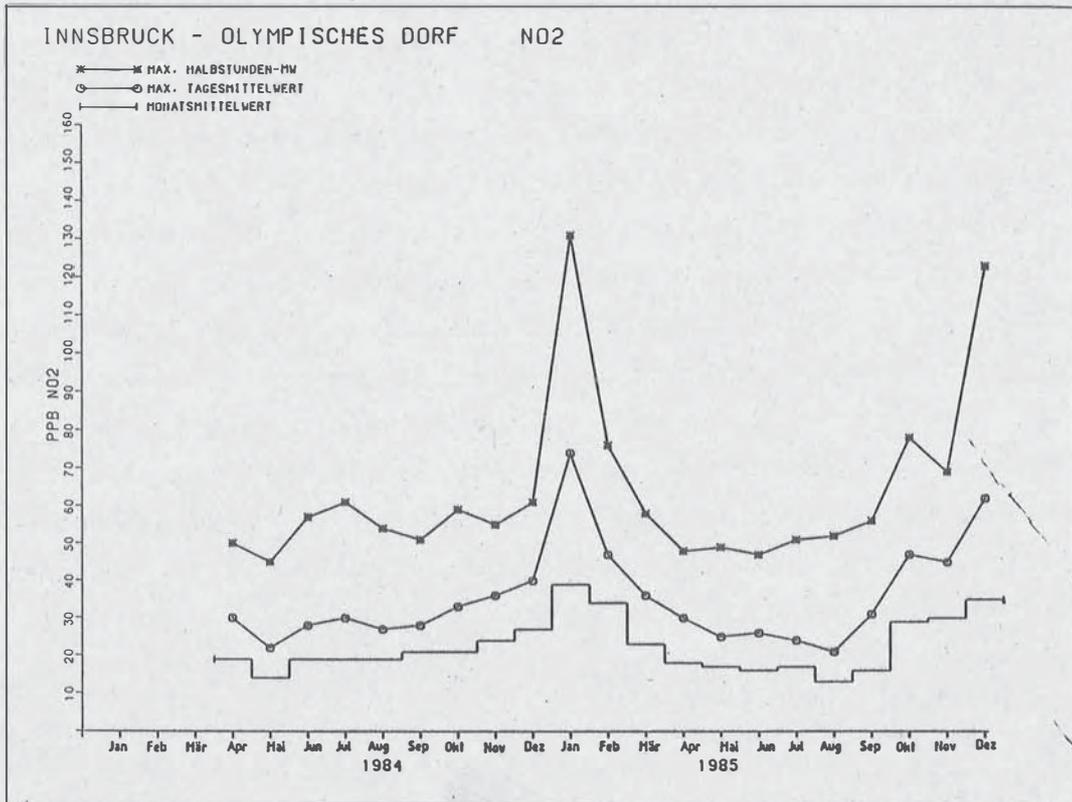


Abb. 17

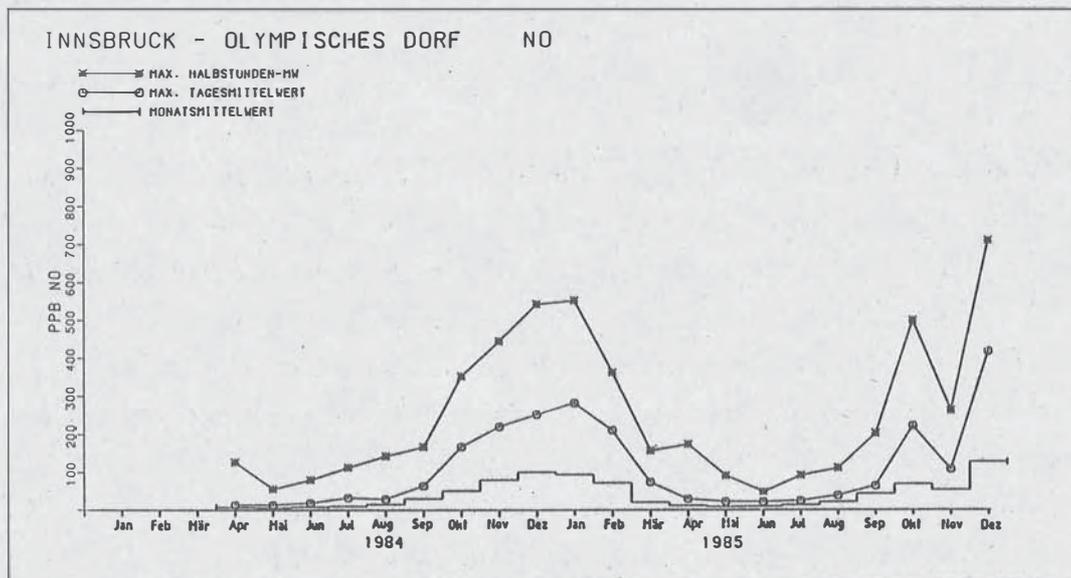


Abb. 18

Die Stickstoffmonoxidbelastung erreichte im Winter mit maximalen Monatsmittelwerten von 129 ppb, maximalen Tagesmittelwerten von 418 ppb und maximalen Halbstundenmittelwerten von 710 ppb Werte, die 3-6mal über jenen der Stickstoffdioxidbelastung lagen. Im Sommer hingegen war die durchschnittliche Stickstoffmonoxidbelastung geringer als die durchschnittliche Stickstoffdioxidbelastung, was die im Sommer rascher vor sich gehende Umwandlung von NO in Folgeprodukte verdeutlicht. - In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, daß erhöhte Stickoxidgehalte der Luft zu erhöhten Nitratanteilen im nassen und trockenen Niederschlag führen, welche infolge Verfrachtung auch in größerer Entfernung insbesondere in Kombination mit anderen Schadstoffen, wie z.B. Ozon, ihrerseits zu Vegetationsschäden führen und das ökologische Gleichgewicht stören können.

Meßstelle Innsbruck-Gramartboden:

Die Meßstelle wurde im April 1985 neuerlich in Betrieb genommen. Die Meßstelle liegt im Norden von Innsbruck auf der Hungerburg auf 840 m Seehöhe in einer großen Waldlichtung ca. 260 m über dem Talboden von Innsbruck. Die Meßstelle befindet sich im Bereich einzelner verstreut gelegener Häuser am Ende einer wenig befahrenen Straße.

Gemessen wurde: O3

Ozon:

Die Ozonbelastung bei der Meßstelle Gramartboden erreichte im Juni 1985 einen Halbstundenmittelwert von 116 ppb. Dieser Wert war der höchste, der in diesem Jahr in Tirol gemessen wurde. Die Ozonbelastung zeigt bei dieser Meßstelle einen deutlich erkennbaren Tagesgang. Eine Ozonbelastung von mehr als 50 ppb während mehr als 7 Stunden wurde bei dieser Meßstelle an insgesamt 35 Tagen des Jahres festgestellt.

Der Schweizer Kurzzeitimmissionsgrenzwert für Ozon von 50 ppb wurde in den Sommermonaten zum Teil erheblich überschritten.

Diese Ozonbelastungen bedeuten, daß bei den empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten mit einer Vitalitätsbeeinträchtigung durch Ozon zu rechnen ist, auch mit schädlichen Kombinationswirkungen mit sauren Niederschlägen ist zu rechnen.

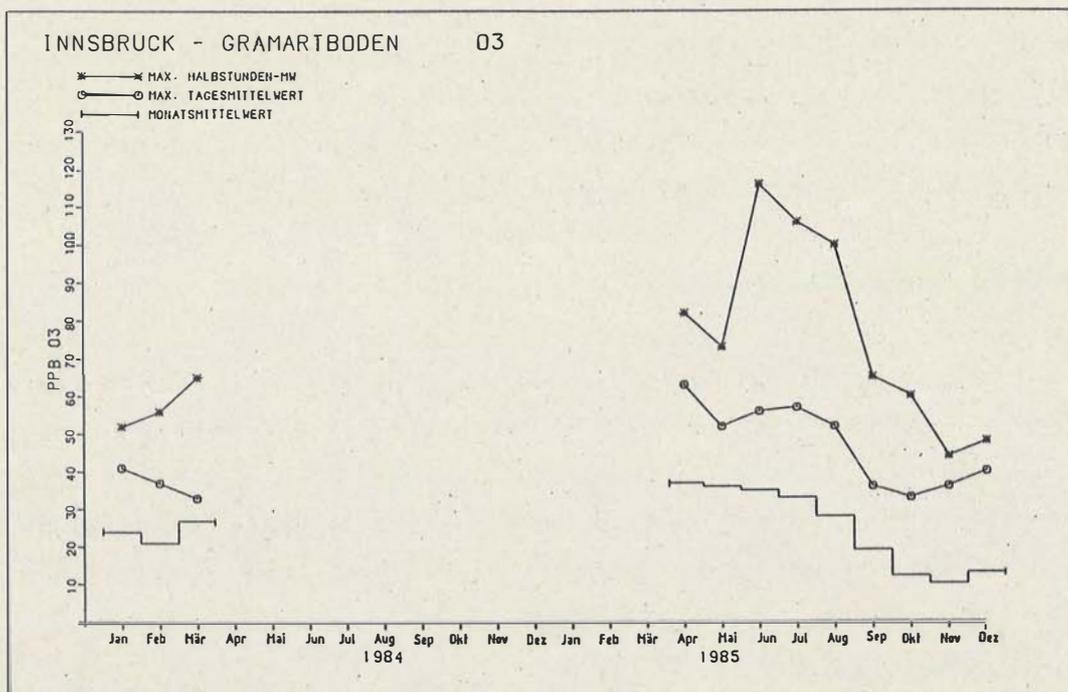


Abb. 19

Meßstelle Seegrube:

Die Meßstelle Seegrube wurde im März 1985 in 1960 m Seehöhe ca. 1300 m über dem Talkessel von Innsbruck an einem nach Süden exponierten Hang errichtet. Die Meßstelle ist nur über Seilbahn zu erreichen, da keine Straßenverbindung besteht.

Gemessen wurde: 03

Ozon:

Bei dieser Meßstelle ist ein gewisser Tagesgang der Ozonbelastung immer noch erkennbar (siehe Kapitel 2, Abb. 4).

Die Ozonbelastung bei der Meßstelle Seegrube zeigte von März bis Dezember 1985 häufig die höchsten Durchschnittsbelastungen, die in diesem Jahr in Tirol gemessen wurden. Halbstundenmittelwerte von mehr als 100 ppb Ozon bis maximal 108 ppb Ozon wurden insgesamt 18 mal registriert. Der maximale Monatsmittelwert beträgt 75 ppb. Im Zeitraum von März bis Dezember wurden an 166 Tagen Ozonbelastungen von mehr als 50 ppb über einen Zeitraum von 7 Stunden gemessen. Auch der Schweizerische O₃-Grenzwert von 50 ppb für den 98 %-Wert wurde in allen Monaten häufig sehr stark überschritten.

Diese Ozonbelastungen bedeuten, daß unter anderem auch bei den empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten mit einer meßbaren Vitalitätsbeeinträchtigung zu rechnen ist, auch schädliche Kombinationswirkungen mit sauren Niederschlägen sind zu erwarten (siehe Abb. 20).

Meßstelle Patscherkofel:

Lage der Meßstelle: Die Meßstelle wurde von März bis Juni 1985 erneut betrieben, sie lag im Klimahaus am Patscherkofel auf 1960 m Seehöhe an der Waldgrenze. Die Meßstelle befand sich an einer nach Südwesten gerichteten Hanglage oberhalb der Einmündung des Wipptales in das Innental. In der Nähe der Meßstelle befindet sich ein für den öffentlichen Verkehr nicht zugelassener Weg.

Gemessen wurde: 03

Ozon:

Bei der Meßstelle am Patscherkofel wurde eine stark erhöhte Ozonbelastung mit Monatsmittelwerten bis 65 ppb und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 90 ppb erhoben. An den insgesamt 67 Meßtagen wurde an 62 Tagen über mehr als 7 Stunden mehr als 50 ppb Ozon gemessen. Auch bei dieser Meßstelle war ein gewisser Tagesgang der Ozonbelastung noch erkennbar.

Der Grenzwert der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung (50 ppb für den 98 %-Wert), wurde in allen Erhebungsmonaten stark überschritten. Diese Ozonbelastungen bedeuten, daß bei den empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten mit Vitalitätsminderungen gerechnet werden muß, auch schädliche Kombinationswirkungen mit sauren Niederschlägen sind zu erwarten (siehe Abb. 21).

Nadelanalysen:

Die im Jahre 1985 erhobenen Nadelanalysen zeigen, daß im Raum Innsbruck an folgenden Punkten eine deutliche Überschreitung der Schwefelgrenzwerte gemäß 2. Forstverordnung festgestellt wurde: Andreas-Hofer-Weg, Mentelberg-Beamensiedlung, südöstlich Ziegelstadel, Tummelplatzweg, Ölberg, Mühlau-Sternbachgarten und Nähe Hungerburgbahn. Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung wurden außerdem an folgenden Meßstellen ermittelt: In der Öd, Grillhof, und Igls Nähe Kurhaus und Heiligwasser.

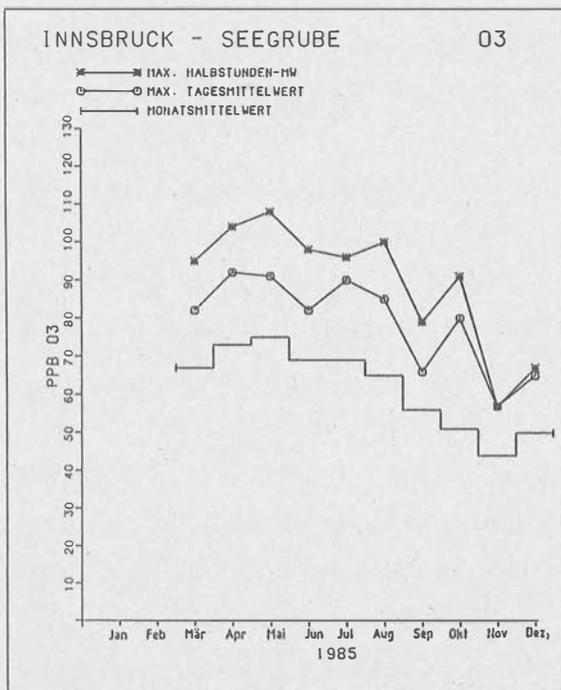


Abb. 20

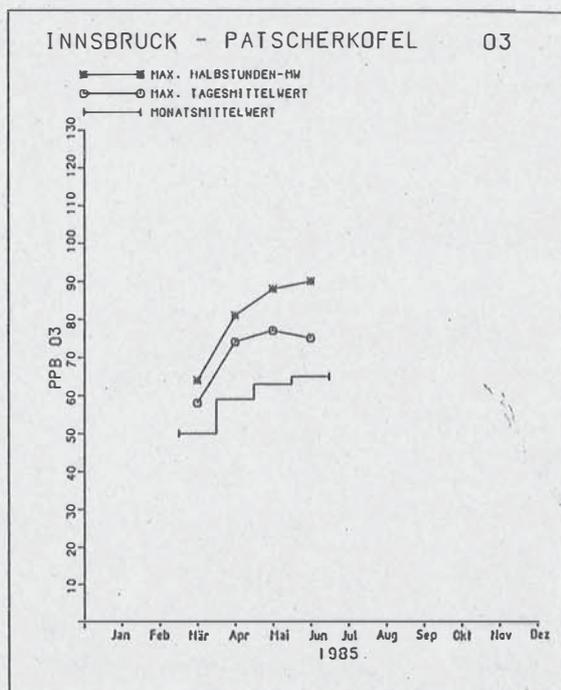


Abb. 21

Keine Überschreitungen von Schwefelgrenzwerten zeigen die beiden Profilpunkte nördlich von Innsbruck - Richtung Seegrube: Nähe Nordkettenbahn, Nähe Rastelboden sowie Außerkreith und im Samertal (siehe Anhang Karte 4).

Wie 1983 zeigten die Nadelanalysen 1984 am Mentelberg, in der Öd und südöstlich des Landesgefängenenhauses erhebliche Überschreitungen des Grenzwertes für Fluor in den Nadeln nach der 2. Forstverordnung. Eine besonders hohe Überschreitung tritt beim Punkten südöstlich des Mentelberg mit einer 6-fachen Überschreitung des Grenzwertes der 2. Forstverordnung im 2. Nadeljahrgang auf. Die Fluorergebnisse für 1985 liegen noch nicht vor.

8. Beurteilungsraum: Hall und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Wie die Ergebnisse der Immissionsüberwachung bei der Meßstelle Hall i.T. zeigen, ist die SO₂-Belastung seit dem Jahr 1981 zwar deutlich zurückgegangen, aber im Jahr 1985 gegenüber dem Vorjahr wieder

geringfügig angestiegen. Auch wurden im Winter 1984/85 die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten. Auch die Nadelanalysen zeigen erhöhte Schwefelwerte besonders an den talnahen südlichen Hanglagen sowie an den exponierten Lagen in Gnadewald und in Absam. Die Hanglagen oberhalb Absam und die abgelegeneren und höheren Teile des Gnadewalds zeigen dagegen keine erhöhten Schwefelwerte in den Nadelanalysen. Die Stickoxidbelastung war bei der Meßstelle Hall i.T. das ganze Jahr hindurch sehr hoch, sodaß die Schweizer Grenzwerte für Stickstoffdioxid stets weit überschritten wurden. Auch die Werte, welche in ungünstigen Fällen die Ausbildung von hohen Ozonkonzentrationen einleiten können, wurden regelmäßig überschritten. Bei derart erhöhten Stickoxidgehalten ist außerdem damit zu rechnen, daß diese rasch zu erhöhten Nitratanteilen in den trockenen und nassen Niederschlägen führen, welche ihrerseits oft auch erst nach Verfrachtung in entlegene Gebiete zu Vegetationsbeeinträchtigungen und Störungen des ökologischen Gleichgewichtes führen können. Außerdem wurden wiederholt gleichzeitig erhöhte Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxidbelastungen gemessen, welche in Kombinationswirkung zu Blattschäden führen können. Die Ozonbelastung bei der Meßstelle Hall i.T. zeigte im Sommerhalbjahr tagsüber oft deutlich erhöhte Ozonbelastungen an, welche über den Schweizer Ozongrenzwerten lagen. Bei derartigen Ozonbelastungen muß mit einem Vitalitätsverlust, insbesondere der empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten, gerechnet werden. Auch sind Kombinationswirkungen mit sauren Niederschlägen möglich.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Hall i.T. - Münzergasse:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle liegt seit dem Winter 80/81 in der Münzergasse im Garten der Bezirksforstinspektion. Die Meßstelle befindet sich im Talboden auf 560 m Seehöhe in ca. 200 m Abstand von der Autobahn, durch den Inn von dieser getrennt und in ca. 1,5 bis 2 km Entfernung von der Haller Industriezone inmitten des Siedlungsgebietes, welches in diesem Bereich von Häusern mit Gärten umgrenzt ist. In unmittelbarer Nähe befindet sich eine mäßig frequentierte Straße.

Gemessen wurde: SO₂, NO, NO₂, O₃

Schwefeldioxid:

Die Erhebung der SO₂-Belastung bei der Meßstelle Hall zeigte, daß im Jahr 1985 keine neuerliche Verminderung der SO₂-Belastung eingetreten ist, sondern diese geringfügig höher war als im Jahr 1984. (Siehe Abb. 22).

Im Winter 1984/85 wurden mit maximalen Tagesmittelwerten von 0,16 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten von 0,28 mg SO₂/m³ die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten (siehe Abb. 22 und 23).

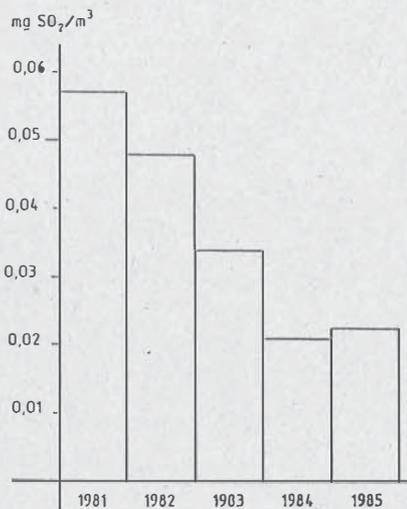


Abb. 22: Jahresmittelwerte der SO₂-Belastung in Hall in Tirol, Münzergasse 1981 - 1985

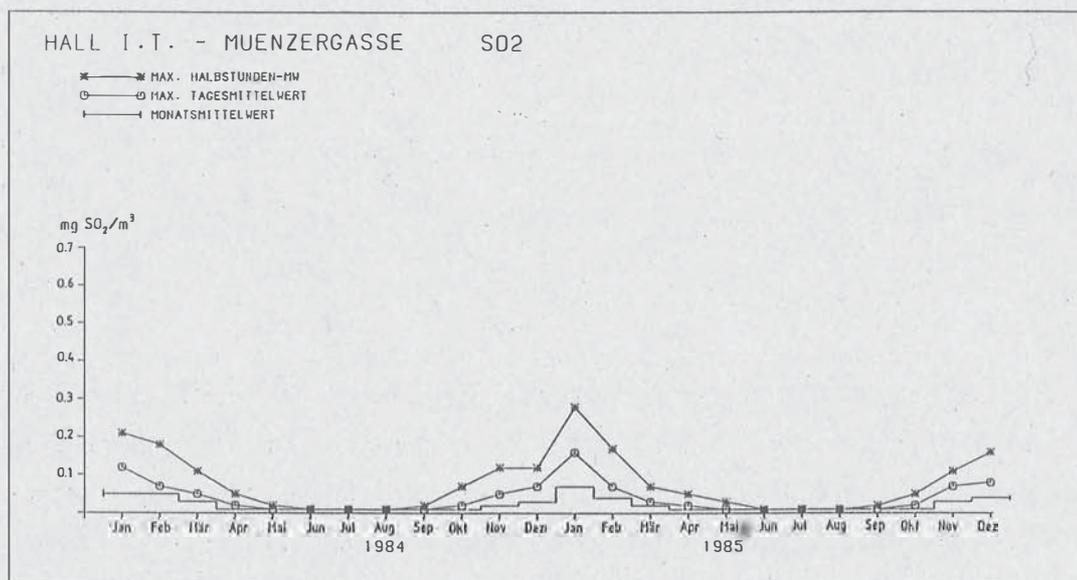


Abb. 23

Stickoxide:

Die Stickstoffdioxidbelastung erreichte im Durchschnitt Werte zwischen 22 ppb NO₂ im Mai 1985 und 39 ppb NO₂ im Jänner 1985 mit maximalen Halbstundenmittelwerten bis zu 133 ppb NO₂. Die gemessenen NO₂-Belastungen lagen somit weit über den Schweizer NO₂-Grenzwerten. Die Werte von 30 ppb, welche in ungünstigen Fällen die Ausbildung von 100 ppb oder mehr einleiten können, wurden regelmäßig überschritten.

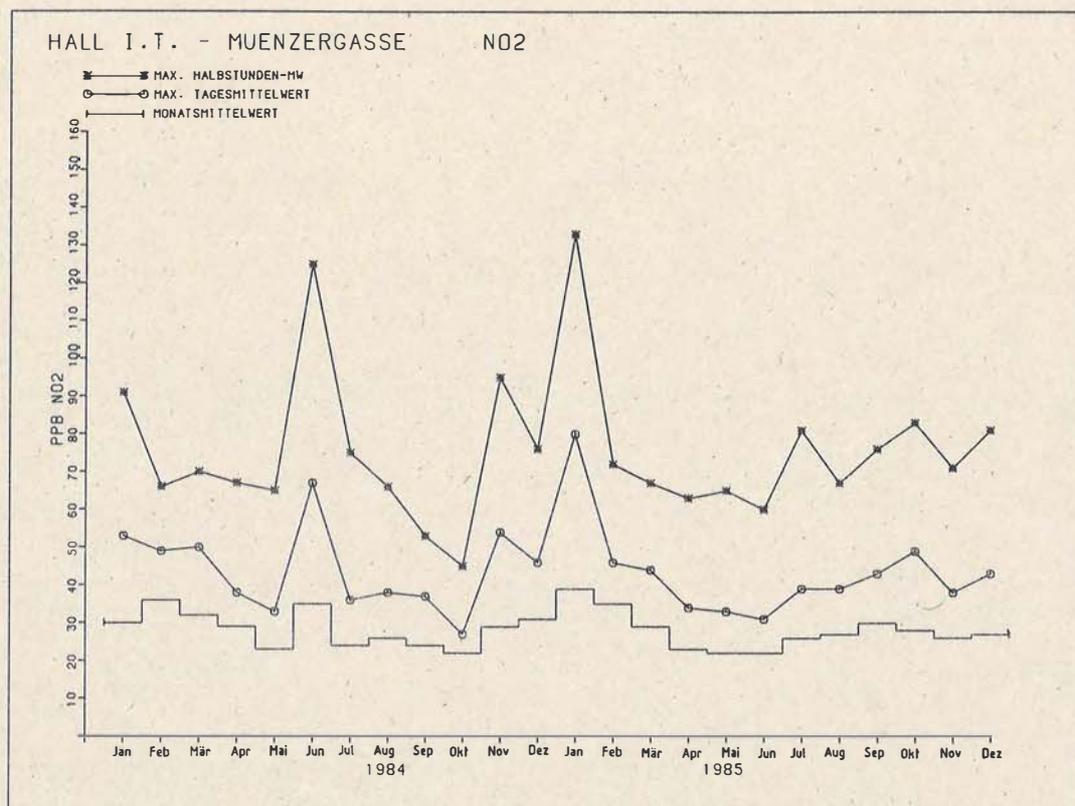


Abb. 24

Die Stickstoffmonoxidbelastung zeigte im Sommer Werte von 30 ppb NO als Monatsmittelwert und 258 ppb NO als maximaler Halbstundenmittelwert und im Dezember als Monatsmittelwert 212 ppb NO und als maximaler Halbstundenmittelwert 847 ppb NO. Somit lag die Stickstoffmonoxidbelastung bei Tag im Sommer in etwa gleicher Höhe wie die Stickstoffdioxidbelastung, während die Stickstoffmonoxidbelastung im Winter sowohl bezüglich der Monatsmittelwerte als auch bezüglich der Halbstundenmittelwerte ca. das Zehnfache der Stickstoffdioxidbelastung er-

reichte.

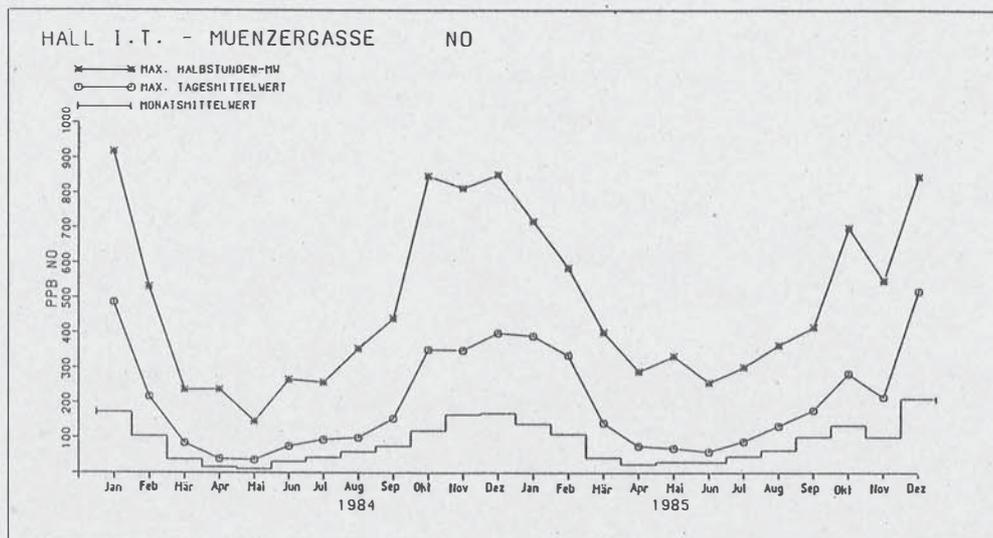


Abb. 25

Bei derart erhöhten Stickoxidgehalten ist zu berücksichtigen, daß diese rasch zu erhöhten Nitratanteilen in den trockenen und nassen Niederschlägen führen, welche ihrerseits oft nach Verfrachtung zu Vegetationsbeeinträchtigungen und zu Störungen des ökologischen Gleichgewichtes führen können.

Im Winterhalbjahr kam es wiederholt zum gleichzeitigen Auftreten von Konzentrationen von mehr als $0,13 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ und mehr als 45 ppb NO_2 , was in Kombinationswirkung zu Blattschäden führen kann.

Ozon:

Die Ozonbelastung bei der Meßstelle Hall i.T. zeigt einen ausgeprägten Tagesgang, wobei in der Nacht die Ozonbelastung wegen der Autobahnnähe (NO-Emission) häufig auf Null zurückgeht. Trotzdem wurden in den Sommermonaten Monatsmittelwerte bis 24 ppb gemessen, sowie maximale Halbstundenmittelwerte bis 77 ppb . Dabei wurde im Jahr 1985 an insgesamt 25 Tagen während mehr als 7 Stunden mehr als 50 ppb Ozon gemessen. Der Ozongrenzwert der Schweizer Luftreinhalteverordnung von 50 ppb für den 98 %-Wert wurde im Sommer zum Teil erheblich überschritten.

Bei derartigen Ozonbelastungen muß mit einem Vitalitätsverlust insbesondere der empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten gerechnet werden, auch schädliche Kombinationswirkungen mit sauren Niederschlägen sind möglich (siehe Abb. 26).

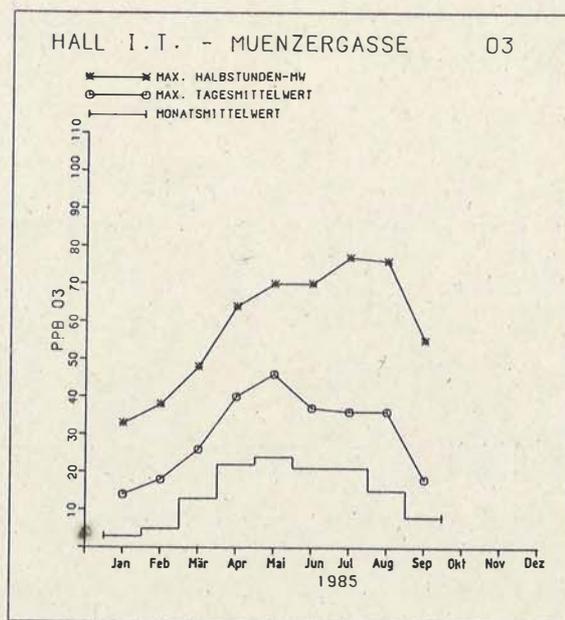


Abb. 26

Nadelanalysen:

Die Ergebnisse der Nadelanalysen in diesem Beurteilungsraum zeigen starke Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung an folgenden Meßstellen: Ampaß Versuchsfläche, Kienberg, untere Lend und Schnatzbichl in Rum.

Relative Überschreitungen ermittelte man in: Rinn Mooshöfe, Mils Stichweg, Gnadenwald WZI-Fläche, Milserheide, Kampfl, Schloß Melans, Walderkapelle, Planitz 2, Grünegg und Patscherkofel.

Keine Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung konnten an neun Meßstellen dieses Beurteilungsgebietes festgestellt werden: Swarovski-Gebäude, Absam Eichat, Absam Sportplatz, Absam Heuberg, Maximilianbründl, Usterberg, Schoberbründl, Schottergrube und Planitz 1 (siehe Anhang Karte 6).

9. Beurteilungsraum: Wattens und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Wie die Nadelanalysen aus dem Raum Wattens und Umgebung zeigen, sind sowohl die nördlichen als auch die südlicheren talnahen Hanglagen durchwegs von deutlich erhöhten Schwefelbelastungen in den Nadeln betroffen. Erst die höhergelegenen und abgelegeneren Bereiche wie Vögelsberg und Wattener Lizum weisen keine erhöhten Schwefelbelastungen auf. Außerdem wurde in Baumkirchen und Fritzens eine erhöhte Fluorbelastung der Fichtennadeln festgestellt:

Beurteilungsunterlagen:

Nadelanalysen:

1985 wurden im Raum Wattens neue Probestämme beerntet und dabei wurden absolute Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung an folgenden Meßstellen ermittelt: Spielplatz Fritzens, Fritzens Kandlerbaue, Fritzens oberhalb Würth, südöstlich Eggenhof, Volders Rodelbahn beim Zielhaus und Wattens Haslach.

Relative Überschreitungen gemäß 2. Forstverordnung in Volders Donauparkour, Kolsass Archwald, zwischen Fritzens und Baumkirchen, Baumkirchen Osthang und oberhalb Bärenbach gemessen.

Keine Überschreitungen gemäß 2. Forstverordnung konnten nur in höheren Lagen, Vögelsberg Rodelbahn, Vögelsberg und Wattener Lizum festgestellt werden (siehe Anhang Karte 6).

Zusätzlich wurden erhebliche Überschreitungen des Fluorgehaltes in den Nadelproben 1984 nach der 2. Forstverordnung für forstschädliche Luftverunreinigungen im Raum Baumkirchen-Fritzens festgestellt (Überschreitungen bei 4 Nadelanalysebäumen).

BEZIRK SCHWAZ

BFI Schwaz

BFI Zillertal

a) Waldzustand

Der Bezirk Schwaz ist einer der am stärksten vom Waldsterben betroffenen Bezirke Tirols. Insgesamt sind 38 % der Bestände über 60 Jahre geschädigt, davon 29 % leicht, 7 % mittelstark und 2 % stark. Schwerste Schäden weisen die Baumarten Tanne und Buche auf. Bei der Tanne sind die Hälfte aller Stämme bereits mittelstark oder stark geschädigt. Zum Ergebnis der WZI 1984 ergaben sich 1985 keine wesentlichen Veränderungen, die geschädigte Waldfläche blieb gleich (siehe Tab. 8). Die Schäden konzentrieren sich vor allem auf den Alpennordrand (Achenental, Steinberg, Hinterriß, Bächental) und das Inntal. Im Zillertal ist der Wald nur in den unteren Tallagen teilweise geschädigt.

Tab. 8: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Schwaz

Baumart	1(gesund)	2(leicht geschädigt)	3(mittelst. geschädigt)	4+5(absterbend + tot)	gesamt geschädigt
Fichte	61	33	5	1	39 %
Tanne	28	22	42	8	72 %
Lärche	78	18	4	-	22 %
Kiefer	64	23	13	-	36 %
Zirbe	92	8	-	-	8 %
Buche	37	47	13	3	63 %
alle Baumarten					
1985	62	29	7	2	38 %
1984	62	29	7	2	38 %
Baumartenverteilung: 70 % Fichte, 4 % Tanne, 5 % Lärche, 4 % Kiefer, 8 % Zirbe, 8 % Buche, 1 % sonst. Laubholz.					

b) Immissionssituation

10. Beurteilungsraum: Schwaz und Umgebung sowie Jenbach und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Wie die Nadelanalysen aus dem gesamten Inntal von Terfens bis Jenbach zeigen, ist im gesamten talnahen Bereich sowohl an den nördlichen als auch an den südlichen Hanglagen eine erhöhte Schwefelbelastung der Fichtennadeln mit Grenzwertüberschreitungen festzustellen. Nur die höhergelegenen oder abgeschirmten Hanglagen weisen keine solchen Grenzwertüberschreitungen auf. Die ersten Ergebnisse der Stickoxidsmessungen aus Schwaz lassen erkennen, daß eine erhebliche Stickoxidbelastung vorliegt, sodaß insbesondere in den Sommermonaten unter Umständen auch in diesem Bereich mit einer erhöhten Ozonbildungsrate und sauren Niederschlägen mit ihren vegetationsschädigenden Kombinationswirkungen zu rechnen ist.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Schwaz - Feuerwehr:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle wurde im Dezember 1985 eingerichtet. Sie liegt vor dem Gebäude der Feuerwehr im östlichen Ortsbereich der Stadt Schwaz, ca. 10 m über dem Talboden mitten im verbauten Gebiet an einer städtischen, mittelstark frequentierten Straße.

Gemessen wurde: SO₂, NO₂, NO

Schwefeldioxid:

Die allerersten Ergebnisse der SO₂-Messung in Schwaz, Meßstelle-Feuerwehr vom Dezember 1985 zeigen einen Mittelwert von 0,03 mg SO₂/m³, einen maximalen Tagesmittelwert von 0,06 mg SO₂/m³ und einen maximalen Halbstundenmittelwert von 0,15 mg SO₂/m³. Somit wurden in diesem kurzen Beurteilungszeitraum die Grenzwerte der 2. Forstverordnung eingehalten - weitere Erhebungen sind im Gange.

Stickoxide:

Die ersten Ergebnisse aus dem Dezember 1985 zeigen für die Stickstoff-

dioxidbelastung einen Mittelwert von 20 ppb, einen maximalen Tagesmittelwert von 28 ppb und einen maximalen Halbstundenmittelwert von 41 ppb.

Bei der Stickstoffmonoxidbelastung wurde ein Mittelwert von 79 ppb gemessen, ein maximaler Tagesmittelwert von 157 ppb und ein maximaler Halbstundenmittelwert von 437 ppb. Diese Ergebnisse zeigen, daß die Stickstoffmonoxidbelastung im Winter 4 bis 10 mal so hoch ist wie die Stickstoffdioxidbelastung. Insgesamt zeigen diese ersten Ergebnisse eine erhebliche Stickoxidbelastung an. Weitere Messungen sind im Gange.

Nadelanalysen:

1985 ergaben die Nadelanalysen in diesem Beurteilungsgebiet eine starke Konzentration von Grenzwertüberschreitungen für Schwefel in den Ballungszentren Schwaz und Jenbach. Die absoluten Überschreitungen gemäß 2. Forstverordnung wurden an folgenden Punkten ermittelt: südlich Schwaz (Arzberg), Anzingerhof, Schwaz Fuggergasse 24, Alte Landstraße Nr. 13, Schwaz Gattern, Burgegg, Hotel Toleranz (Jenbach) und Jenbach Hubenwald.

Nicht nur in den Ballungszentren gibt es absolute Überschreitungen, sondern wohl auch an exponierten Stellen, die starken Anwehungen ausgesetzt sind: Vomp Schottergrube, Fiecht, Gemeindestichweg-Terfens, Terfens oberhalb Pferdestall, Stans Berglift, Talboden Tratzberg und Wiesing.

Relative Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung wurden in folgenden Gebieten ermittelt: westlich Pill, Schwaz Palais Enzenberg, Schwaz Bahnhof, Schwaz Münchnerstraße 8, Pfitscherhof - Zintberg, Schwaz Tiergarten, Erlach, Brettfall (Ellerboden), östlich Maurach, Untertroi und Larchkopf.

Meßstellen die gemäß 2. Forstverordnung keine Grenzwertüberschreitungen anzeigen sind durchwegs in höheren Lagen zu finden: Ganalm, Nähe Mahdgraben, Stanzer Jochweg, Maria Tax, Schwaz Schlingelberg, Pirchneraste, Kogelmoos, Buch, Obertroi, Kasbach, Kanzelkehre und nördlich Jenbach (siehe Anhang Karte 7).

11. Beurteilungsraum: Achental

Zusammenfassende Beurteilung:

Obwohl aus dem Achental keine Hinweise auf erhöhte Schwefelbelastungen der Fichtennadeln vorliegen, ist infolge der fallweise aufgetretenen erhöhten sauren Niederschläge in Kombination mit den aus den früheren Jahren bekannten Ozonbelastungen mit einer Vitalitätsbeeinträchtigung der empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten zu rechnen.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Achenkirch-Ampelsbacher Hof:

Die Meßstelle liegt seit dem Sommer 1983 auf 990 m Seehöhe nördlich von Achenkirch auf einer allseits gut anströmbaren Geländekuppe 70 m über dem Talboden des Achentales. Die Meßstelle befindet sich im Bereich einzelner Bauernhöfe in ca. 100 m Entfernung von der Abzweigung der Straße nach Steinberg von der Achenseebundesstraße.

Gemessen wurde: Nasser Niederschlag

Nasser Niederschlag:

Die genauen Ergebnisse sind im Kapitel 3 wiedergegeben. Insgesamt wurden bei dieser Meßstelle im Beurteilungszeitraum 84/85 geringere Niederschlagsmengen gemessen als im vorangegangenen Beurteilungszeitraum. Auch der Eintrag an Nitrat/N bzw. Sulfat/S war etwas geringer, trotzdem stieg der Säureeintrag an.

Nadelanalysen:

Bei den im Jahr 1985 im Bächental, nördlich von Kasbach und westlich der Kanzelkehre beernteten Probebäumen wurden nur geringe bis mäßige Schwefelbelastungen festgestellt. Es liegen keine Grenzwertüberschreitungen im Sinne der 2. Forstverordnung vor (siehe Anhang Karte 7).

12. Beurteilungsraum: Vorderes Zillertal und Hinteres Zillertal

Zusammenfassende Beurteilung:

Die kurzfristigen Messungen im vorderen Zillertal bei Straß an der Einmündung in das Inntal zeigten, daß hier im Sommer zwar nur mäßige SO₂-Belastungen vorliegen, trotzdem wurden an den dem Inntal aufwärts

gerichteten Hanglagen des vorderen Zillertals die Grenzwerte der 2. Forstverordnung für die Schwefelbelastung der Fichtennadeln überschritten. Außerdem zeigten die Immissionsmessungen, daß sehr hohe Stickoxidbelastungen in diesem Bereich vorliegen, durch welche hohe Nitratkonzentrationen im trockenen und nassen Niederschlag unter Umständen auch erst nach Fernverfrachtung entstehen können, welche Vegetationsbeeinträchtigungen und Veränderungen des ökologischen Gleichgewichtes verursachen können. Außerdem ist bei derartigen Stickoxidbelastungen gemeinsam mit den aus dem Verkehr stammenden Kohlenwasserstoffen mit einer erhöhten Ozonbildungsrate zu rechnen, wodurch Vegetationsbeeinträchtigungen in den oberen Hanglagen verursacht werden. Bei der Messung im hinteren Zillertal bei der Meßstelle Hippach - Schwendberg - Mittertal zeigte sich, daß nur eine niedere Stickoxidbelastung vorliegt, wobei jedoch wegen des Überwiegens der Stickstoffdioxidbelastung diese auf eine weiter entfernte Quelle wie z.B. den Verkehr am Talboden zurückgehen dürfte. Bei dieser Meßstelle in der mittleren Hanglage wurden gleichzeitig deutlich höhere Ozonbelastungen gemessen als bei der relativ verkehrsfern gelegenen Meßstelle auf 1.910 Meter an der Ahornbergstation. Dies weist darauf hin, daß die Ozonbelastungsspitzen im wesentlichen auf lokale bzw. regionale Quellen zurückzuführen sind. Die gemessenen Ozonkonzentrationen insbesondere im Bereich der unteren Hanglage erreichten Werte, bei denen wohl langfristig eine Vitalitätsminderung der empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten nicht ausgeschlossen werden kann.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Straß i.Z. - Cafe Astholz:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle lag im Juli 1985 für 2 Wochen unmittelbar an der Bundesstraße ins Zillertal vor dem Cafe Astholz auf dem an die Straße angrenzenden Grundstück auf 530 m Seehöhe, wenige Meter über dem Talboden. In ca. 800 m Abstand im Norden mündet die Zillertalbundesstraße in die Bundesstraße im Inntal ein. Die Inntalautobahn verläuft mehr als 1 km weiter nördlich. Die Meßstelle befindet sich unmittelbar an der Einmündung des Zillertals in das Inntal am Fuß eines Steilhanges.

Gemessen wurde: SO₂, NO, NO₂

Schwefeldioxid:

Die Ergebnisse der 2-wöchigen Immissionsmessung im Juli 1985 ergaben einen Mittelwert von 0,01 mg SO₂/m³, einen maximalen Tagesmittelwert von 0,01 mg SO₂/m³ und einen maximalen Halbstundenmittelwert von 0,03 mg SO₂/m³. Somit wurden während des Beurteilungszeitraumes die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung eingehalten.

Stickoxide:

Die Erhebung der Stickoxidbelastung ergab während der 2 Wochen im Juli 1985 folgende Ergebnisse der Stickstoffdioxidbelastung: Mittelwert 26 ppb NO₂, maximaler Tagesmittelwert 35 ppb NO₂, maximaler Halbstundenmittelwert 56 ppb NO₂.

Obwohl zur Beurteilung nach den Schweizer NO₂-Grenzwerten ein längerer Meßzeitraum erforderlich wäre, kann auf Grund der Erfahrung von anderen Meßstellen angenommen werden, daß auch hier die Grenzwerte nicht eingehalten werden können.

Die Stickstoffmonoxidbelastung war 2 bis 6 mal so hoch und erreichte einen Mittelwert von 63 ppb NO, einen maximalen Tagesmittelwert von 101 ppb NO und einen maximalen Halbstundenmittelwert von 369 ppb NO. Dieser maximale Halbstundenmittelwert ist der höchste, der im Juli 1985 an insgesamt 5 Meßstellen in Tirol erhoben wurde.

Wie der mittlere Tagesgang der Stickoxidbelastung zeigt, erreichten die Stickstoffdioxidkonzentrationen am Vormittag regelmäßig 40 ppb, sodaß unter ungünstigen Randbedingungen mit der Einleitung der Bildung von 100 ppb Ozon und mehr gerechnet werden muß.

Außerdem führen hohe Stickoxidkonzentrationen auch zur Ausbildung von hohen Nitratkonzentrationen im trockenen und nassen Niederschlag, wodurch Vegetationsschäden und Veränderungen des ökologischen Gleichgewichtes verursacht werden können.

Meßstelle Hippach - Schwendberg - Mittertal:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle Mittertal lag am Schwendberg im Bereich der nach Osten, Richtung Zillertal, gerichteten unteren Hanglage auf 830 m Seehöhe ca. 220 m über dem Talboden im Bereich einer sehr locker besiedelten Streusiedlung an einem sehr steilen Hang. In ca. 50 m Entfernung führt eine im Sommer als Ausflugsstraße

fallweise befahrene Straße vorbei. Im Talboden verläuft die im Sommer stark frequentierte Bundesstraße ins Zillertal.

Gemessen wurde: NO, NO₂, O₃

Stickoxide:

Die Erhebung der Stickoxidbelastung bei der Meßstelle Schwendberg-Mittertal zeigte im Beurteilungszeitraum April bis September 1985 sowohl für Stickstoffmonoxid als auch für Stickstoffdioxid relativ niedere Werte unter den Schweizer Grenzwerten. Dabei lag vielfach die Stickstoffmonoxidbelastung noch niedriger als die Stickstoffdioxidbelastung, was auf Antransport der Schadstoffe aus größerer Entfernung schließen läßt.

Die Monatsmittelwerte der Stickstoffdioxidbelastung lagen zwischen 3 und 6 ppb NO₂, die maximalen Tagesmittelwerte zwischen 4 und 9 ppb NO₂ und die maximalen Halbstundenmittelwerte zwischen 12 und 20 ppb NO₂. Die Monatsmittelwerte der Stickstoffmonoxidbelastung lagen zwischen 2 und 4 ppb NO, die maximalen Tagesmittelwerte zwischen 3 und 5 ppb NO und die maximalen Halbstundenmittelwerte zwischen 6 und 20 ppb NO.

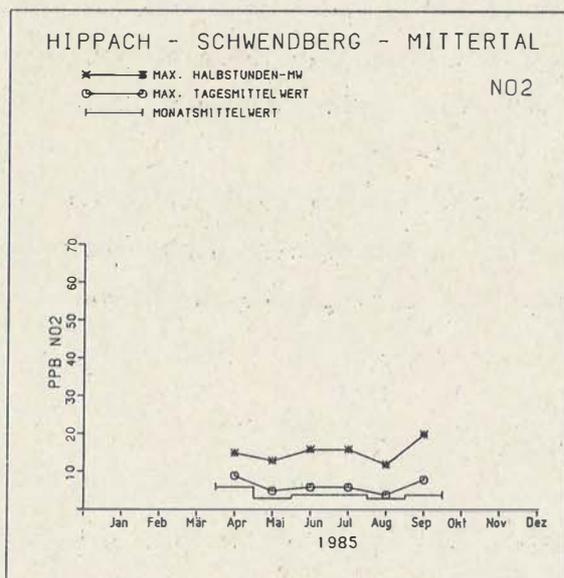


Abb. 27

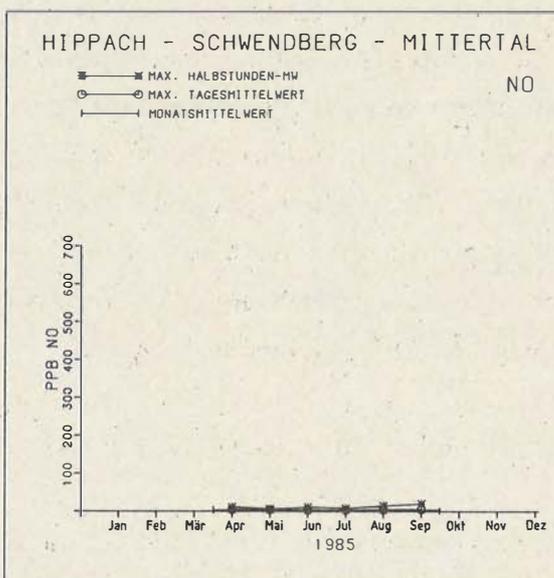


Abb. 28

Ozon:

Die Ozonbelastung zeigte bei dieser Meßstelle im Beurteilungszeitraum April bis September 1985 Monatsmittelwerte zwischen 31 und 47 ppb O₃ und maximale Halbstundenmittelwerte zwischen 72 und 102 ppb O₃. Die Ozonbelastung zeigte bei dieser Meßstelle einen deutlichen Tagesgang mit Maxima am frühen Nachmittag und Minima um ca. 7.00 Uhr früh, wie es für verkehrsbeeinflusste aber nicht unmittelbar an den Hauptverkehrsstraßen gelegenen Meßstellen charakteristisch ist. Die gemessenen Ozonmaxima sind wohl zum überwiegenden Teil auf die am Talboden emittierten Vorläufersubstanzen zurückzuführen, da bei der weiter höher gelegenen Meßstelle am Ahorn keine so hohen Ozonmaxima aufgetreten sind.

Von insgesamt 139 Meßtagen wurde an 50 Tagen eine Ozonkonzentration von mehr als 50 ppb während mehr als 7 Stunden registriert.

Derartige Ozonkonzentrationen bedeuten, daß der Schweizer O₃-Grenzwert von 50 ppb für den 98 %-Wert bei dieser Meßstelle während des Meßzeitraumes laufend erheblich überschritten wurde. Daher ist langfristig mit einer Vitalitätsminderung insbesondere der empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten zu rechnen.

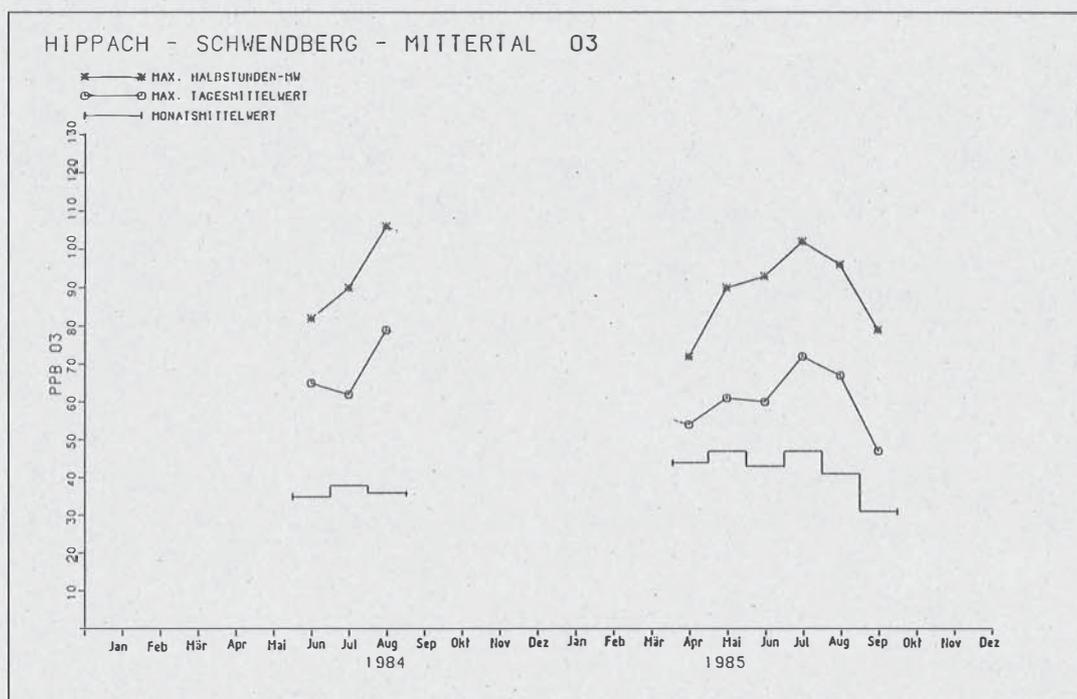


Abb. 29:

Meßstelle Mayrhofen - Ahorn-Bergstation:

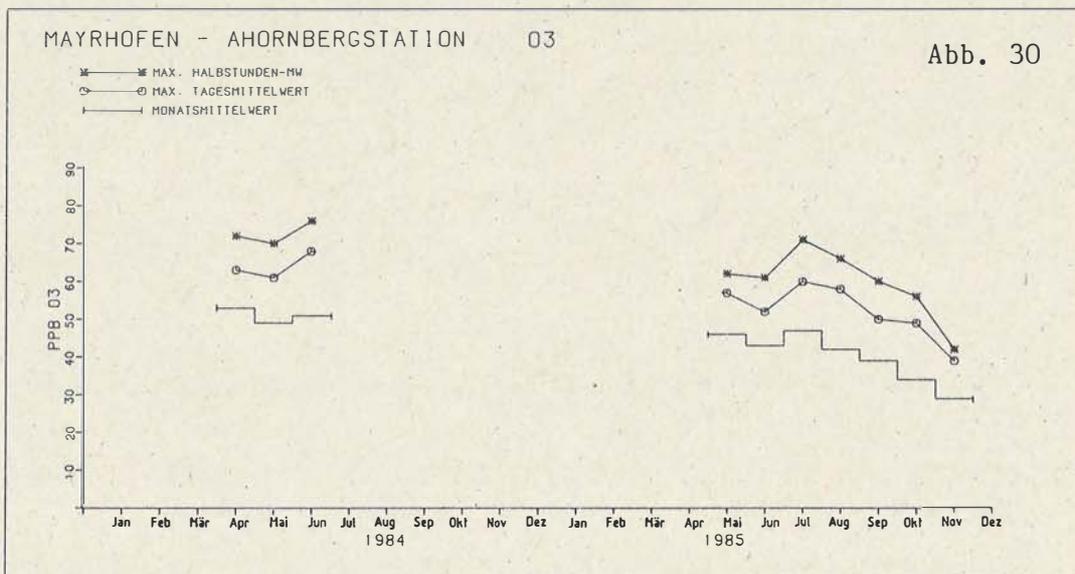
Lage der Meßstelle: Im Bereich der Bergstation der Ahornbahn auf 1910 m Seehöhe ist die Meßstelle in der, zur Skischule Spieß-Maringer gehörenden, Hütte untergebracht. Die Meßstelle liegt auf einer all-seits anströmbaren Geländekuppe, 1280 m über dem Talboden von Mayrhofen. Die Meßstelle wurde im Jahr 1985 von Mai bis November betrieben. Gemessen wurde: O₃

Ozon:

Die Ozonbelastungen erreichten im Berichtszeitraum Mai bis November 1985 Monatsmittelwerte zwischen 29 und 47 ppb O₃ und maximale Halbstundenmittelwerte zwischen 42 und 71 ppb O₃.

Ein Tagesgang der Ozonbelastung ist bei dieser Meßstelle so gut wie nicht erkennbar. Von insgesamt 260 Meßtagen im Zeitraum von Mai bis November 1985 wurde an 33 Tagen ein Wert von 50 ppb O₃ für mehr als 7 Stunden überschritten, wobei jedoch der maximale Halbstundenmittelwert nur in wenigen Fällen über 60 ppb lag. Trotzdem wurde der Schweizerische Ozongrenzwert von 50 ppb für den 98 %-Wert in allen Sommermonaten 1985 überschritten.

Die bei dieser Meßstelle erhobenen Ozonkonzentrationen waren deutlich niedriger als die gleichzeitig in derselben Seehöhe erhobenen Ozonkonzentrationen bei den Meßstellen Patscherkofel, Seegrube, Nöblachjoch oder Gampen. Dies dürfte mit der im hinteren Zillertal deutlich niedrigeren Verkehrsbelastung zusammenhängen (siehe auch Kapitel 2).



Trotzdem kann bei den gemessenen Ozonkonzentrationen eine gewisse Beeinträchtigung von empfindlichen Nadel- oder Laubbaumarten nicht ausgeschlossen werden.

Nadelanalysen:

Die Ergebnisse der Nadelanalysen 1985 zeigen, daß bei den Probepunkten am Taleingang (Maria Brettfall und Larchkopf) erhöhte Schwefelbelastungen vorliegen, welche Grenzwertüberschreitungen gemäß der 2. Forstverordnung darstellen. Die am Stummerberg, an der Zillertaler Höhenstraße-Goldbründl, am Hainzenberg, im Wimmertal und in Ginzling-Maxhütte gewonnenen Nadelproben zeigen nur geringe bis mäßige Schwefelbelastungen an, die die Grenzwerte nicht überschreiten (siehe Anhang Karte 7 und 8).

BEZIRKE KUFSTEIN UND KITZBÜHEL

BFI Wörgl

BFI Kufstein

BFI Kitzbühel

BFI St. Johann

a) Waldzustand

Im Tiroler Unterland treten weit verbreitet zum Teil sehr starke Waldschäden auf. In den Bezirken Kufstein und Kitzbühel sind 39 % der Bestände über 60 Jahre geschädigt. 30 % zeigen leichte, 8 % mittlere und 1 % starke Verlichtungen. Die Waldschäden haben von 1984 auf 1985 um 6 %-Punkte zugenommen. Bei der Hauptbaumart Fichte haben sich die Schäden um 6 %-Punkte, bei der Tanne um 3 %-Punkte, bei der Lärche um 7 %-Punkte und bei der Buche um 9 %-Punkte erhöht (siehe Tab. 9).

Im gesamten Inntal sind hier die Wälder bis ca. 400 m über dem Talboden geschädigt. Starke Schäden treten im Raum Kufstein, die stärksten Schäden in Brixlegg und Umgebung auf. Auch im Brandenbertal und im Raum Kitzbühel, St. Johann, Waidring und Hochfilzen treten Schäden auf. In den östlichen Tiroler-Nordalpen ist der Waldzustand aber besser als im Außerfern, Karwendel oder Achental.

Tab. 9: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre
in den Bezirken Kufstein und Kitzbühel

Baumart	1(gesund)	2(leicht geschädigt)	3(mittelst. geschädigt)	4+5(abster- bend + tot)	gesamt geschädigt
Fichte	60	32	7	1	40 %
Tanne	49	32	16	3	51 %
Lärche	91	9	-	-	9 %
Buche	62	29	6	3	38 %
alle					
Baumarten 1985	61	30	8	1	39 %
1984	67	24	7	2	33 %
Baumartenverteilung: 55 % Fichte, 17 % Tanne, 7 % Lärche, 16 % Buche, 5 % Kiefer und Laubholz.					

b) Immissionssituation

13. Beurteilungsraum: Brixlegg und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Wie die Immissionsmessungen im Raum Brixlegg zeigen ist die Schwefeldioxidbelastung im Jahresdurchschnitt im Jahr 1985 neuerlich angestiegen, wobei die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung für den Halbstundenmittelwert bis zum 45fachen überschritten wurden. Ausreichende Meßergebnisse zur Beurteilung der SO₂-Immissionsminderung durch die Ende 1985 fertiggestellte Rauchgasreinigung sind erst in einigen Monaten zu erwarten. Die talnahen Hanglagen im Zuwehungsbereich der Montanwerke Brixlegg zeigen durchwegs Grenzwertüberschreitungen für den Schwefelgehalt in den Fichtennadeln, während die außerhalb des Zuwehungsbereichs gelegenen Hanglagen nordwestlich von Kramsach und südlich von Reith keine solchen Grenzwertüberschreitungen aufweisen. Die Schwermetallbelastung im Raum Brixlegg, Reith i.A. und Münster hat sich gegenüber dem Vorjahr nicht wesentlich verändert. Bei mehreren Meßstellen wurden Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung für Blei, Zink und Kupfer festgestellt. Schwerste Schäden für die land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden sind die Folge.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Brixlegg-Innweg:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle liegt seit dem Jahr 1975 am Innweg auf 520 m Seehöhe am nordwestlichen Rand des Siedlungsgebietes, bei den häufig taleinwärts gerichteten Winden 100 bis 200 m im Lee der Montanwerke Brixlegg am Talboden des Inntales.

Gemessen wurde: SO₂

Schwefeldioxid:

Die bei dieser Meßstelle erhobene Schwefeldioxidbelastung zeigte seit dem Jahr 1977 bis zum Jahr 1983 bei den Jahresmittelwerten eine abnehmende Tendenz, während seit dem Jahr 1983 und insbesondere im Jahr 1985 die durchschnittliche SO₂-Belastung wieder deutlich angestiegen ist. Die im Jahr 1985 gemessenen SO₂-Konzentrationen zeigten in den Wintermonaten mit Monatsmittelwerten bis 0,11 mg SO₂/m³, maximalen Tagesmittelwerten bis 0,46 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 2,37 mg SO₂/m³ und in den Sommermonaten mit Monatsmittelwerten bis 0,08 mg SO₂/m³, maximalen Tagesmittelwerten bis 0,27 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 3,12 mg SO₂/m³ in allen Monaten des Jahres extrem starke Überschreitungen des SO₂-Grenzwertes der 2. Forstverordnung für den Halbstundenmittelwert, wobei im Extremfall dieser bis zum 45-fachen überschritten wurde.

Ausreichende Meßergebnisse zur Beurteilung der SO₂-Emissionsminderung durch die Ende 1985 fertiggestellte Rauchgasreinigung können frühestens in einigen Monaten erwartet werden.

Staubniederschlagsmeßnetz Brixlegg - Reith i.A. - Münster:

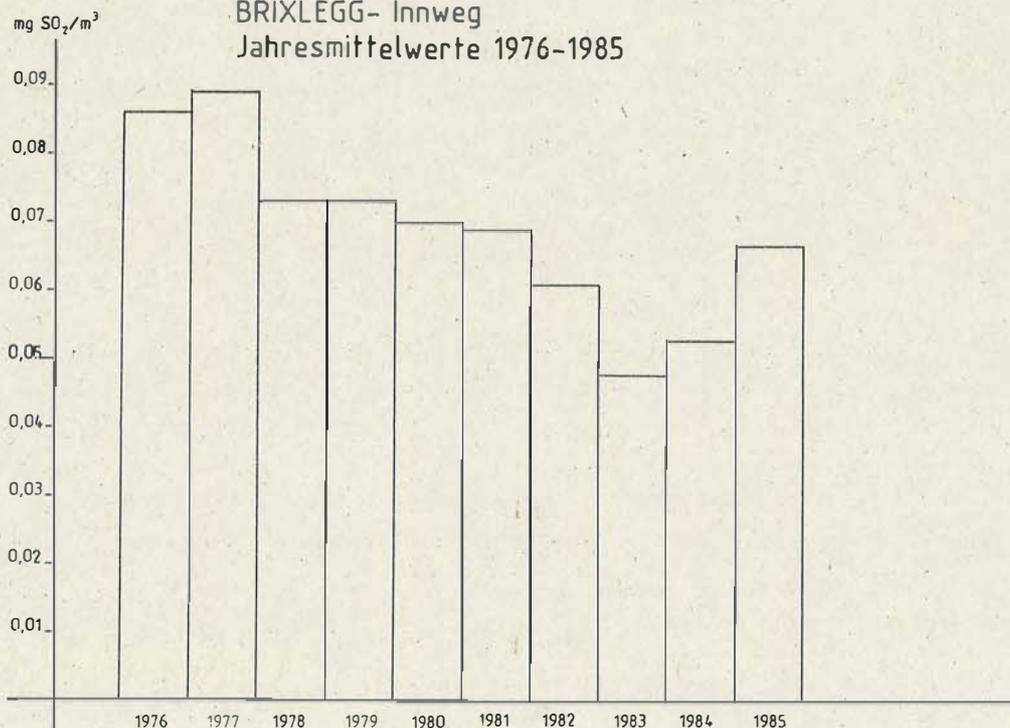
Gemessen wurde: Staubniederschlag und Blei, Zink, Kupfer im Staubniederschlag

Schwermetallgehalte im Staubniederschlag:

Die Erhebung der Staubniederschlagsbelastung sowie deren Gehalt an Blei, Zink und Kupfer wurde im Raum Brixlegg, Reith i.A. und Münster an insgesamt 7 Meßstellen im Jahr 1985 weitergeführt. Diese Schwermetalle wurden stellvertretend für Daueruntersuchungen ausgewählt, weil

sie die Hauptmengen darstellen, obwohl noch eine Reihe weiterer toxischer Schwermetalle im Staubbiederschlag enthalten sind. Die Ergebnisse der Erhebungen zeigen, daß die Gesamtstaubbiederschlagsbelastung im Bereich Innweg deutlich erhöht ist, während bei den anderen Meßstellen geringere Gesamtstaubbiederschlagsmengen gemessen wurden. Auch die Schwermetallgehalte des Staubbiederschlags waren im Bereich des Innweges am höchsten. Hier wurde der Grenzwert für Blei gemäß 2. Forstverordnung um das mehr als Zweifache überschritten, der Grenzwert für Kupfer um das mehr als Siebenfache und der Grenzwert für Zink um das mehr als Dreifache. Auch am Bahnhof wurden die Grenzwerte für Kupfer um beinahe das Doppelte überschritten, während am Fuß des Matzenköpfls bei der Meßstelle Niederbacher die Kupfergrenzwerte der 2. Forstverordnung knapp überschritten wurden. Insgesamt lag die Belastung durch Schwermetalle im Jahr 1985 mit geringfügigen Schwankungen in der gleichen Höhe wie 1984. Die Entwicklung der Schwermetallbelastung durch die untersuchten Schwermetalle Kupfer, Zink und Blei bei den einzelnen Meßstellen in den vergangenen Jahren ist aus den 3 Abbildungen 33, 34 und 35 ersichtlich. Durch derartige jahrzehntelange Schwermetallbelastung ist mit schwersten Schäden in Land- und Forstwirtschaft zu rechnen. Nähere Ergebnisse über die Bodenbelastung des Matzenköpfls siehe Kapitel 17.

Abb. 31: SO₂-Belastung in
BRIXLEGG- Innweg
Jahresmittelwerte 1976-1985



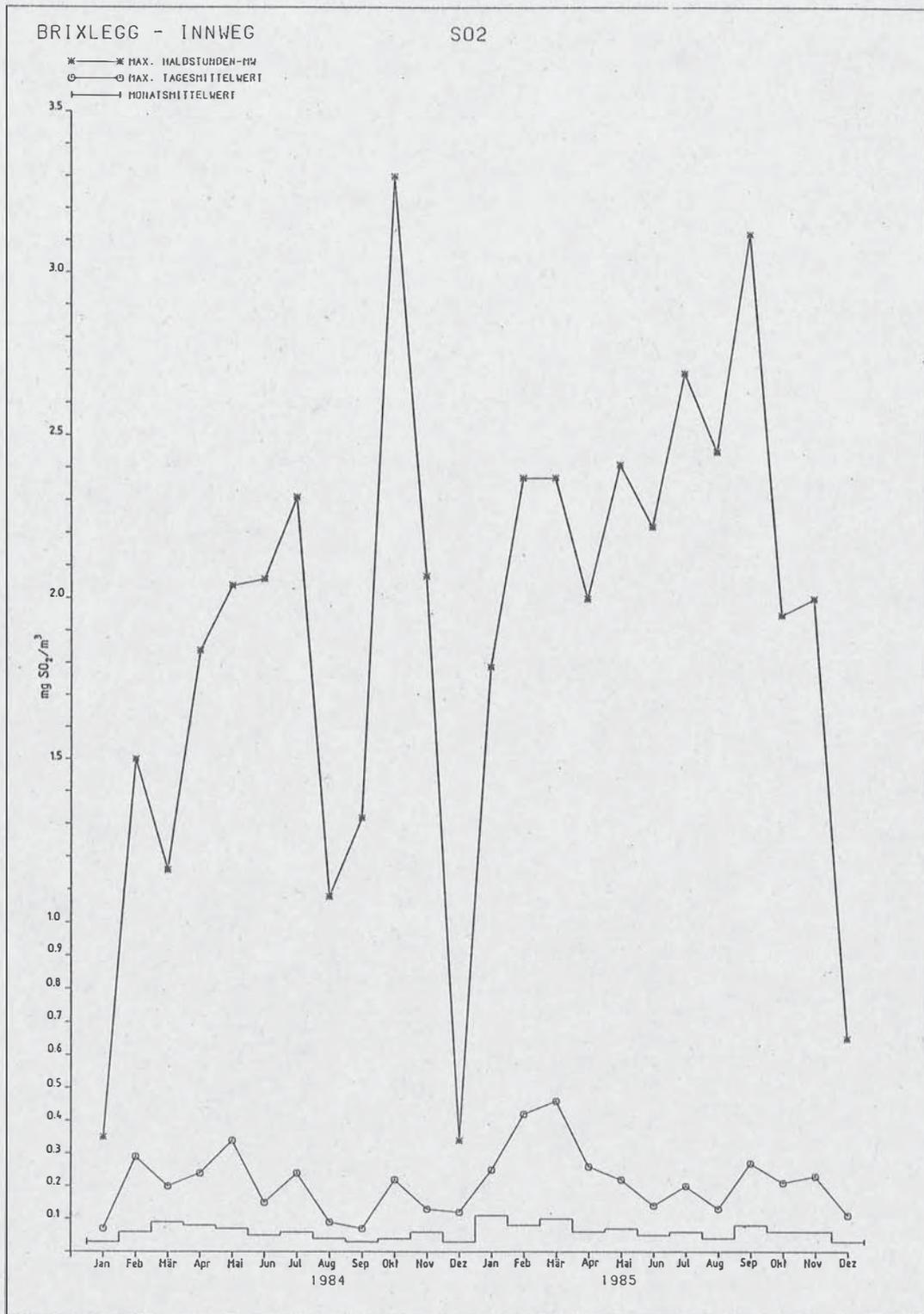


Abb. 32

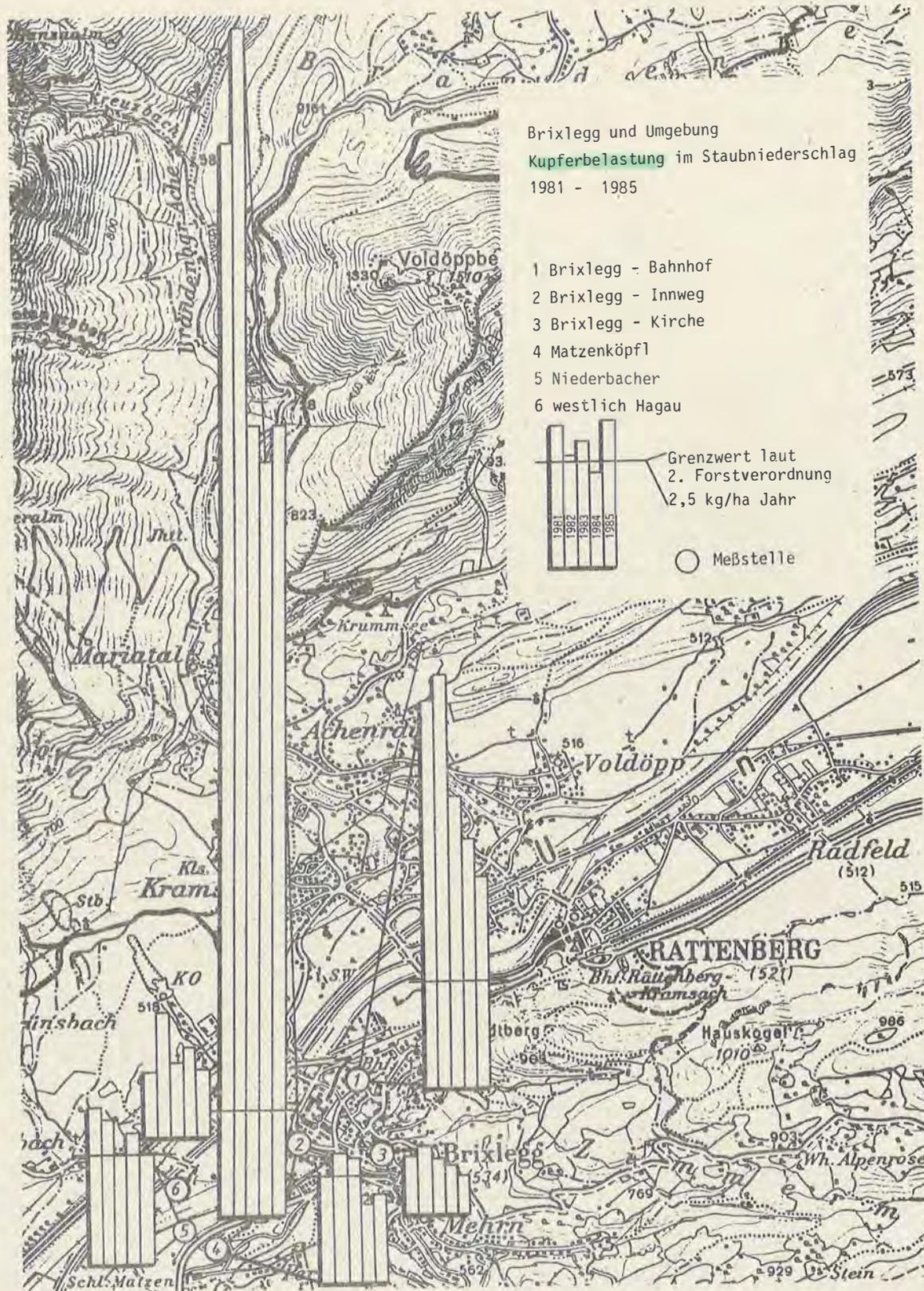


Abb. 33: Kupferbelastung im Staubniederschlag

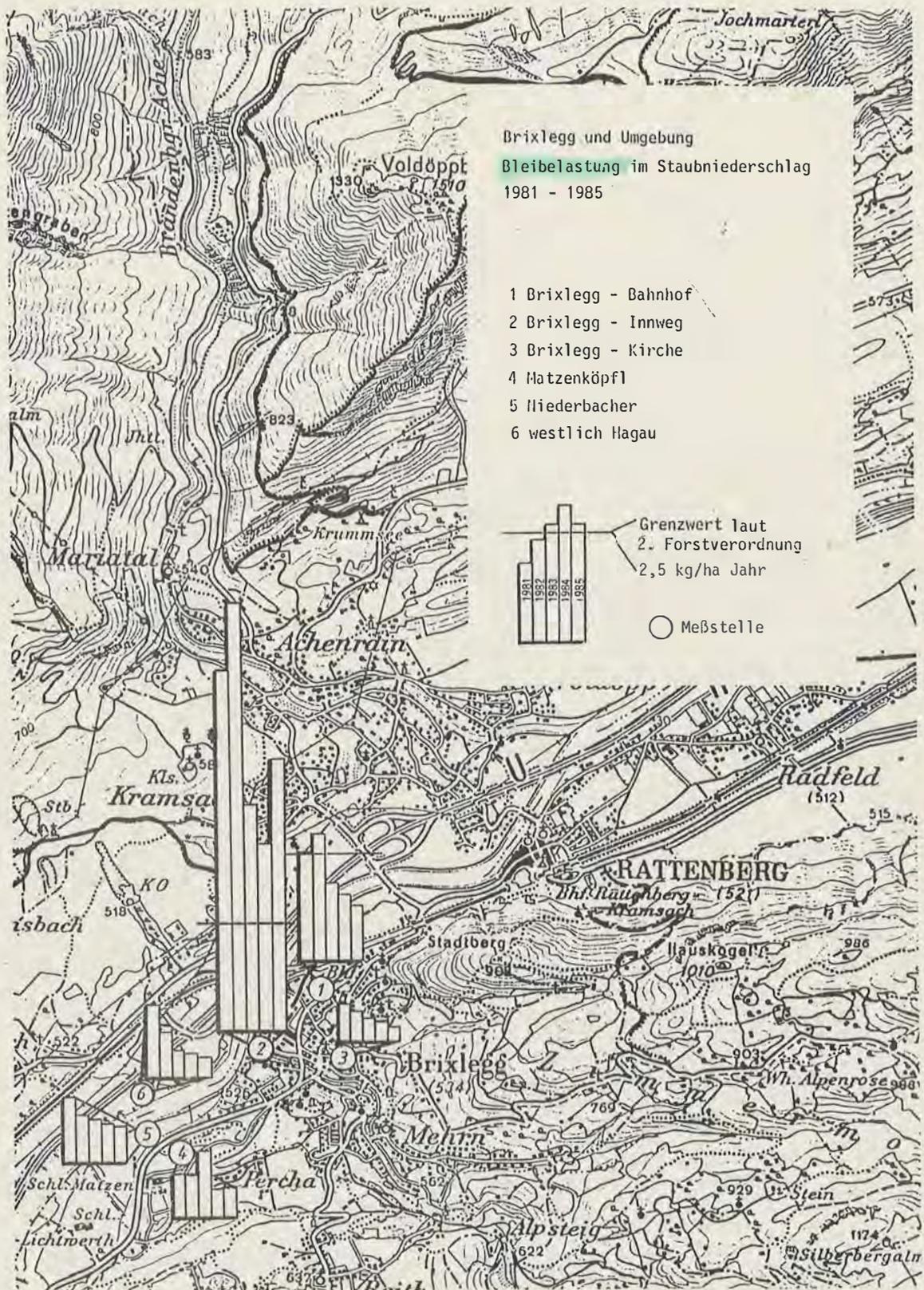


Abb. 34: Bleibelastung im Staubniederschlag

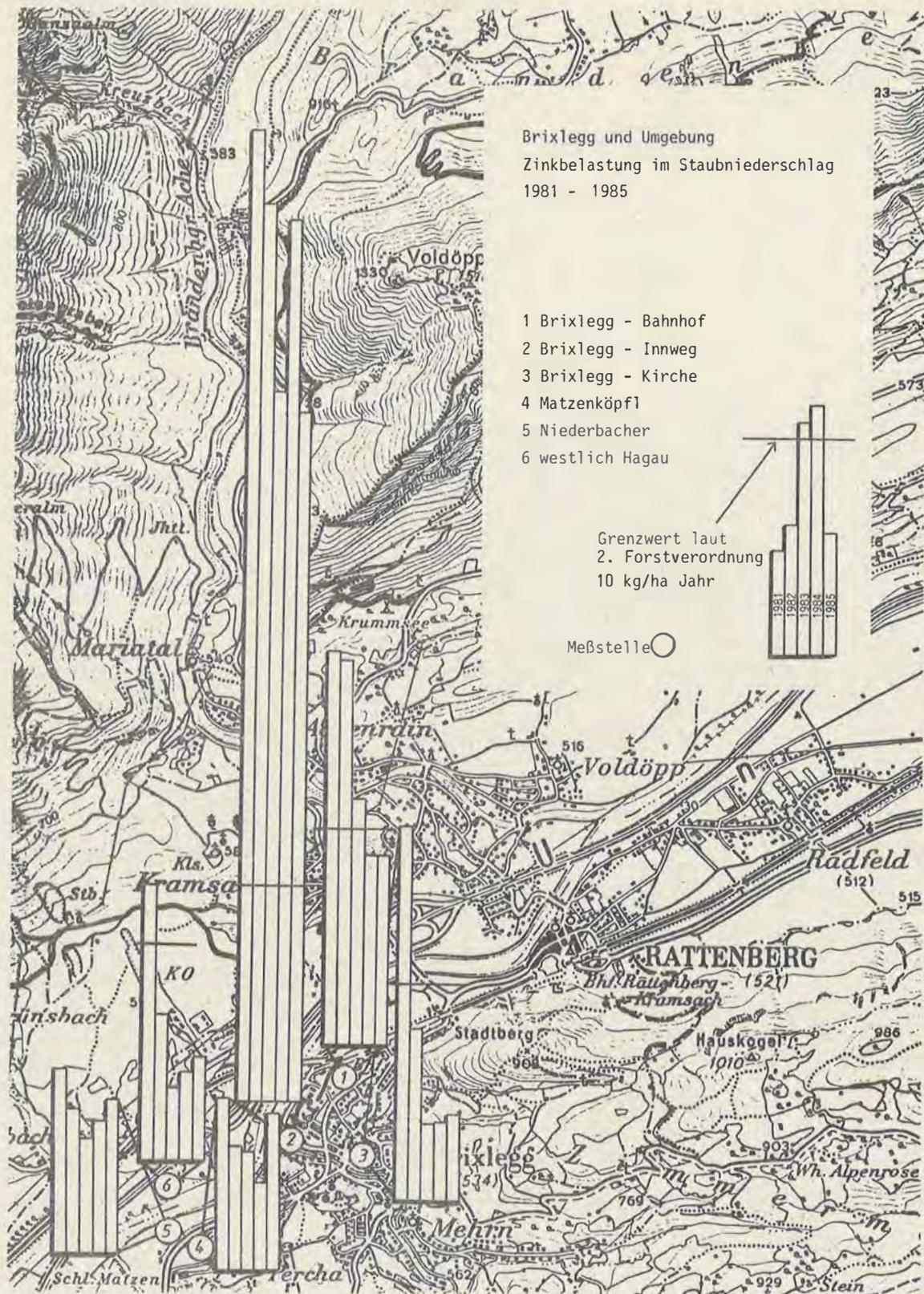


Abb. 35: Zinkbelastung im Staubniederschlag

Nadelanalysen:

Im Inntal und im Raum Brixlegg wurden seit mehr als 10 Jahren Nadelanalysen erhoben. Dabei zeigt sich, daß z.B. bei der in diesem Raum am stärksten belasteten Meßstelle am Matzenköpfl bereits seit mehr als 10 Jahren regelmäßig starke Grenzwertüberschreitungen vorkommen. Im Jahr 1985 weisen wiederum beide Nadeljahrgänge auf dem Matzenköpfl absolute Grenzwertüberschreitungen auf, wobei der Schwefelgehalt im 2. Nadeljahrgang sehr stark überhöht ist. Stark überhöhte Schwefelbelastungen mußten auch bei den Probebäumen auf der Versuchsfläche Matzen, im Garten von Neumatzen, in St. Gertraudi, beim Zottenhof, Zimmermoos, in Kramsach-Brunnenstube und nördlich von Voldöpp festgestellt werden.

Leichte Überschreitungen der Grenzwerte der 2. Forstverordnung liegen bei den Punkten Kramsach westlich Rettel-Kunstglas, Brixlegg Tennisplatz, Rattenberg-Stadtberg vor. Alle beernteten Nadelproben im Nahbereich von Brixlegg überschreiten die zulässigen Grenzwerte der 2. Forstverordnung.

Die Nadelanalysen südlich von Reith weisen keine Grenzwertüberschreitungen auf. Der Probepunkt auf der Versuchsfläche Reith ist bis knapp unter den Grenzwert belastet, die höher gelegenen Punkte am Reither-Köpfel und am Geier-Köpfel sind nur schwach belastet.

Die Nadelanalysen im Brandenbergertal, auf der Pletzachalm, beim Gubert-Steinbruch in Kramsach und bei der Grünsbach-Schrettl-Säge ergeben keine Grenzwertüberschreitungen im Sinne der 2. Forstverordnung (siehe Anhang Karte 9).

14. Beurteilungsraum: Wildschönau sowie Wörgl und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Wie die Ergebnisse der Immissionsmessung in Wörgl zeigen, treten hier sowohl im Winter als auch im Sommer erhöhte SO₂-Konzentrationen auf, wobei die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten werden. Auch die Nadelanalysen zeigen erhöhte Schwefelwerte mit Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung besonders in den talnahen Hanglagen bei Kirchbichl sowie südlich von Wörgl und ebenso am Angerberg bis Kleinsöll. Nur die vom Inntal weiter abgelegenen Hanglagen des Häringer Pölven sowie Maria Stein, Embach und Schönau sowie die Wild-

schönau zeigen keine erhöhten Schwefelbelastungen in den Fichtennadeln. Auch die kurzfristig erhobene Stickoxidbelastung in Wörgl weist daraufhin, daß in diesem Gebiet eine erhöhte Stickoxidbelastung vorliegt und unter Umständen auch hier mit erhöhten Ozonbildungsraten gerechnet werden muß, welche zu Vegetationsbeeinträchtigungen führen können. Obwohl die CaO-Grenzwerte gemäß 2. Forstverordnung nicht überschritten wurden, traten im Raum Kirchbichl und Umgebung stark erhöhte Staubbiederschlagsbelastungen auf.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Wörgl-Hochhäuser:

Lage der Meßstelle: Seit dem Jahr 1980 befindet sich die Immissionsmeßstelle in der Ladestraße im Bereich der neu errichteten Hochhäuser. Dort liegt die Meßstelle am östlichen Rand des Siedlungsgebietes im Nordwesten des Industriegebietes auf 510 m Seehöhe am Talboden des Inntales. Durch die zahlreichen Neubauten von Hochhäusern mußte in den vergangenen Jahren der Standort der Meßstelle mehrfach geringfügig verändert werden.

Gemessen wurde: SO₂

Schwefeldioxid:

Die Erhebungen der Schwefeldioxidbelastung in Wörgl zeigen, daß im Winter 84/85 mit maximalen Tagesmittelwerten bis 0,13 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 0,21 mg SO₂/m³ die Grenzwerte der 2. Forstverordnung wiederholt überschritten wurden. Während der Monate Februar, März, April und Mai wurde neben der Meßstelle Hochhäuser auf Bodenniveau auch die SO₂-Belastung im 12. Stock der Hochhäuser erhoben. Dabei zeigte sich, daß in den oberen Stockwerken fallweise eine höhere Belastung herrschte, wobei z.B. im April im 12. Stock der maximale Halbstundenmittelwert 0,14 mg SO₂/m³ betrug, während er bei der Meßstelle in Bodennähe nur 0,07 mg SO₂/m³ betrug. Im Mai 1985 wurden bei der Meßstelle Hochhäuser ein maximaler Tagesmittelwert von 0,06 und ein maximaler Halbstundenmittelwert von 0,11 mg SO₂/m³ erhoben, während der maximale Tagesmittelwert auf Bodenniveau 0,03 mg SO₂/m³ und der maximale Halbstundenmittelwert 0,05 mg SO₂/m³ betrug. Somit wurden bei der Meßstelle auf Bodenniveau während des

Sommerhalbjahrs die Grenzwerte der 2. Forstverordnung nicht überschritten, die kurzfristigen Messungen im 12. Stock ergaben jedoch, daß in dieser Höhe sehr wohl SO₂-Konzentrationen auftraten, welche die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten. Diese erhöhten SO₂-Emissionsbelastungen im Sommerhalbjahr gehen zu einem erheblichen Teil auf die nahegelegene Industriezone zurück.

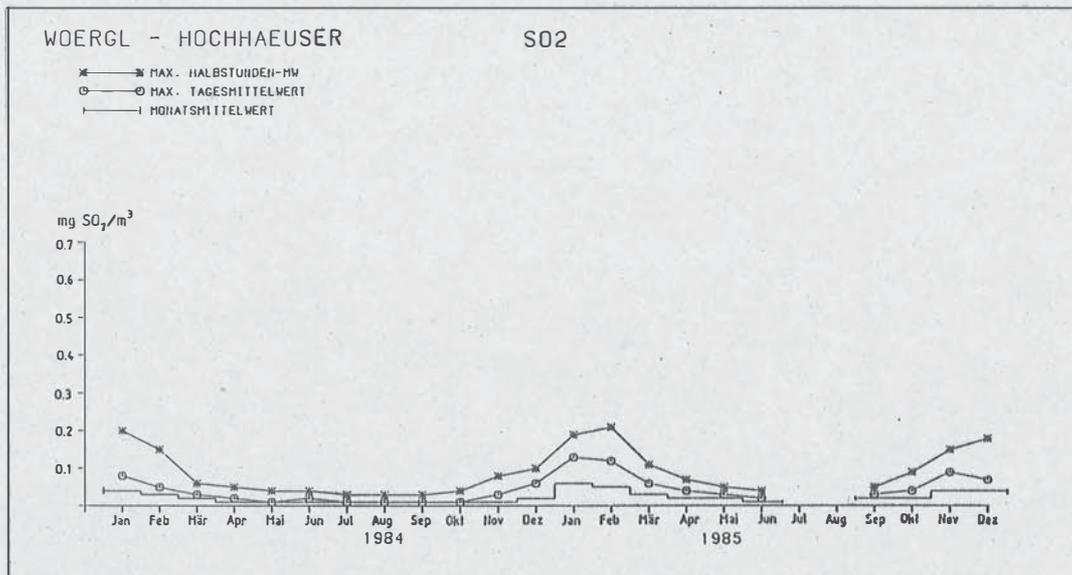


Abb. 36

Meßstelle Wörgl - Angather Weg:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle wurde im Oktober und November 1985 im Bereich der Wohnblöcke am Angather Weg errichtet. Die Meßstelle liegt im Nordosten von Wörgl auf 510 m Seehöhe am Talboden des Inntales. Die Meßstelle liegt weniger als 1 km entfernt von der Abzweigung des Autobahnzubringers von der Inntalautobahn, welche ebenfalls am Talboden verläuft. In unmittelbarer Nähe der Meßstelle befindet sich keine stark befahrene Straße.

Gemessen wurde: SO₂, NO, NO₂

Schwefeldioxid:

Die Erhebungen der Schwefeldioxidbelastung im Oktober 1985 ergab bei dieser Meßstelle einen Monatsmittelwert von 0,01 mg SO₂/m³, einen ma-

ximalen Tagesmittelwert von 0,02 mg SO₂/m³ und einen maximalen Halbstundenmittelwert von 0,10 mg SO₂/m³. Ein Vergleich mit den Ergebnissen von der Meßstelle Hochhäuser zeigt, daß am Angather Weg die Durchschnittsbelastung bezüglich Monatsmittelwert und Tagesmittelwert etwa halb so hoch liegt wie bei der Meßstelle Hochhäuser, daß jedoch die maximalen Halbstundenmittelwerte etwa gleich hoch liegen wie bei der Meßstelle Hochhäuser. Die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung wurden bei dieser Meßstelle knapp eingehalten.

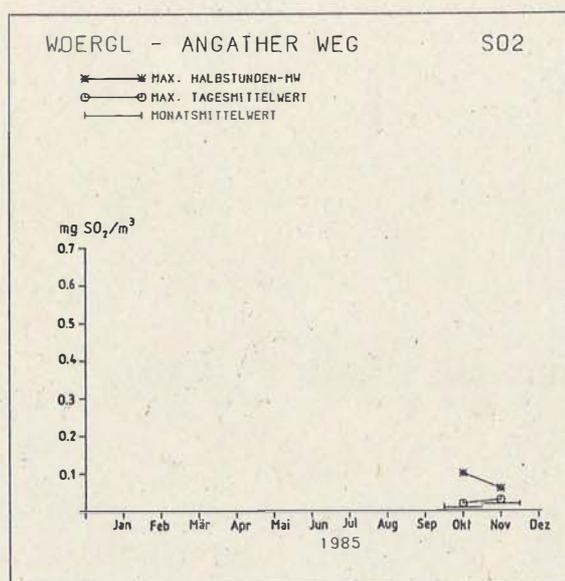


Abb. 37

Stickoxide:

Die Erhebung der Stickstoffdioxidbelastung zeigte bei dieser Meßstelle im Oktober 1985 einen Monatsmittelwert von 16 ppb, einen maximalen Tagesmittelwert von 25 ppb und einen maximalen Halbstundenmittelwert von 51 ppb.

Der Monatsmittelwert der Stickstoffmonoxidbelastung betrug 46 ppb NO, der maximale Tagesmittelwert 162 ppb NO und der maximale Halbstundenmittelwert 316 ppb NO. Somit überwog bei dieser Meßstelle deutlich die Stickstoffmonoxidbelastung, was auf nahegelegene größere Emittenten hinweist, wie z.B. Autobahn. Die gemessenen Halbstundenmittelwerte von mehr als 30 ppb NO₂ lassen unter ungünstigen Bedingungen eine erhöhte Ozonbildungsrate in den höheren Hanglagen erwarten. Mit unmittelbar schädigenden Wirkungen des NO₂ auf die Vegetation ist nicht zu

rechnen, jedoch können vermehrte Stickstoffeinträge zu einer Störung des ökologischen Gleichgewichtes führen.

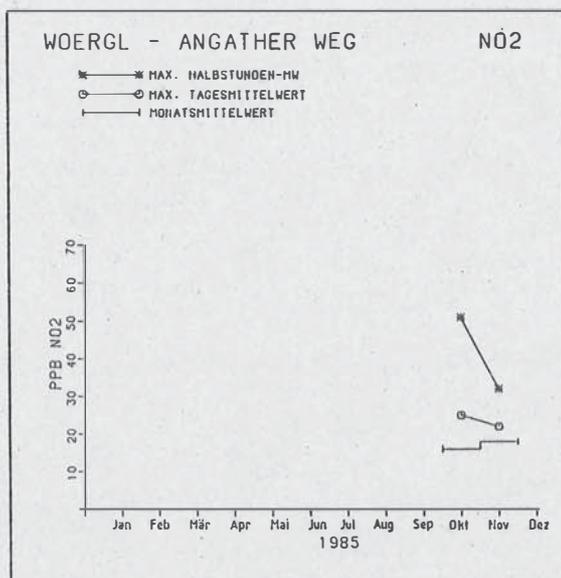


Abb. 38

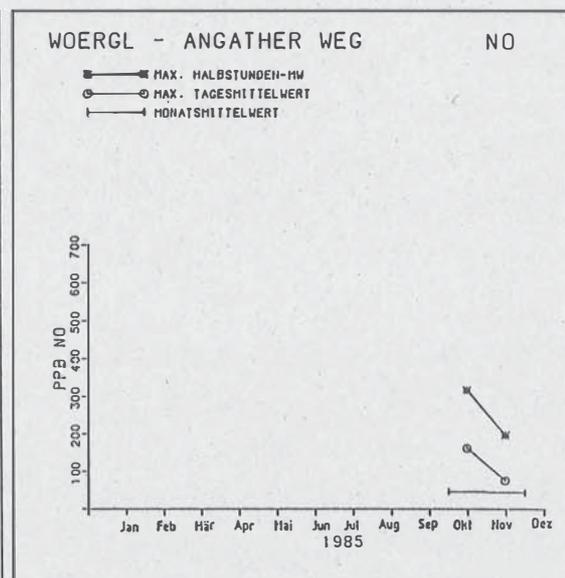


Abb. 39

Staubniederschlagsmeßnetz Kirchbichl:

Im Bereich Kirchbichl und Umgebung wurde auch im Jahr 1985 die Staubniederschlagsbelastung an 7 Meßstellen erhoben. Die Ergebnisse dieser Erhebungen zeigen, daß im Ortsgebiet von Kirchbichl zum Teil sehr starke Staubniederschlagsbelastungen von durchschnittlich $0,42 \text{ g/m}^2 \times \text{d}$ auftreten, die zu Beeinträchtigungen und Materialschäden Anlaß geben. Dabei wurden jedoch die CaO-Grenzwerte gemäß 2. Forstverordnung nicht überschritten.

Nadelanalysen:

Die Nadelanalysenergebnisse 1985 um Kundl zeigten Grenzwertüberschreitungen am Talboden im Nahbereich von Kundl. Starke Überschreitungen in Kleinsöhl und westlich von Kundl. In weiterer Entfernung konnten nur geringe bis mäßige Schwefelbelastungen nachgewiesen werden (westlich Breitenbach, südlich Kundl/Hischlack). Der Angerberg im Bereich von Wörgl ist durch Schwefel stark belastet. Das zeigt sich in zahlreichen Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung (Thal,

Pfluger, Breitenbach Thalerleiten, südlich Dorf). Die Nadelanalysen der Punkte Köpfen, Glatzham, südlich Pfluger und Brudersdorf wiesen relative Grenzwertüberschreitungen auf. Ohne Überschreitungen die Probestämme Angerberg/Hof, nordöstlich Glatzham, Baumgarten.

Die südliche Inntalseite ist ebenfalls schwer belastet. Starke Grenzwertüberschreitungen sind bei den Nadelanalysen Wörgl/Telta, Wörgl/E-Werk und Wörgler Boden, leichte Grenzwertüberschreitungen auf der ganzen südlichen Talseite verteilt zu finden. Gering belastete Nadelanalysenpunkte nur vereinzelt (Zauberwinkl, Lahntal, südlich Kraftwerk). Östlich von Wörgl am Eingang zum Brixental, in Kastengstatt bzw. in Richtung Häring traten 1985 3 leichte Grenzwertüberschreitungen auf, 2 Punkte zeigten nur geringe Schwefelbelastung.

Der Raum Häring-Kirchbichl ist ebenfalls stark belastet. Absolute Grenzwertüberschreitungen bei den Probepunkten Auffahrt Häring und Schrollsiedlung, relative im Gschaller- und Schrollwald bzw. beim Rehabilitationszentrum Häring. Ohne Grenzwertüberschreitungen nur Kirchbichl Winkelheim.

Dagegen ist das Gebiet zwischen Niederbreitenbach - Maria Stein - Schönau sowie die Wildschönau nur gering belastet - keine Überschreitungen (siehe Anhang Karte 10).

15. Beurteilungsraum: Kufstein und Umgebung sowie Untere Schranne und Söllland

Zusammenfassende Beurteilung:

Wie die Erhebungen der SO₂-Belastung im Kufstein-Stadtzentrum sowie Kufstein/Endach zeigen, ist die SO₂-Belastung gegenüber dem Vorjahr insbesondere bei der Meßstelle Endach merklich angestiegen. Dabei wurden bei den Meßstellen die Grenzwerte der 2. Forstverordnung für SO₂ wiederholt deutlich überschritten. Auch die Nadelanalysen zeigten erhöhte Schwefelbelastungen an, wobei insbesondere die talnahen Hanglagen nördlich und südlich des Inns sowie großteils der Eiberg hiervon betroffen sind. Geringe Schwefelbelastungen der Fichtennadeln wurden im nordwestlichen Bereich von Kufstein, in Fürhölzl und im Bereich Brentenjoch, östlich von Ebbs sowie am Kranzhorn festgestellt. Im Bereich Eiberg zeigte das Staubbiederschlagsmeßnetz zwar keine Grenz-

wertüberschreitungen für CaO gemäß 2. Forstverordnung an, trotzdem wurden besonders im Herbst und Spätherbst teilweise sehr hohe Staubbiederschlagsmengen festgestellt. Auch die Messung des nassen sauren Niederschlags am Niederndorferberg zeigte, daß Belastungen aufgetreten sind, welche gemeinsam mit den aus den Vorjahren bekannten erhöhten Ozonbelastungen in diesem Bereich zu Vitalitätsverlusten insbesondere bei den empfindlichen Laub- und Nadelbäumen führen. Aus den Ergebnissen von 1984 ist ersichtlich, daß die Fichten in den südlichen Teilen von Kufstein erhöhte Fluorbelastungen aufweisen.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Kufstein-Stadtamt:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle liegt nunmehr seit 1973 im Stadtamt, im Stadtzentrum von Kufstein auf 500 m Seehöhe am Talboden an einer einige Meter über den Inn ansteigenden Straße.

Gemessen wurde: SO₂

Schwefeldioxid:

Die Erhebung der Schwefeldioxidbelastung bei der Meßstelle Kufstein Stadtamt zeigte, wie die nebenstehende Abbildung zeigt, im Jahr 1985 einen geringfügig höheren Jahresmittelwert als im Jahr 1984.

In den Wintermonaten 1984/85 mit maximalen Tagesmittelwerten bis 0,16 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 0,25 mg SO₂/m³ sowie im November 1985 mit maximalen Tagesmittelwerten bis 0,11 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 0,15 mg SO₂/m³ wurden die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung wiederholt deutlich überschritten.

Meßstelle Kufstein-Endach:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle liegt im Bereich der Hochhäuser Endach auf 490 m Seehöhe im Talboden. Die Meßstelle liegt im Süden von Kufstein und im Norden des Fernheizwerkes.

Gemessen wurde: SO₂

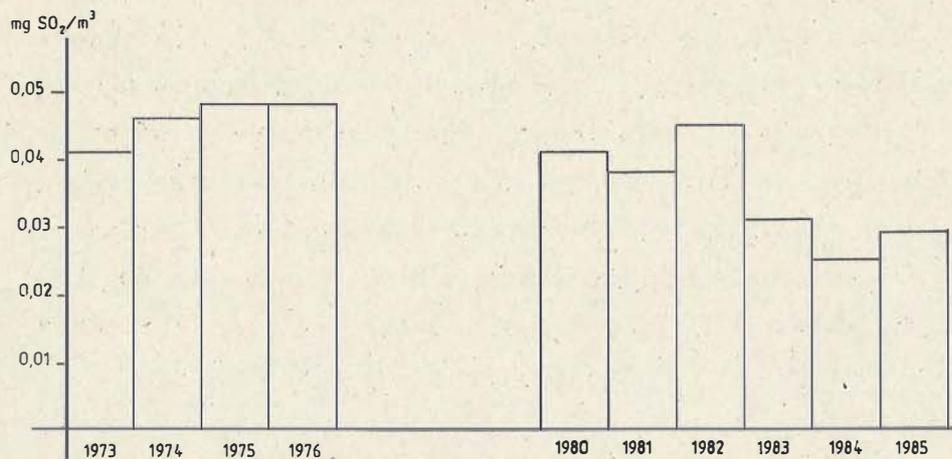


Abb. 40: Jahresmittelwerte der SO₂-Belastung in Kufstein - Stadtamt 1973 - 1985

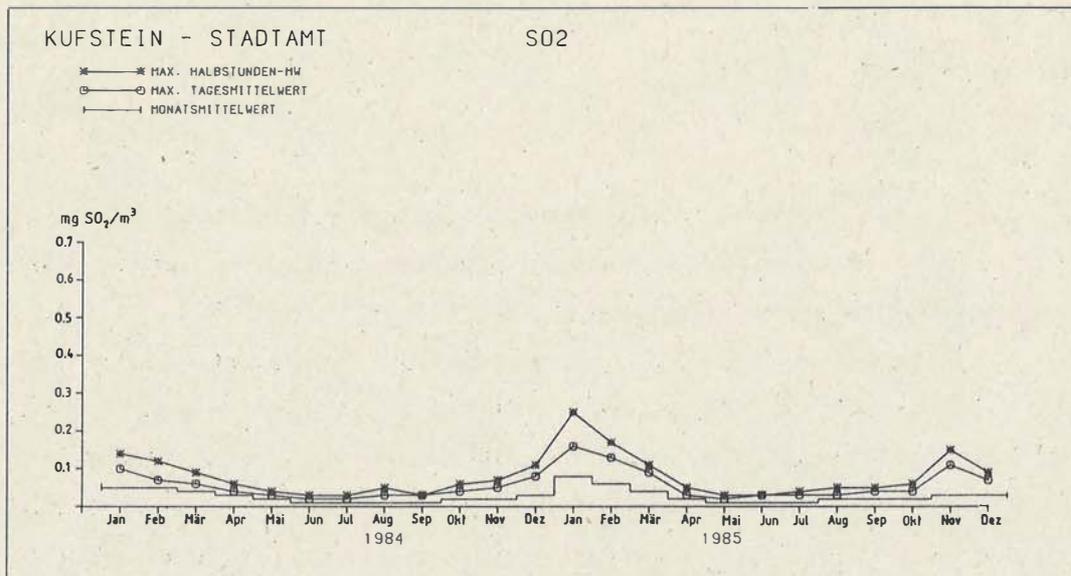


Abb. 41

Schwefeldioxid:

Die bei der Meßstelle Endach im Jahr 1985 gemessenen SO₂-Belastungen zeigen, daß der Jahresmittelwert gegenüber dem Vorjahr merklich angestiegen ist. Dabei wurde in den Wintermonaten 84/85 mit maximalen Tagesmittelwerten bis 0,21 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten bis 0,31 mg SO₂/m³ der Wintergrenzwert gemäß 2. Forstverordnung

für SO₂ wiederholt und erheblich überschritten.

Die in Endach gemessenen maximalen Halbstundenmittelwerte lagen ebenso wie die maximalen Tagesmittelwerte und der Jahresmittelwert höher als die im selben Zeitraum erhobenen Werte bei der Meßstelle Stadtamt.

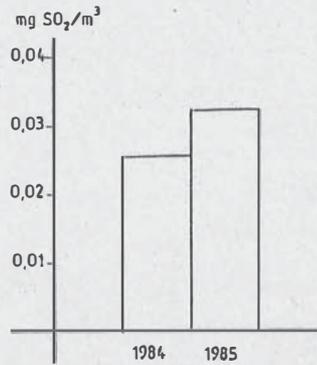


Abb. 42: Jahresmittelwerte der SO₂-Belastung in Kufstein - Endach 1984 - 1985

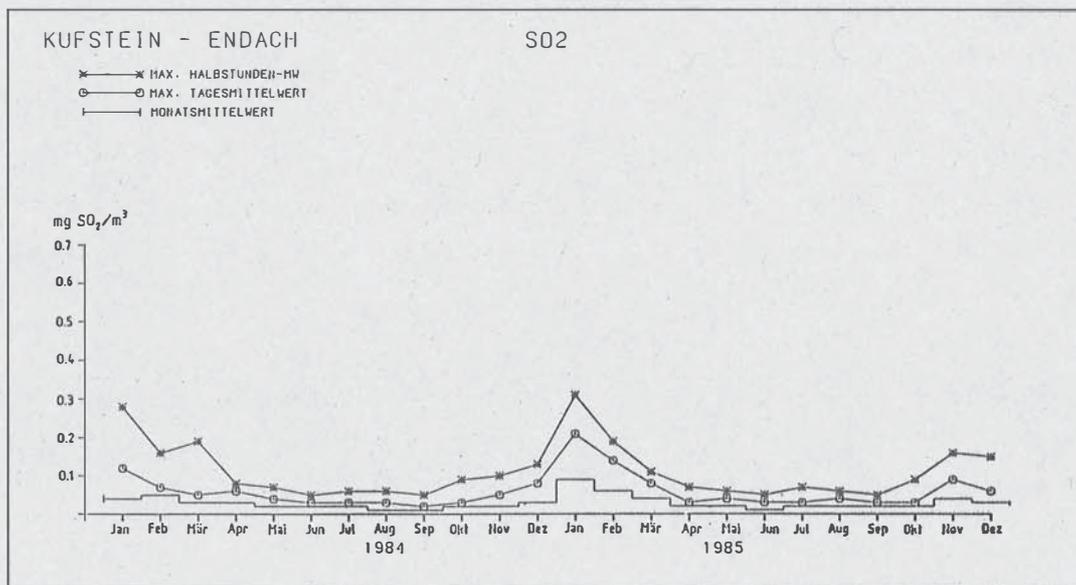


Abb. 43

Staubniederschlagsmeßnetz Schwoich-Söll-Eiberg:

Im Bereich Eiberg und Umgebung wurde an 5 Meßstellen die Staubnieder-

schlagsbelastung erhoben. Bis Anfang Dezember 1985 betrug die durchschnittliche Belastung bezogen auf 4 Meßstellen und das Jahr $0,34 \text{ g/m}^2 \times \text{d}$, die maximale Belastung bezogen auf 1 Meßstelle und 1 Monat betrug $1,50 \text{ g/m}^2 \times \text{d}$. Dabei zeigte sich, daß im Herbst auf den nahegelegenen landwirtschaftlichen Flächen zum Teil sehr starke Staubniederschlagsbelastungen auftraten, die zu Beeinträchtigungen und Materialschäden Anlaß geben. Die Grenzwerte für CaO gemäß 2. Forstverordnung wurden jedoch nicht überschritten.

Meßstelle Niederndorferberg:

Die Meßstelle liegt seit dem Winter 1983/84 auf 700 m Seehöhe auf einer allseits gut belüfteten flachen Hanglage, welche etwas nach Süden exponiert ist. Die Meßstelle befindet sich abseits großer Siedlungen und viel befahrener Strassen in einem dünn besiedelten Gebiet.

Gemessen wurde: Nasser Niederschlag

Nasser Niederschlag:

Die genauen Ergebnisse sind im Kapitel 3 wiedergegeben. Insgesamt zeigten die Einträge an Nitrat/N und Sulfat/S sowie der Eintrag an Säure etwas niedrigere Werte als im Vorjahr. Gemeinsam mit erhöhten Ozonbelastungen, wie sie aus den Vorjahren z.B. von der Meßstelle Ebbs-Buchberg bekannt sind, muß bei derartigen sauren Einträgen mit Vitalitätsverlusten insbesondere der empfindlichen Waldvegetation gerechnet werden.

Nadelanalysen:

Die gesamte Umgebung von Kufstein zeigt eine sehr starke Schwefelbelastung nur im Nordwesten (Brentenjoch, Duxer Alm, unterer Stadtberg, Fürhölzl) keine Überschreitungen laut 2. Forstverordnung.

Absolute Grenzwertüberschreitungen bei den Probepunkten Thierberg Staffing, Stummersee, Segelflugplatz, Schaftenau, Kufsteinerwald D, Hochwacht, Winterkopf, Locherer Kapelle und Egerbach. Dazu kommen 17 relative Schwefelgrenzwertüberschreitungen über denselben Raum verteilt. Keine Überschreitungen zeigen noch die Probebäume Morsbach, Stummer Stausee, Unterlangkampfen Dorf, Schaftenau Bahnhof, Achrain-Schwoich, Peppenau, Schermwald, Neuschwendt/Eiberg, Eiberg/Egerbach

und Hörfing. Ebenfalls unbelastet ist das Gebiet der Unteren Schranne, wo bei den Probepunkten am Kranzhorn in Erl und St. Nikolaus bei Ebbs keine Überschreitungen gemäß 2. Forstverordnung festgestellt wurden (siehe Anhang Karte 11).

Grenzwertüberschreitungen des Fluorgehaltes in den Nadeln nach der 2. Forstverordnung wiesen 1984 die Probepunkte Endach Kinkpark, Kufstein Festung und Locherer Sattel auf.

Überschreitungen des Grenzwertes für den Chlorgehalt in den Nadeln traten in Unterlangkampfen, Nähe Schaftenau Bahnhof und in Endach Kinkpark auf.

16. Beurteilungsraum: Kitzbühel und Umgebung sowie Brixental

Zusammenfassende Beurteilung:

Die im Sommerhalbjahr 1985 durchgeführten mobilen SO₂-Messungen zeigten, daß im Raum Kitzbühel, Schwarzsee fallweise geringfügige SO₂-Belastungen vorliegen, welche jedoch keine Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung darstellen. Trotzdem wurden bei den Nadelanalysen an den Hanglagen im Südwesten von Kitzbühel erhöhte Schwefelbelastungen der Fichtennadeln mit Grenzwertüberschreitungen festgestellt, während an den oberen Hanglagen im selben Bereich keine Grenzwertüberschreitungen auftraten. In der Umgebung von Hopfgarten wurden im Jahr 1985 zahlreiche Nadelanalysen durchgeführt, aber nur an einigen Punkten Grenzwertüberschreitungen für Schwefel gemäß 2. Forstverordnung festgestellt. Ergebnisse über die allenfalls vermutete Fluorbelastung liegen derzeit noch nicht vor.

Beurteilungsunterlagen:

Stichprobenweise Erhebungen der SO₂-Belastung:

Im Sommerhalbjahr 1985 wurden im Raum St. Johann - Kitzbühel an insgesamt 8 Meßstellen stichprobenweise die SO₂-Belastung erhoben. Die Besprechung der Ergebnisse erfolgt im folgenden Abschnitt für den 17. Beurteilungsraum St. Johann und Umgebung.

Nadelanalysen:

In der Umgebung von Kitzbühel wurden 1985 Nadelproben aus einem Hangprofil am Hahnenkamm vom Ort Kitzbühel bis in eine Seehöhe von 1200 m in 3 Probepunkten gewonnen, wobei die beiden tiefergelegenen Kitzbühel/Bahnunterführung und Kitzbühel/Wasserschloß relative Grenzwertüberschreitungen der Schwefelbelastung nach der 2. Forstverordnung zeigten. Beim Probepunkt Kitzbühel/Einsiedelei trat nur geringe Schwefelbelastung ohne Überschreitung des Grenzwertes auf.

In der Umgebung von Hopfgarten wurden 1985 nur geringe Schwefelbelastungen festgestellt. Relative Grenzwertüberschreitungen nur bei den Nadelanalysen der Probepunkte Hopfgarten/Zentrum, am Steig nach Itter, vor Hacha und Hopfgarten/Schorn (siehe Anhang Karte 10 und 12).

Die Auswertung der Nadelproben auf Fluorgehalt sind für 1985 noch nicht abgeschlossen, es werden jedoch im Gebiet um Hopfgarten Überschreitungen gemäß 2. Forstverordnung erwartet.

17. Beurteilungsraum: St. Johann und Umgebung sowie Kössen und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Sowohl die SO₂-Messungen von Februar bis Mai 1985 in St. Johann sowie die mobilen SO₂-Messungen im Bereich St. Johann/Oberndorf weisen darauf hin, daß die Grenzwerte der 2. Forstverordnung gerade nicht überschritten wurden. Trotzdem zeigen die Nadelanalysen an den unteren Hanglagen des Kitzbühler Horns zwischen Wiesenschwang und St. Johann sowie beim Flugfeld und zwischen Bichlach bis Hasenberg zum Großteil deutliche Überschreitungen des Schwefelgehaltes gemäß 2. Forstverordnung an. Nur im Bereich Waidau und nördlich davon sowie im Bereich Dechantalm wurden keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle St. Johann - Speckbacherstraße

Lage der Meßstelle: Die Meßstelle lag von Februar bis Mai 1985 in St. Johann in der Speckbacherstraße am südlichen Rand des Siedlungsge-

bietet bei Südwinden im Lee eines Industriebetriebes auf 660 m Seehöhe am Talboden.

Gemessen wurde: SO₂

Schwefeldioxid:

Die gemessenen maximalen Tagesmittelwerte von 0,08 mg SO₂/m³ und die maximalen Halbstundenmittelwerte bis 0,15 mg SO₂/m³ im Winterzeitraum sowie die maximalen Tagesmittelwerte von 0,01 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerte von 0,07 mg SO₂/m³ im Sommerzeitraum bedeuten, daß im Beurteilungszeitraum die Grenzwerte der 2. Forstverordnung gerade nicht überschritten wurden.

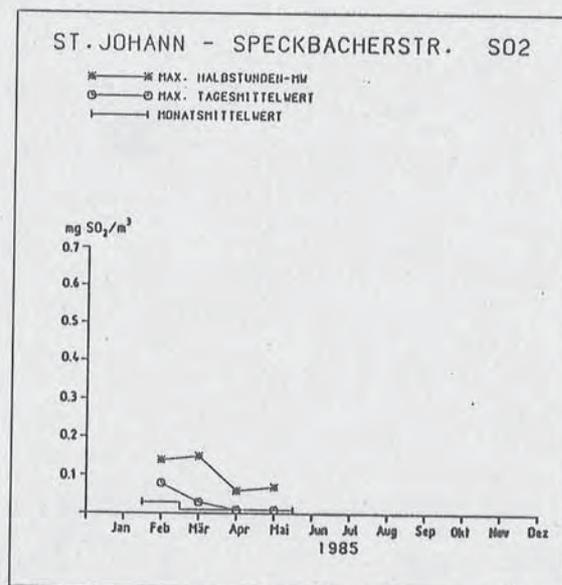


Abb. 44

Stichprobenartige Erhebung der SO₂-Belastung:

Im Sommerhalbjahr 1985 wurde von Mai bis Oktober an 8 Meßstellen die SO₂-Belastung stichprobenweise erhoben.

Bei diesen Erhebungen zeigte sich, daß zur Zeit der Stichprobe an keinem der Meßpunkte die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten wurden.

Tab. 10: Ergebnisse der mobilen SO₂-Messung im Raum
St. Johann - Kitzbühel (Mai - Oktober 1985)

Lage der Meßstelle	Anzahl der Messungen	mittlere SO ₂ -Konzentration in mg SO ₂ /m ³	max. Halbstundenmittelwert der SO ₂ -Konzentration in mg SO ₂ /m ³
St. Johann - Parkplatz Nothegger	14	0,01	0,04
St. Johann - Hinterauweg 46	15	0,01	0,03
1. Kehre in Auffahrt Sommerer	13	0,02	0,03
Haslach	13	0,02	0,04
Östl. Oberndorf im Feld	13	0,02	0,04
Schwarzsee - Steuerbergstraße	12	0,01	0,02
Kitzbühel - Römerstraße	13	0,01	0,02
Kitzbühel - Fußgängerzone	13	0,02	0,04

Nadelanalysen:

In der Region St. Johann - Oberndorf wurden 1985 eine Vielzahl von absoluten Grenzwertüberschreitungen der Schwefelbelastung nach der 2. Forstverordnung festgestellt, die sich zum überwiegenden Teil in geringer Höhe über dem Talgrund bzw. am Talgrund selbst konzentrieren. Dazu zählen die Probepunkte St. Johann/Hornweg, Blumberg südöstlich Egger, oberhalb Flugplatz, Hartsteinwerke, Sprungschanze Apfeldorf und Hasenberg. Aber auch in einiger Entfernung von der Talsohle wurden absolute Grenzwertüberschreitungen wie in Wiesenschwang und am Hautzenberg nachgewiesen. Relative Überschreitungen nach der 2. Forstverordnung im Gätschenwald, beim Adlerhof (Oberndorf) und Eberhartling. Geringe Schwefelbelastung ohne Grenzwertüberschreitungen finden sich im Raum Kössen auf der Kleistalm, nordwestlich von St. Johann in Fricking, Mauerbach und am Steinberg und in größerer Entfernung von Talboden St. Johann/Oberndorf die Probepunkte Müllneralm, St. Johann/-Ed, Wacking (siehe Anhang Karte 12).

18. Beurteilungsraum: Pillersee

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Erhebung der SO₂-Belastung zeigt in Hochfilzen bei der Meßstelle Oberkant Werte an, die die Grenzwerte der 2. Forstverordnung durchwegs und meist sogar bei weitem einhalten. Auch die Nadelanalysen im Raum Hochfilzen/St.Jakob, St. Ulrich zeigen mit einer einzigen Ausnahme beim Probepunkt Waldhof bei Pfaffenschwendt durchwegs eine niedrigere Schwefelbelastung an, wobei die Grenzwerte der 2. Forstverordnung eingehalten werden.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Hochfilzen - Oberkant:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle liegt seit dem Jahr 1973 auf 940 m Seehöhe in Warming-Oberkant am Talboden des von Hochfilzen nach Norden verlaufenden Tales. Die Meßstelle ist ca. 1 bis 1,5 km vom Ortszentrum von Hochfilzen und ca. 2 km vom Magnesitwerk entfernt.

Gemessen wurde: SO₂

Schwefeldioxid:

Die Erhebung der Schwefeldioxidbelastung bei der Meßstelle Hochfilzen-Oberkant in Warming zeigte, daß in allen Monaten des Jahres 1985 ein Monatsmittelwert von 0,01 mg SO₂/m³ gemessen wurde. Der maximale Tagesmittelwert von 0,06 mg SO₂/m³ wurde im Jänner 1985 gemessen, gemeinsam mit einem maximalen Halbstundenmittelwert von 0,10 mg SO₂/m³. In den übrigen Monaten war die SO₂-Belastung durchwegs gering mit Tagesmittelwerten zwischen 0,01 und 0,02 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten von März bis September von 0,02 mg SO₂/m³. Im Oktober wurde ein vereinzelter Halbstundenmittelwert bis 0,11 mg SO₂/m³ gemessen. Trotzdem wurden bei dieser Meßstelle sowohl im Winter als auch im Sommer die Grenzwerte der 2. Forstverordnung durchwegs und meist bei weitem eingehalten.

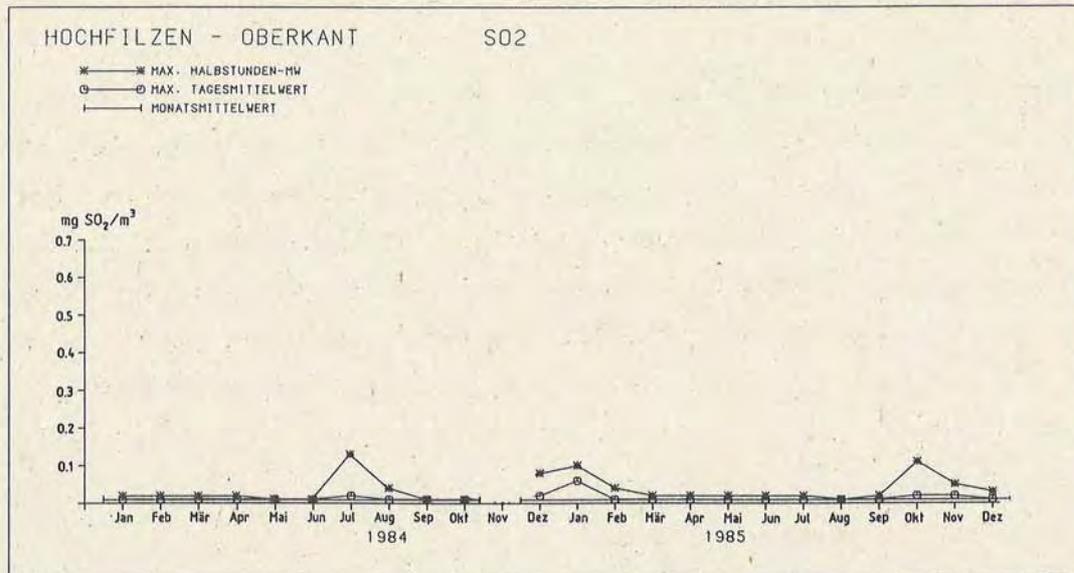


Abb. 45

Nadelanalysen:

Die Nadelanalysen im Raum Hochfilzen, St. Jakob, die zu Beginn der 70er Jahre stark erhöhte Schwefelbelastung zeigten, wiesen 1985 nur geringe Schwefelbelastung auf. Nur beim Probepunkt Waldhof bei Pfaffenschwendt wurde eine relative Grenzwertüberschreitung laut 2. Forstverordnung nachgewiesen. Die Schwefelbelastung ist seit 1977 nach Einbau der Filteranlage im Magnesitwerk Hochfilzen deutlich zurückgegangen (siehe Anhang Karte 13).

BEZIRK LIENZ

BFI Lienz

BFI Matri

BFI Sillian

a) Waldzustand

Osttirol zeigt mit einem Schädigungsausmaß von 22 % den besten Waldzustand in Tirol. Von diesen 22 % sind 18 % leicht geschädigt und nur 4 % deutlich geschädigt. Im Vergleich zu 1984 hat sich auch im Bezirk Lienz die Schadfläche ausgeweitet. Die Verschlechterung um 5 %-Punkte ist auf die Zunahme der Schäden bei der Fichte (3 %-Punkte) und Lär-

che (10 %-Punkte), die 1984 noch keine Schäden aufwies, zurückzuführen. Die Wälder der BFI Matrei und Sillian sind noch weitgehend gesund. Im Lienzer Talkessel treten vor allem in den unteren Hanglagen verbreitet Waldschäden auf (siehe Tabelle 11).

Tab. 11: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk
Lienz

Baumart	1(gesund)	2(leicht geschädigt)	3(mittelst. geschädigt)	4+5(absterbend + tot)	gesamt geschädigt
Fichte	74	21	4	1	26 %
Lärche	90	10	-	-	10 %
Zirbe	100	-	-	-	0 %
alle Baumarten					
1985	78	18	3	1	22 %
1984	83	15	2	-	17 %
Baumartenverteilung: 73 % Fichte, 20 % Lärche, 3 % Zirbe, 2 % Kiefer, 2 % Tanne und Buche.					

b) Immissionssituation

19. Beurteilungsraum: Matrei und Umgebung, Kals, Defreggen, Abfaltersbach und Umgebung, Sillian und Umgebung, Villgraten und Tilliach

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Erhebungen des nassen sauren Niederschlags in Innervillgraten zeigen, daß bei dieser Meßstelle die Säureeinträge geringer sind als am Alpennordrand. Auch die Nadelanalysen aus dem gesamten Beurteilungsraum zeigen keine erhöhte Schwefelbelastung an, sodaß die Grenzwerte der 2. Forstverordnung eingehalten werden.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Innervillgraten:

Lage der Meßstelle: Die Meßstelle liegt seit dem Herbst 1984 an einer nach Südwesten gerichteten oberen Hanglage in Innervillgraten auf 1730 m Seehöhe 320 m über dem Talboden in steilem Gelände. Die Meßstelle liegt in einem von allen viel befahrenen Straßen abgelegenen Seitental - die Straßen durch das Pustertal ist mehr als 80 km Luftlinie von der Meßstelle entfernt und außerdem durch einen etwa 2500 m hohen Bergkamm großteils abgeschirmt. Die Meßstelle liegt im Bereich einzelner Bergbauernhöfe.

Gemessen wurde: Nasser Niederschlag

Nasser Niederschlag:

Die genauen Ergebnisse sind im Kapitel 3 wiedergegeben. Insgesamt zeigen die Ergebnisse 1984/85, daß die Einträge an Sulfat/S und Nitrat/N sowie Säure bei dieser Meßstelle niedriger sind als am Alpennordrand. Auch die Niederschlagsmenge ist bei dieser Meßstelle deutlich geringer.

Nadelanalysen:

Die Nadelanalysen in diesem Beurteilungsraum im Tauerntal, Virgental, Defreggental, auf der Fronstadelalpe bei Außervillgraten zeigen nur geringe Schwefelbelastung ohne Überschreitung der 2. Forstverordnung.

20. Beurteilungsraum: Lienz und Umgebung sowie Ainet und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Erhebungen der SO₂-Belastung in Lienz-Stadtzentrum zeigen, daß dort im Winter die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten werden. Die westlich von Lienz in Hanglage errichtete Meßstelle beim Schloß Bruck zeigt hingegen keine Grenzwertüberschreitung gemäß 2. Forstverordnung an. Die Nadelanalysen in der Umgebung von Lienz zeigen, daß besonders die nördlich von Lienz gelegenen Hanglagen von zum Teil sehr deutlichen Grenzwertüberschreitungen für Schwefel in der Fichtennadel betroffen sind. Dagegen zeigen die Nadelanalysen südöstlich bis Nikolsdorf, bei Thal sowie im Leibnitztal keine Grenzwertüberschreitungen an.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Lienz - Bezirkshauptmannschaft:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle liegt beim Gebäude der Bezirkshauptmannschaft nahe dem Stadtzentrum von Lienz. In geringer Entfernung von der Meßstelle befinden sich die Bundesstraße vom Felbertauern in Richtung Kärnten sowie die Abzweigung in Richtung Pustertal. Die Meßstelle befindet sich auf 670 m Seehöhe im Talboden. Die Meßstelle wird seit November 1985 neuerlich betrieben.

Gemessen wurde: SO₂

Schwefeldioxid:

Die Erhebung der SO₂-Belastung bei der Meßstelle Bezirkshauptmannschaft ergab im November maximale Tagesmittelwerte bis 0,11 mg SO₂/m³ und maximale Halbstundenmittelwerte bis 0,26 mg SO₂/m³. Bereits in diesen beiden Erhebungsmonaten wurden die Grenzwerte der 2. Forstverordnung wiederholt überschritten. Die maximalen SO₂-Belastungen mit Halbstundenmittelwerten im Winter 79/80 von 0,51 mg SO₂/m³ und im Winter 81/82 von 0,42 mg SO₂/m³ wurden nicht mehr erreicht (siehe Abb. 46).

Meßstelle Lienz - Schloß Bruck:

Lage der Meßstelle: Die Immissionsmeßstelle lag in der Zeit von Februar bis April 1985 in der Nähe von Schloß Bruck im Westen der Stadt Lienz in Hanglage auf 710 m Seehöhe ca. 30 Höhenmeter über dem Lienzer Talkessel.

Gemessen wurde: SO₂

Schwefeldioxid:

Die Erhebung der Schwefeldioxidbelastung zeigte mit maximalen Tagesmittelwerten von 0,04 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten von 0,08 mg SO₂/m³ im Februar und maximalen Tagesmittelwerten von 0,01 mg SO₂/m³ und maximalen Halbstundenmittelwerten von 0,02 mg SO₂/m³ im April, daß im Beurteilungszeitraum bei dieser Meßstelle keine Überschreitungen der Grenzwerte der 2. Forstverordnung aufgetreten sind (siehe Abb. 47).

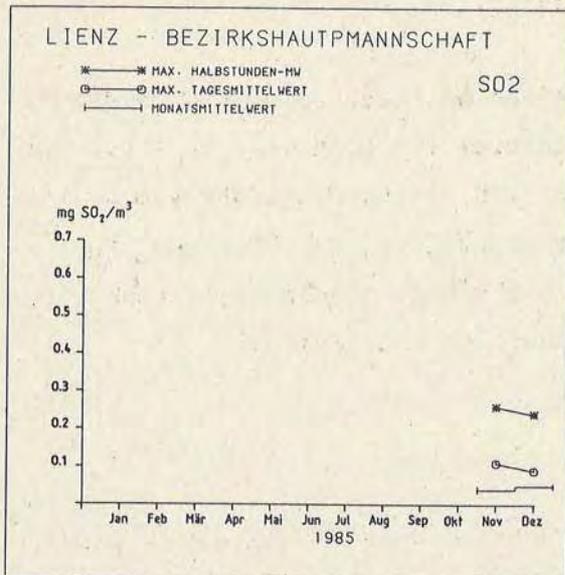


Abb. 46

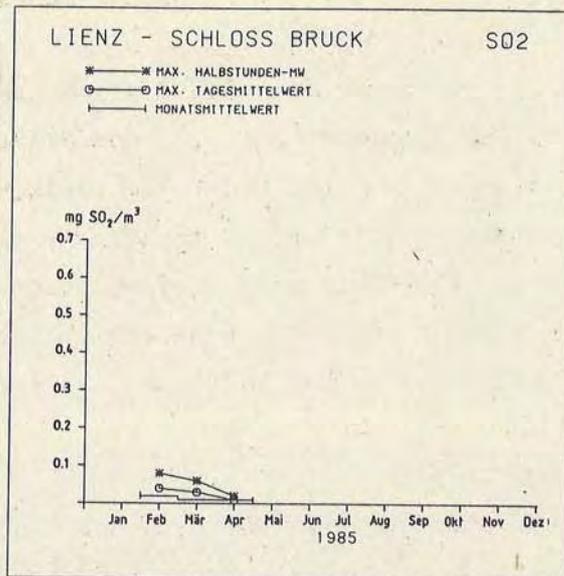


Abb. 47

Nadelanalysen:

Die Nadelanalysen im Bereich Obergaimberg, Gaimberg, Zetttersfeld und Nußdorf weisen erhöhte bis stark erhöhte Schwefelbelastungen auf, wobei die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten werden. Deutlich ist dabei die Belastung der Hanglagen vom Talboden über Gaimberg auf das Zetttersfeld zu erkennen. Am Schloßberg treten sowohl hohe Schwefelbelastungen mit Überschreitung, als auch mäßige Schwefelbelastungen ohne Überschreitung der Grenzwerte auf. Geringe bis mäßige Schwefelbelastung, ohne Überschreitung der Grenzwerte der 2. Forstverordnung zeigen die Nadelanalysen südöstlich von Lienz bis Nikolsdorf, bei Thal im Pustertal und im Leibnitztal (siehe Anhang Karte 14).

11. ZUSTAND DER TIROLER SCHUTZWÄLDER

Die Bedeutung unserer Schutzwälder

Schon die Römer haben erkannt, daß "die Ebene im Gebirge zu verteidigen ist". Kein Satz könnte die Bedeutung des Schutzwaldes besser umschreiben. Er schützt die schmalen Gebirgstäler ebenso wie die weiten Ebenen, in welchen die Bäche zu Strömen werden.

Die Hälfte der Tiroler Wälder sind Schutzwälder (223.000 ha). Die Schutzwälder bewahren unseren Lebensraum vor Lawinen, Muren, Rutschungen, Steinschlag, Erosion und Hochwasser. Die Bäume "nageln" die Schneedecke am Hang fest. Im Wald gibt es keine gefährlichen Schneeverfrachtungen durch den Wind. Der Schnee wird gleichmäßig abgelagert und das Anbrechen von Lawinen verhindert. Um die Lawinenschutzwirkung von 1 ha Wald ersetzen zu können, sind technische Lawinenverbauungen notwendig, die pro ha 4 bis 7 Mio. Schilling kosten.

Die ausgleichende Wirkung der Schutzwälder auf den Wasserabfluß im Gebirge kann durch technische Verbauungen aber niemals ersetzt werden. Im Gebirge fließen im Freiland 3 bis 5 mal so viel Niederschläge oberflächlich ab wie im Wald. Schon das Kronendach der Bäume fängt einen Teil des Niederschlages auf, der gar nicht bis zum Boden gelangt. Er verdunstet in den Kronen. Die Wucht der Niederschläge, denen die Freilandfläche ungeschützt preisgegeben ist, wird im Wald durch Äste und Nadeln gebremst. Der tief durchwurzelte Waldboden stellt einen vorzüglichen Wasserspeicher dar. Ein Hektar Waldboden kann täglich bis zu 40.000 l Wasser speichern. Dieses Wasser gibt er nur langsam wieder ab und kappt so die Hochwasserspitzen. So schützt der Wald vor Hochwasser und Vermurung. Die Baumwurzeln halten den Boden auf den steilen Hängen fest und verhindern die Bodenerosion.

Von großer Bedeutung ist auch die ausgleichende Wirkung des Waldes auf die Schneeschmelze in jedem Frühjahr. Im Schatten des Waldes schmilzt der Schnee langsamer als auf Freiflächen. Die Frühjahrshochwässer bei der Schneeschmelze werden dadurch entscheidend gedämpft.

Diese vielfältigen Schutzwirkungen des Gebirgswaldes sichern in unserem Land die Lebensgrundlagen. Ohne Wald wären die meisten Tiroler Täler unbewohnbar. Durch die Ausweitung der Besiedlung und Verkehrswege, der Bevölkerungszunahme und durch den starken Fremdenverkehr - in den Hochsaisonen verdoppelt sich die Einwohnerzahl Tirols durch die anwesenden Feriengäste - steigt die Bedeutung des Schutzwaldes für unser Land ständig an.

Zustand und Gefährdung der Schutzwälder

Vom Zustand unserer Schutzwälder hängt die Erfüllung der für unser Land lebensnotwendigen Schutzfunktionen ab. Je besser der Waldzustand, desto besser ist seine Wirkung auf den Hochwasserhaushalt, desto wirksamer seine Stützwirkung gegen Muren und Lawinen. Bei der Bewirtschaftung und Erhaltung der Schutzwälder ergeben sich heute folgende Hauptprobleme:

- Überalterung, zu geringe Bestockung, Pflegerückstände, mangelnde Verjüngung aufgrund überhöhter Schalenwildbestände und Waldweide einerseits, und
- durch Immissionen verursachte neuartige Waldschäden andererseits.

Der heutige Zustand unserer Schutzwälder ist im wesentlichen das Ergebnis einer jahrhundertelangen Entwicklung.

In früheren Jahrhunderten wurden die Tiroler Wälder durch Rodungen und Großkahlschläge der Bergwerke und der Saline Hall zurückgedrängt und die Waldgrenze herabgedrückt.

Die Nutzung der Wälder durch die Landwirtschaft (Waldweide, Streunutzung, Schneitelung) bildete eine der wichtigsten Lebensgrundlagen. Aus der bitteren Erfahrung durch Naturkatastrophen entstanden die Tiroler Waldordnung (1839) und das Reichsforstgesetz (1852), die mit rigorosen Nutzungsbeschränkungen im Schutzwald den Waldzustand besserten. Aufgrund dieser Gesetze wurden unsere Schutzwälder über ein Jahrhundert lang konserviert und kaum verjüngt. Zusammen mit der früher schlechten Erschließung der Schutzwälder führte diese Entwicklung zu einer zunehmenden Überalterung unserer Schutzwälder.

Nach den Ergebnissen der Waldzustandsinventur, bei der erstmals alle Tiroler Schutzwälder durch eine Stichprobenaufnahme erfaßt wurden, sind die Altersklassen in den Tiroler Schutzwäldern nicht nachhaltig verteilt (Abb. 1). Mehr als ein Drittel der Schutzwaldbestände ist über 160 Jahre alt. Junge und mittelalte Bestände sind unterrepräsentiert. In Tirol besteht eine gebietsweise unterschiedlich ausgeprägte Tendenz zur Überalterung unserer Schutzwaldbestände.

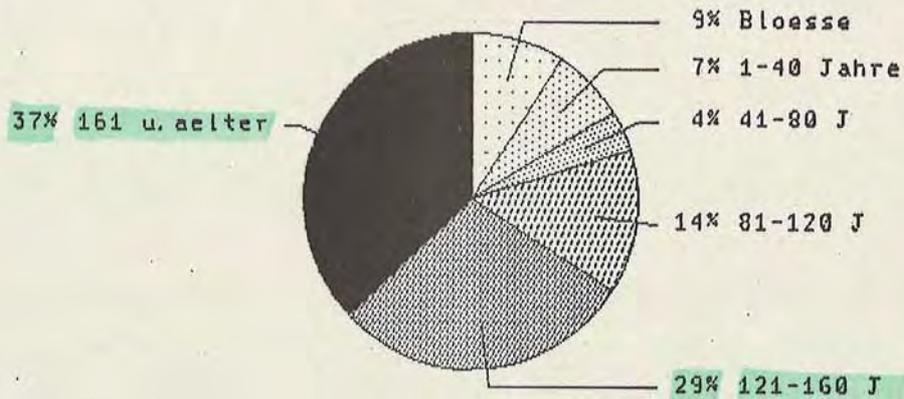


Abb. 1: Altersklassenverteilung im Tiroler Schutzwald (WZI 1985; in % der Probeflächen)

Schutzwaldbestände an der Waldgrenze und auf schlechten Standorten, stark beweidete Bestände und überalterte Schutzwälder weisen meist eine zu geringe Bestockung auf (Abb. 2). Mehr als ein Viertel unserer Schutzwälder sind stark aufgelichtet (räumdig) und nicht mehr in der Lage, die notwendigen Schutzfunktionen optimal zu erfüllen.

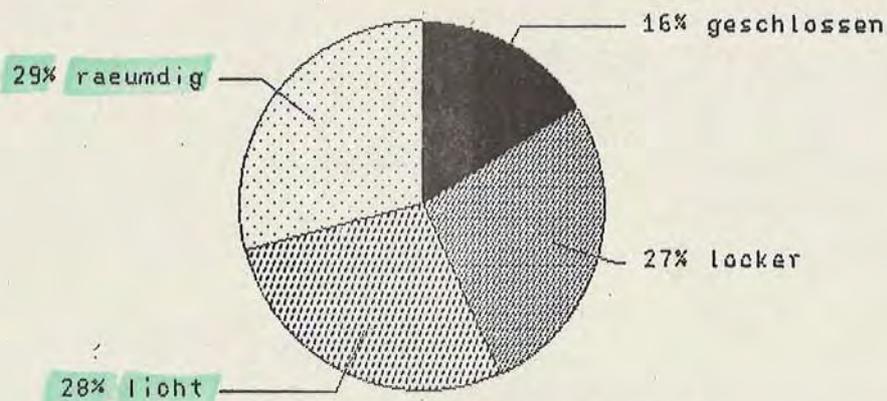


Abb. 2: Kronenschlußgrad (Bestandesdichte) im Tiroler Schutzwald (WZI 1985; in % der Probeflächen)

Unsere Gebirgswälder sind zu jeder Jahreszeit extremen Witterungserignissen wie Stürmen und Starkschneefällen ausgesetzt. An der Waldgrenze sind die Bestände an die extremen Bedingungen gut angepaßt. Auf den besseren Standorten wachsen die Jungbestände aber zu dicht auf. Durch den starken Konkurrenzkampf um Vorwuchs können die einzelnen Bäume keine starken Stämme und keine stabilen Kronen ausbilden. Die so entstandenen dichten Bestände sind sehr anfällig für Windwurf und Schneebruchschäden. Nur durch rechtzeitige Pflege (Auflockerung der zu dichten Jungbestände, Durchforstung) wachsen die Jungbestände zu stabilen Schutzwäldern heran (Abb. 3). Da diese Pflegemaßnahmen viel Arbeit kosten und keinen oder nur wenig Ertrag bringen, können notwendige Pflegemaßnahmen im Schutzwald oft nicht durchgeführt werden.

Wissenschaftliche Untersuchungen und praktische Erfahrungen haben gezeigt, daß die dauernde Schutzfunktionsfähigkeit von Gebirgswäldern durch die natürliche Entwicklung nicht gewährleistet werden kann. Mit zunehmendem Alter tendieren unsere Schutzwälder zum natürlichen Bestandeszerfall, an den sich nur langsam und zögernd die natürliche Wiederbewaldung anschließt. Bis von Natur aus wieder ein neuer Wald entstanden ist, kann ein Jahrhundert vergehen. Um die für unser Land notwendige dauernde Schutzerfüllung zu gewährleisten, müssen unsere Gebirgswälder rechtzeitig verjüngt und gepflegt, also bewirtschaftet werden. Fachgerechte Schutzwaldbewirtschaftung ist Voraussetzung zur Schutzwaldreife und daher immer schon eines der wichtigsten Anliegen für den Tiroler Forstdienst gewesen. Dort, wo die Waldbesitzer die notwendigen Hochlagenaufforstungen und Schutzwaldsanierungsarbeiten nicht mehr allein bewältigen können, werden Förderungen aus Landes- und Bundesmitteln gewährt. Seit 1972 wurden in Tirol für die Hochlagenaufforstung und Schutzwaldsanierung 261 Mio. Schilling investiert. Davon haben 53 % der Bund, 27 % das Land und 20 % die Waldbesitzer selbst aufgebracht.

Alle oben angeführten von Natur aus gegebenen Erschwernisse für die Erhaltung und Bewirtschaftung unserer Schutzwälder soll ein konkretes Beispiel verdeutlichen (Abb. 4 und 5):

Der sonnseitige Falbesonerwald in Neustift im Stubaital schützt die

stark frequentierte Zufahrtsstraße zur Stubaier Gletscherbahn sowie einen Hotelbetrieb vor Lawinen, Steinschlag und Hangrutschungen. Ohne Schutzwald wäre der Talboden in diesem Bereich stark gefährdet. In Abb. 4 sind jene Teile des heute noch bewaldeten Hanges hervorgehoben, von denen bei fehlender Waldbestockung Gefährdungen des Talbodens durch Lawinen, Steinschlag und Hangrutschungen ausgehen würden.

Mögliche Entwicklung einer Fichtenaufforstung im Gebirgswald.

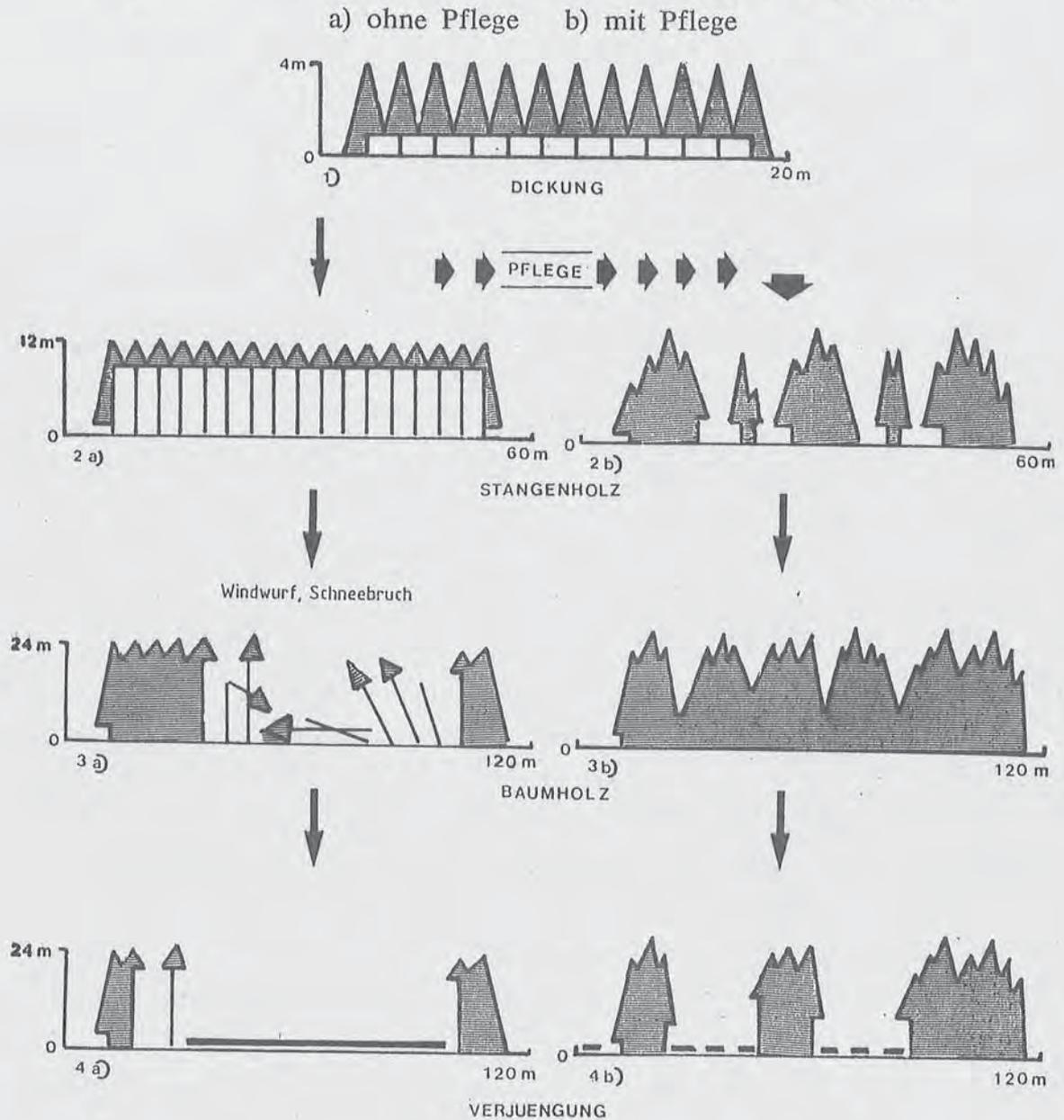


Abb. 3: Mögliche Entwicklung einer Fichtenaufforstung im Gebirgswald (schematisch) ohne und mit Pflege

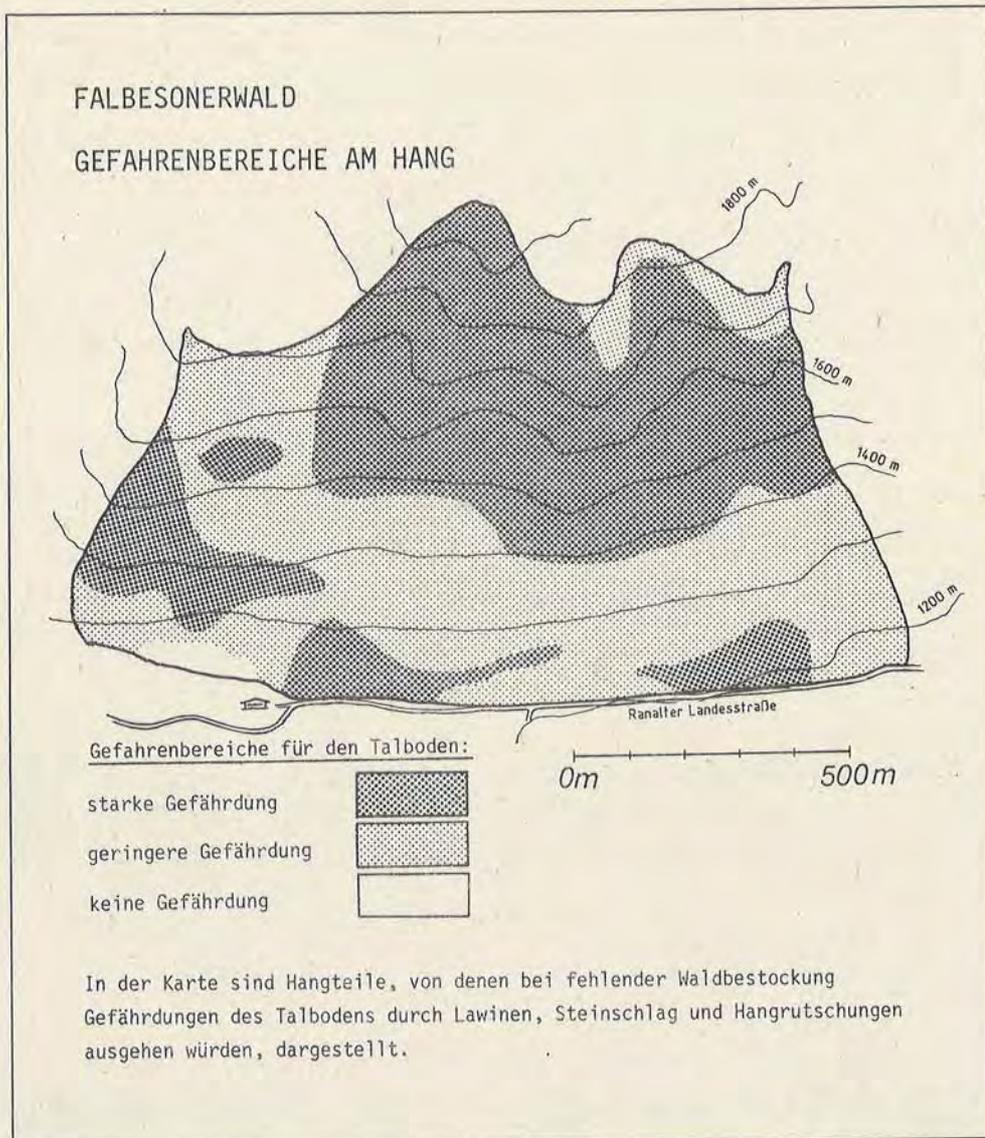


Abb. 4: Gefahrenbereiche am Hang im Falbesonerwald

Auf Grund des teilweise schlechten Zustandes des Falbesonerwaldes sind umfangreiche Schutzwaldsanierungsmaßnahmen notwendig. Überalterte Bestände müssen verjüngt, Jungwälder gepflegt und Blößen aufgeforstet werden (Abb. 5). Gerade im oberen Teil des Falbesonerwaldes, der für die Schutzwirkung des gesamten Waldbestandes entscheidend ist, sind die Bestände durchwegs überaltert, da wegen der früher fehlenden Aufschließung und Bringungsmöglichkeit und des schwierigen Geländes bisher keine Verjüngungsnutzungen durchgeführt wurden.

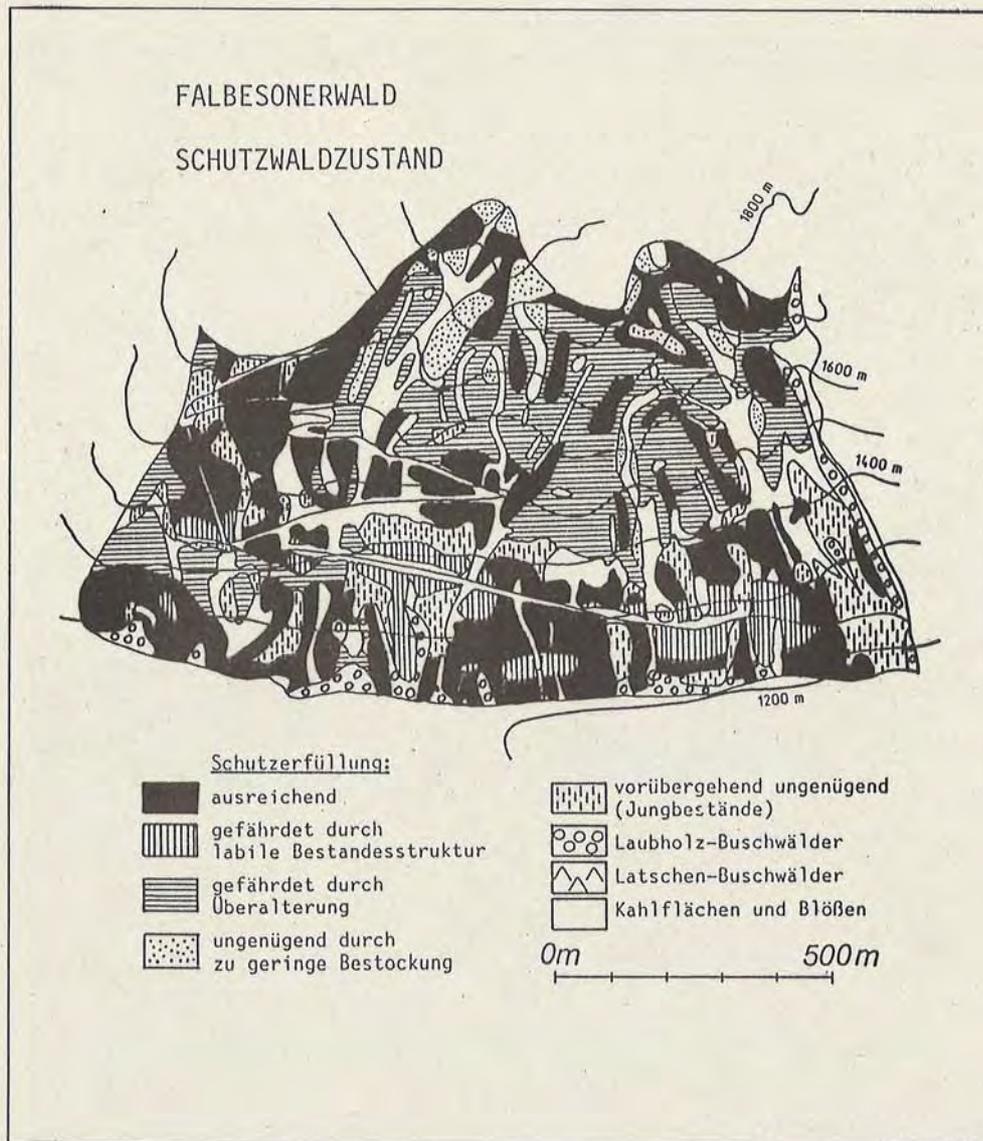


Abb. 5: Schutzerfüllung einzelner Bestandesteile des Falbesonerwaldes

Neuartige Waldschäden im Tiroler Schutzwald

Zu den bereits heute in den Tiroler Schutzwäldern gegebenen Problemen für die Schutzwalderhaltung und Bewirtschaftung kommen zusätzlich Vitalitätsminderungen durch neuartige Waldschäden. Die Ergebnisse der Waldzustandsinventur 1985 haben gezeigt, daß der Gesundheitszustand der Schutzwaldbestände in Tirol im Durchschnitt schlechter ist als in den Wirtschaftswäldern (Abb. 6).

Tiroler Waldzustandsinventur 1984 - 1985
Verteilung der Schaeden nach der WALDKATEGORIE

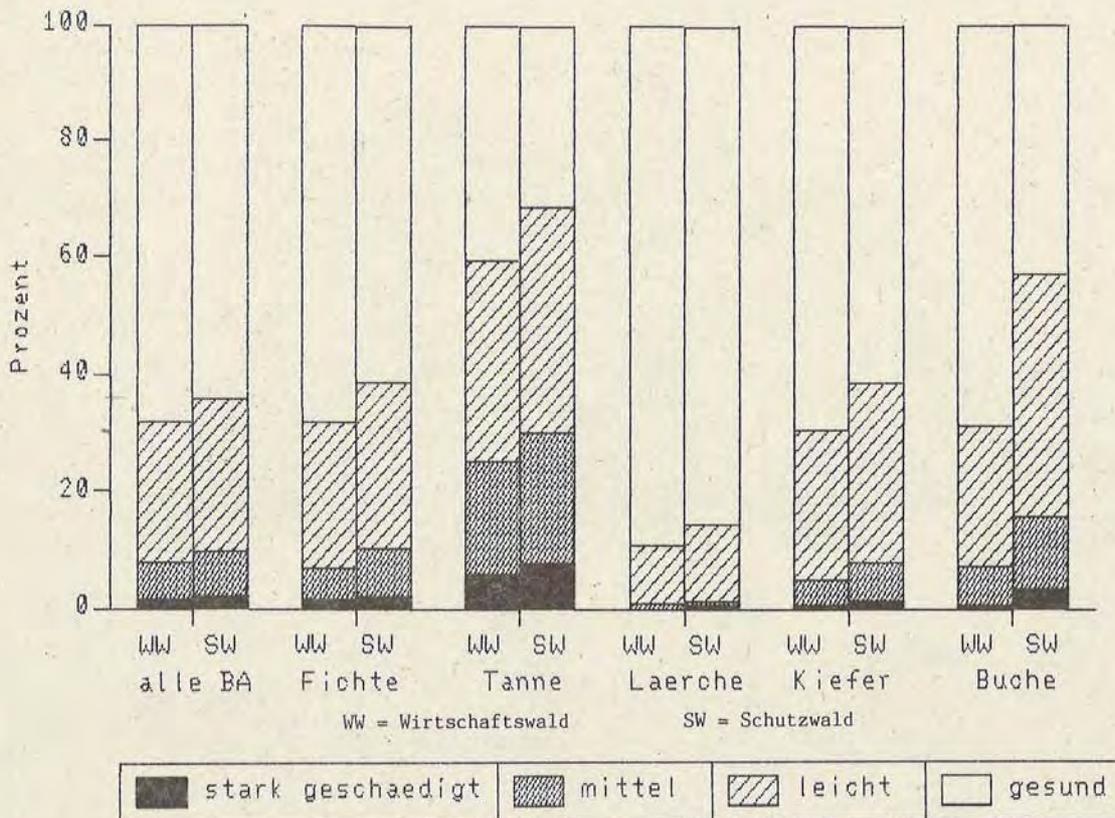


Abb. 6: Waldschäden im Wirtschaftswald (WW) und Schutzwald (SW) in Tirol

Während die Schutzwälder in den Zentralalpen meist nur geringe Schäden aufweisen, sind viele Schutzwälder in den Nordalpen schwer geschädigt. Von 1984 auf 1985 haben die leichten Schäden etwas zugenommen (Tab. 1). Im Durchschnitt weist in den Nordalpen im Schutzwald jeder 7. Baum mittelstarke bis starke Verlichtungen auf.

Die Waldschäden sind in den Tiroler Schutzwäldern vor allem auf die unteren und mittleren Hanglagen konzentriert. Die Waldbestände an der oberen Waldgrenze weisen einen viel besseren Gesundheitszustand auf als im Tiroler Durchschnitt. Das ist ein Hinweis darauf, daß die durch Luftverunreinigungen verursachten Waldschäden in erster Linie hausgemacht sind.

Tab. 1: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Schutzwald und Veränderungen von 1984 auf 1985

	Schadstufen				
	1 (gesund)	2 (leicht geschädigt)	3 (mittelst. geschädigt)	4+5 (absterbend + tot)	gesamt geschädigt
Zentralalpen und Osttirol	74 (-7 %)	21 (+7 %)	4	1	26
Nordalpen	50 (-5 %)	34 (+6 %)	13	3 (-1%)	50
gesamt Tirol	64 (-5 %)	26 (+5 %)	8	2	36

Mögliche Beeinträchtigung der Schutzfunktionen durch neuartige Waldschäden

Im offiziellen Schweizer Waldschadensbericht "SANA SILVA 1985" heißt es dazu:

"Die bisherigen Erhebungen bestätigen die Vermutung, daß sich viele Bergwälder bis in einigen Jahren ähnlich einem von Motten zerfressenen Fell präsentieren werden. Dadurch werden die Schutzwirkungen gegen Lawinen, Steinschlag, Rutschungen, Erosionen und Hochwasser zunehmend vermindert. In den Berggebieten steht der Forderung nach dem Schutz von Siedlungen, Verkehrsträgern und touristischen Anlagen ein zunehmend labiler Wald gegenüber."

Die Erfüllung der Schutzfunktion hängt von einer stabilen Bestandesstruktur, einer standortsangepaßten Baumartenmischung und vor allem von einer ausreichenden Bestandesdichte ab. Der Ausfall einzelner Bäume hat eine Verminderung der Bestandesdichte und damit eine Verminderung der Schutzerfüllung zur Folge.

Zur Abschätzung der möglichen Auswirkung der in den Tiroler Schutzwäldern festgestellten Kronenverlichtungen wurde der heutige mittlere Bestockungsgrad (ein ertragskundliches Maß für die Bestandesdichte) der Schutzwälder berechnet und dem zu erwartenden Bestockungsgrad ohne mittel bis stark verlichtete Bäume bzw. ohne leicht, mittel und stark verlichtete Bäume gegenübergestellt. Diese Berechnung zeigt, daß ein Ausfall der mittel und stark verlichteten Bäume in den Nordalpen be-

reits eine Verminderung des mittleren Bestockungsgrades der Schutzwälder um 11 % zur Folge hätte (Abb. 7). In den Zentralalpen ergibt sich keine wesentliche Absenkung (Abb. 8). Wenn aber alle heute verlichteten Bäume in den Tiroler Schutzwäldern ausfallen würden, wäre ein Absinken des mittleren Bestockungsgrades um 24 % zu erwarten (Abb. 9).

Im Schutzwald hat bereits eine Verminderung der Bestandesdichte unter eine gewisse Grenze zur Folge, daß je nach Geländesteilheit und Bodenverhältnissen die erforderlichen Schutzfunktionen (Schutz vor Lawinen, Muren, Steinschlag und Hochwasser) durch den Wald nicht mehr erfüllt werden können. Schon lange vor einem flächigen Zerfall eines Schutzwaldes wäre so seine Funktion schwer beeinträchtigt.

Sollten in den Tiroler Schutzwäldern alle heute schon verlichteten Bäume ausfallen, sinkt in ca. 1/4 unseres Schutzwaldbestandes der Bestockungsgrad unter 0,4 ab (Abb. 10). Zumindest in steilen Hängen wären derart stark aufgelockerte Schutzwälder nicht mehr in der Lage die notwendigen Schutzfunktionen zu erfüllen.

Tiroler Waldzustandsinventur 1985
Mittlerer Bestockungsgrad im Schutzwald / Nordalpen

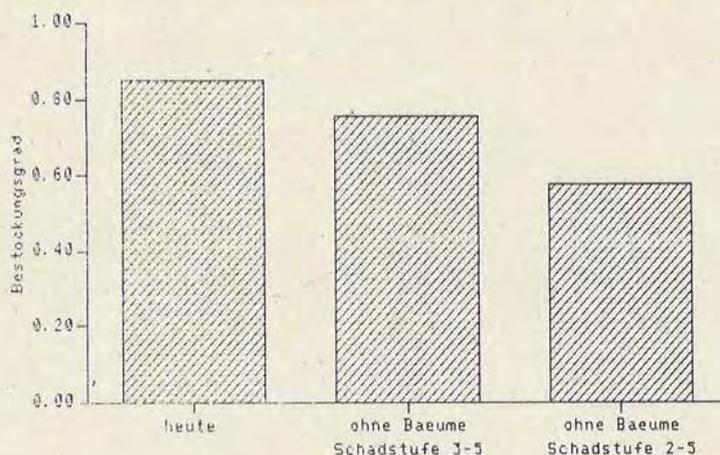


Abb. 7

Tiroler Waldzustandsinventur 1985
Mittlerer Bestockungsgrad im Schutzwald/Zentralalpen

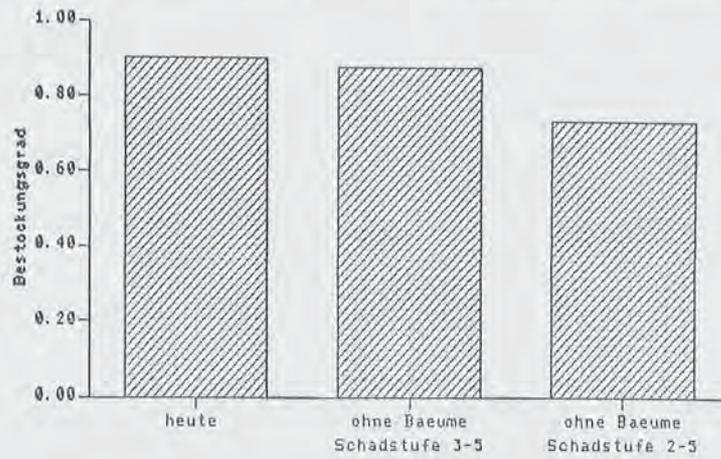


Abb. 8

Tiroler Waldzustandsinventur 1985
Mittlerer Bestockungsgrad im Tiroler Schutzwald

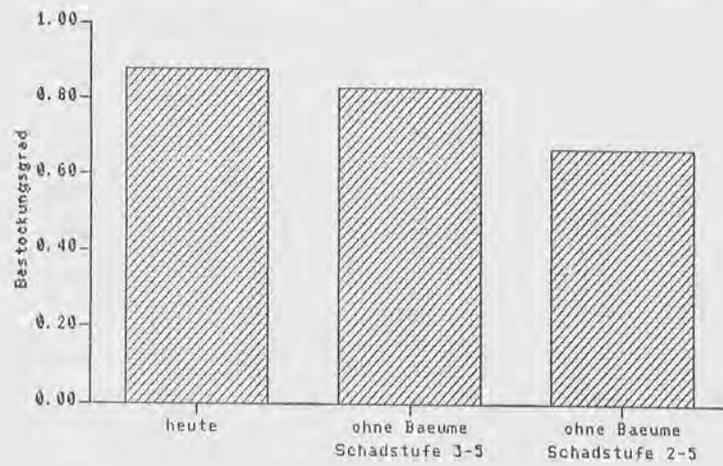


Abb. 9

Tiroler Waldzustandsinventur 1985
Bestockungsgrade im Tiroler Schutzwald

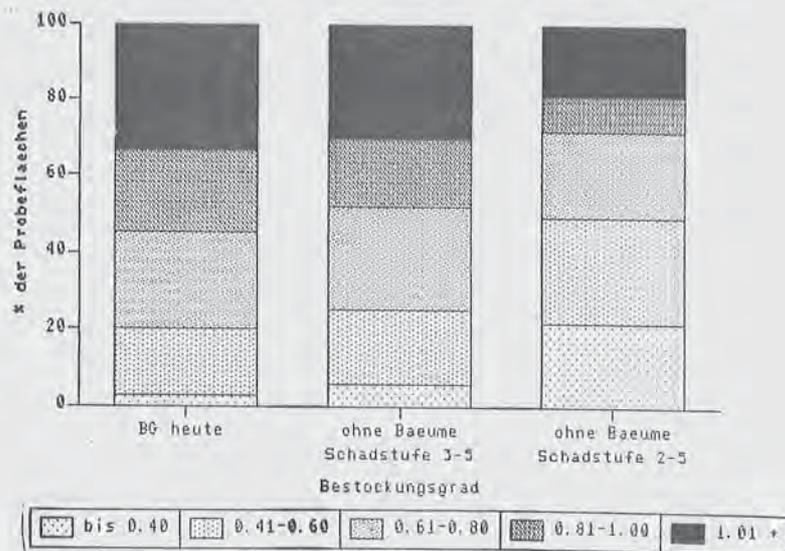


Abb. 10

Verjüngungsprobleme bei der Schutzwalderhaltung

Da zu befürchten ist, daß die alten Schutzwaldbestände ihre für uns lebenswichtige Schutzfunktion zunehmend verlieren werden, sind verstärkte Bemühungen um eine Wiederverjüngung und Erneuerung dieser Schutzwälder notwendig. Diese Aufgabe wird durch folgende Faktoren erschwert:

- Im Gebirgsland dauert es im Durchschnitt 30-40 Jahre, in höheren Lagen 60 und mehr Jahre, bis ein Jungwald soweit aufgewachsen ist, daß er die Schutzfunktionen wieder einigermaßen erfüllen kann.
- Viele natürliche Faktoren, wie das rauhe Klima, die lange Schneelage und seltenere Samenjahre erschweren die Verjüngung von Natur aus.
- Die aufkommende Verjüngung vor allem der Mischbaumarten wird durch Wildverbiß und teilweise durch die Waldweide stark verzögert oder ganz vernichtet.
- Eine weitere mögliche Gefahr für die Verjüngung der Schutzwälder liegt in der verminderten Fruchtbarkeit und Samenproduktion der geschädigten Bäume.

Die Verbißschadensaufnahme im Bereich der Probeflächen der Waldzustandsinventur hat ergeben, daß in den Tiroler Schutzwäldern auf einem Viertel der Probeflächen die Fichtenverjüngung, auf über drei Viertel die Tannenverjüngung und auf zwei Drittel der Probeflächen die Laubholzverjüngung stark verbissen wird. Vor allem die Tannenverjüngung wird durch Verbiß weitgehend ausgeschaltet (Tab. 2, siehe auch Kapitel 12).

Tab. 2: Verbißschäden im Schutzwald (Prozent der Probeflächen der Waldzustandsinventur 1985)

	Fichte	Tanne	Laubholz
tot verbissen	1 %	59 %	21 %
stark verbissen	25 %	26 %	48 %
leicht verbissen	54 %	15 %	28 %
unverbissen	20 %	-	3 %

Gerade die Tanne ist in den Bergmischwäldern der Tiroler Nordalpen ein unentbehrlicher Stabilisator der Gebirgswälder. Nur die Tanne vermag in schweren Böden im Gegensatz zur flachwurzelnden Fichte tief genug zu wurzeln. Ihre Streu wird rasch abgebaut und in den Nährstoffkreislauf eingebunden. Nur die Tanne kann auch im Bestandesschatten aufwachsen, was für die dauernde Bestockung in Schutzwäldern besonders wertvoll ist.

Die größten Probleme bei der Schutzwaldverjüngung bestehen in Tirol im Bezirk Reutte. Einerseits ist dort der Gesundheitszustand der Wälder am schlechtesten, andererseits ist es derzeit wegen des starken Verbißdruckes im Bezirk Reutte meist aussichtslos, eine standortsgerechte Verjüngung im Schutzwald ohne Zaunschutzz aufzubringen (siehe Kapitel 10 und 12). Aus diesem Grund wurden seit Jahren mehrere Millionen Schilling an Förderungsmitteln für die Hochlagenaufforstung und Schutzwaldsanierung wegen der Aussichtslosigkeit dieser Maßnahmen aufgrund des überhöhten Wildstandes statt im Bezirk Reutte in anderen Bezirken eingesetzt.

Zusammenfassung

Die Schutzwälder sichern die Lebensgrundlagen im Gebirgsland Tirol und sind Voraussetzung für die Besiedelbarkeit des Landes. Der Erhaltung und Verbesserung der Schutzfunktion unserer Gebirgswälder kommt daher eine vorrangige Bedeutung zu. Aufgrund des teilweise unbefriedigenden Schutzwaldzustandes in Tirol, der durch neuartige Waldschäden und durch die erschwerte Verjüngung aufgrund überhöhter Wildstände verschärft wird, sind in den nächsten Jahren verstärkte Bemühungen zur Erhaltung unserer Schutzwälder notwendig. Dazu gehören vor allem:

- die entscheidende Verminderung der Luftschadstoffe in den Alpentälern, insbesondere aus dem Straßenverkehr,
- die fachgerechte Pflege und Bewirtschaftung der Gebirgswälder,
- die rasche Erneuerung und Wiederherstellung der geschädigten Waldflächen durch Verjüngung. Pflege- und Verjüngungsmaßnahmen müssen durch öffentliche Förderung unterstützt werden.
- die Reduktion der Wildbestände auf ein waldbaulich tragbares Maß.

Der Landtag unseres Nachbarlandes Bayern hat im Jahre 1984 die folgenden "Maßnahmen zum Schutz des Bergwaldes" beschlossen:

Beschluß des Bayerischen Landtags

Der Landtag hat in seiner heutigen öffentlichen Sitzung beraten und beschlossen:
Antrag der Abgeordneten Tandler, Alois Glück, Herbert Hofmann u. a. und Fraktion CSU

Maßnahmen zum Schutz des Bergwaldes

(Drucksache 10/3978 vom 5. 6. 1984)

Die Staatsregierung wird ersucht, angesichts der Bedrohung der Bergwälder durch das Baumsterben und der besonderen Schutzfunktion des Bergwaldes die Anstrengungen zu seinem Schutz zu intensivieren und zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen.
Es soll dem Grundsatz Geltung verschafft werden, daß der Schutz des Bergwaldes grundsätzlich Vorrang vor allen anderen Nutzungsansprüchen hat.
Insbesondere sollen in folgenden Bereichen Maßnahmen eingeleitet werden:

- I. Information über die Bedeutung des Bergwaldes
Mit geeigneten Maßnahmen und in Zusammenarbeit mit allen interessierten Institutionen und Verbänden soll die Bevölkerung über die besondere Bedeutung des Bergwaldes als Schutzwald für Siedlungen und Verkehrsverbindungen, für die Wasserwirtschaft und für alle anderen Sozial- und Wohlfahrtsfunktionen informiert werden.
- II. Waldbauliche Maßnahmen
Die waldbaulichen Maßnahmen sind auf das übergeordnete Ziel der möglichst langen Erhaltung der bestehenden Schutzwälder und der Neubegründung junger Wälder auszurichten.
- III. Tourismus und Infrastruktur
 1. Rodungen im Bergwald für neue Freizeiteinrichtungen (z. B. für Wintersport) oder Infrastrukturmaßnahmen sind grundsätzlich nicht mehr zuzulassen.
 2. Nach dem Prinzip der Güterabwägung ist zu prüfen, ob und wo im Interesse der Reduzierung der Belastung des Naturhaushalts das freie Betretungsrecht zeitweise oder ganz durch Wegegebote oder Betretungsverbote eingeengt werden muß.

IV. Wald und Wild

1. Der Schalenwildbestand ist durch jagdliche Maßnahmen so zu regulieren, daß die standortgerechte natürliche Verjüngung des Bergwaldes grundsätzlich ohne die üblichen Schutzvorrichtungen (Zaun, Einzelschutz) möglich ist.
2. Dabei ist die Reduzierung des Schalenwildbestandes unter Ausnutzung aller jagdrechtlichen zulässigen Methoden zu gewährleisten.
3. Darüber hinaus sind die Lebensbedingungen des Wildes mit allen zu Gebote stehenden Mitteln zu verbessern. Dies gilt insbesondere für die Bereitstellung und Anlage von Deckungs- und Äsungsflächen.
Außerdem sind Maßnahmen, wie Wildschutzgebiete und Wegegebote, mit denen die Unruhe in der Landschaft und damit die Streßsituation des Wildes reduziert werden, mit Nachdruck zu fördern.
4. Eine wesentliche Grundlage für die Abschlußplanung durch die Untere Jagdbehörde soll das jährlich zu erstellende Vegetationsgutachten der Forstverwaltung sein.
5. Für die Verpachtung von Staatsjagden soll der Grundsatz gelten, daß eine Jagd dann am besten verpachtet ist, wenn die natürliche Verjüngung des Bergwaldes ohne die üblichen Schutzvorrichtungen nachwächst. Verminderte Pachtpreise aufgrund der landeskulturellen Zielsetzungen sind hinzunehmen.
6. Es ist darauf hinzuwirken, daß in Jagdpachtverträgen wirksame Sanktionen bei anhaltendem Verstoß gegen diese Zielsetzung enthalten sind.
7. Es ist darauf hinzuwirken, daß die Jagdpachtpreise den reduzierten jagdlichen Möglichkeiten angepaßt werden.

V. Waldweide

Die Waldweide ist so rasch wie möglich abzulösen. Dabei ist ein Ersatz für die Rechtsinhaber anzubieten, der keine Verschlechterung der wirtschaftlichen Existenz bedeutet. Die erforderlichen Mittel sind bereitzustellen.

1. Das Weiderecht ist entsprechend seiner wirtschaftlichen Bedeutung für den landwirtschaftlichen Betrieb, dem Aufwand für Ersatzlandbeschaffung und nach seiner Schadenswirkung auf den Wald zu bewerten.
2. Vorrangig ist die Bereitstellung von landwirtschaftlichen Nutzflächen aus Staatsbesitz. Rodungen zum Zweck der Ersatzlandbeschaffung sollen nur in besonders begründeten Ausnahmefällen erfolgen.
3. Den Rechtsinhabern sind als Ersatz auch Waldflächen anzubieten.
4. Die Kommission für die Bereinigung von Waldweiderechten soll personell verstärkt werden.
5. Es ist zu prüfen, in welchem Umfang den Berechtigten ein finanzieller Ausgleich gezahlt werden kann, wenn sie ihre Waldweiderechte vorübergehend nicht nutzen. Dabei muß gleichzeitig sichergestellt werden, daß dies auf die Verfallzeit der Rechte keinen Einfluß hat.

- VI. Landeskulturelle und wasserbauliche Maßnahmen vorzusehen, die im Alpengebiet und Alpenvorland etwaigen erhöhten Abflüssen entgegenwirken und damit verbundenen großflächigen Erosionserscheinungen vorbeugen.

Der Präsident:
Dr. Heubl

12. SCHÄDEN DURCH WILD

Wiederholt wandten sich Tiroler Jagdfunktionäre gegen die Unterstellung, übermäßige Schalenwildbestände seien mit "schuld" am "Waldsterben". Sie haben damit recht. In Wirklichkeit geht es nämlich um die Sorge der Forstwirtschaft um die künftige Verjüngung des Waldes, die an die Stelle der jetzt kranken und absterbenden Bestände treten soll. Und genau dieser Verjüngung des Gebirgswaldes mit seiner lebenswichtigen Schutzfunktion ist ein ganz besonders Augenmerk zu widmen, ihre Gefährdung muß unbedingt verringert werden. Was immer es auch kostet, der Gebirgswald muß zum Schutze unseres Heimatlandes erhalten bleiben, bis die immissionsreduzierenden Maßnahmen zu wirken beginnen. Diese sicher schwierige Aufgabe läßt sich nur im gemeinsamen Bemühen aller lösen, die für die Lebensgemeinschaft des Waldes - und dazu gehört auch das Wild - verantwortlich sind.

In diesem Beitrag wird eine regionale Übersicht über die Wildschadensprobleme in Tirol versucht. Naturgemäß wird dabei auf Problemgebiete hingewiesen, die möglichst rasch einer Lösung bedürfen. Die Darstellung darf jedoch nicht den Eindruck erwecken, als gäbe es in Tirol nur Probleme zwischen Wald und Wild, dieser Eindruck würde einer wachsenden Zahl von Jägern Unrecht tun. Gott sei Dank gibt es heute in vielen Landesteilen gute Lösungsbeispiele, die zeigen, daß man trotz vorrangiger Waldverjüngung auch erfolgreich jagdwirtschaftlich tätig sein kann. Jeder Revierinhaber, der für solche gute Beispiele verantwortlich ist, verdient besondere Anerkennung, weil er auf diese Weise auch zum Beispiel für andere wird.

Die Verbißsituation in unserem Lande hat sich seit dem vergangenen Jahr nicht wesentlich geändert (Tab. 1). Die im Zuge der Waldzustandsinventur auch 1985 durchgeführte, landesweite Beurteilung der Verbißschäden an Verjüngungsflächen im Bereich von Probeständen zeigt gegenüber den Vorjahresergebnissen keine besonderen Änderungen; z.B. bei der Fichte, der naturgegebenen Hauptbaumart unseres Landes und bei der weniger verbreiteten, aber aus ökologischen Gründen unbedingt notwendigen Tanne betragen gegenüber dem Vorjahr die Veränderungen nur 1 %; diese Differenz liegt innerhalb der Aufnahme Genauigkeit, die

Verbißbelastung kann daher als gleich geblieben betrachtet werden.

Tab. 1: Anteil der Verbißgrade je Baumart in % für Tirol

	Fichte	Tanne	Laubholz
tot verbissen	3 %	48 %	19 %
stark verbissen	20 %	33 %	41 %
leicht verbissen	53 %	16 %	32 %
unverbissen	24 %	3 %	8 %
	100 %	100 %	100 %

Besorgniserregend sind die Verbißschäden also nach wie vor in Teilen unseres Landes für die Fichte und das Laubholz, für die notwendige Mischbaumart Tanne sind die Verhältnisse tirolweit wesentlich ernster. Im politischen Bezirk Reutte z.B. ist auf 45 % der Probeflächen an Fichtenjungwüchsen starker Verbiß bis Totverbiß festgestellt worden, derselbe Verbißgrad an 93 % der Laubholz- und gar 100 % der Tannenjungwüchse. Tabelle 2 zeigt ferner, daß z.B. die vom Wild nicht so gerne wie andere Baumarten verbissene Fichte nur im Bezirk Schwaz über 50 % unverbissen ist. Wesentlich schlimmer ist die Situation des Laubholzes. Mit Abstand am ärgsten setzt der Verbißdruck tirolweit jedoch der Tanne zu, jener Baumart, die ohnehin schon durch die Luftverschmutzung am meisten zu leiden hat. Dadurch, daß die Verjüngung dieser Mischbaumarten fast chancenlos ist, wird ihr Anteil in unseren Mischwäldern stets weniger, der Anteil der relativ "verbißhärteren" Fichte immer größer.

In weiten Teilen unseres Landes stocken mehr oder minder reine, dennoch natürliche Fichtenwälder mit mehr oder weniger Lärche oder gar Zirbe. Für die Laub-Nadelmischwälder unseres Landes liegt bei der gegebenen, überaus bedrohlichen Gefährdung der Mischbaumarten (z.B. Tanne, Laubhölzer) für den Laien vielleicht der Gedanke nahe, sich eben mit der etwas weniger verbißgefährdeten Fichte zu begnügen. So einfach ist das nun leider nicht. Die genannten Mischbaumarten wurzeln beispielsweise im Boden tiefer als die Fichte, sie produzieren leichter zersetzbare Streu und sorgen damit für eine bessere Ausnützung der bodenbedingten Produktionskapazität bei gleichzeitig erhöhtem

Tab. 2: Anteile der Verbißgrade je Baumart in % in den politischen Bezirken

Pol. Bezirk		Fichte	Tanne	Laubholz
Ibk. Land u. Stadt	tot verbissen	3	38	25
	stark verbissen	14	25	-
	leicht verbissen	46	37	50
	unverbissen	37	-	25
Imst	tot verbissen	4	-	-
	stark verbissen	21	-	-
	leicht verbissen	42	-	-
	unverbissen	33	-	-
Kitzbüchel	tot verbissen	-	44	-
	stark verbissen	25	50	50
	leicht verbissen	61	6	43
	unverbissen	14	-	7
Kufstein	tot verbissen	-	39	25
	stark verbissen	26	35	34
	leicht verbissen	74	26	33
	unverbissen	-	-	8
Landeck	tot verbissen	4	-	-
	stark verbissen	19	-	-
	leicht verbissen	58	-	-
	unverbissen	19	-	-
Reutte	tot verbissen	11	78	33
	stark verbissen	34	22	60
	leicht verbissen	52	-	7
	unverbissen	3	-	-
Schwaz	tot verbissen	-	53	17
	stark verbissen	2	23	50
	leicht verbissen	39	6	25
	unverbissen	59	18	8
Lienz	tot verbissen	-	-	-
	stark verbissen	26	-	-
	leicht verbissen	59	-	-
	unverbissen	15	-	-

Nährstoffkreislauf, sie sind bedingt durch ihre tiefergreifenden Wurzeln standfester und stellen somit auch ein stabilisierendes Gerüst im Fichtenwald gegen Stürme dar. Was beispielsweise Föhnstürme an Gefahren für unsere Wälder bedeuten, das wissen Waldbesitzer zu fürchten. Die Mischbaumarten wegen der heute herrschenden Schwierigkeiten aufzugeben, wäre aber eine unverantwortliche ökologische Kapitulation, eine Verantwortungslosigkeit gegenüber kommenden Generationen.

Um die gefährliche Entwicklung zu verdeutlichen, die gravierende Verbißschäden nach sich ziehen, muß hier wiederholt werden, daß mit zunehmender Seehöhe die Verbißschäden in unserem Lande steigen. Das trifft in vielen Bereichen unsere Schutzwälder, die von Natur aus schon schwierigere Wachstumsbedingungen haben und wo ein zusätzlicher Verbißschaden weit gravierendere Folgen hat, als in den klimatisch günstigeren Tieflagen. Das ist eine schlimme Entwicklung der lebensnotwendigen Schutzwälder unseres Gebirgslandes.

Daß die Verbißschäden nicht überall vom Wild alleine verursacht werden, wird bei einer Auswertung der vorhandenen Daten dann deutlich, wenn zwischen Flächen mit und ohne Waldweide unterschieden wird. Durchwegs liegen in beweideten Waldgebieten die Verbißprozente höher. Bedenkt man, daß vornehmlich in den Almregionen heute noch die Waldweide ausgeübt wird, trägt also auch das Weidevieh zur Verzögerung oder gar Verhinderung der Verjüngung des Schutzwaldes bei. Im Hinblick auf die heutige großräumige Waldgefährdung und auf den geringen Futterwert der Waldweide sollen möglichst rasch agrarpolitische Impulse gesetzt werden, um erfolgreicher und schneller den Wald von der Waldweide zu entlasten.

Ökologische Beiblätter

Als Entscheidungshilfe für die Jagdbehörde bei der Bemessung der jährlichen Schalenwildabschüsse werden seit 1984 von den Bezirksforstinspektionen forstökologische Beiblätter erstellt. Grundsätzlich nur für Reviere oder Revierteile mit problematischer Wald-Wild-Situation erstellt, informieren sie die Bezirksjagdbehörde über die Verbißbelastungen bei den einzelnen Baumarten und damit über mögliche, wildbe-

dingte Baumartenentmischungen, sie enthalten auch Aussagen über Aufwand an notwendigem Verbißschutz und über die vorgekommenen Schältschäden. In diesem Beiblatt wird die Jagdbehörde auch darüber informiert, ob der Schalenwildabschuß aus forstökologischen Gründen erhöht werden sollte.

Die Jagdbehörde bekommt damit fachlich fundierte Informationen aus erster Hand, die es ihr leichter machen sollen, die Jagdwirtschaft bei entsprechender Berücksichtigung der Landeskultur zu lenken. Sinnvoll und gerechtfertigt ist der Informationsaufwand des Forstdienstes jedoch nur, wenn die forstökologischen Beiblätter ernstgenommen und bei der Bemessung der jährlichen Schalenwildabschüsse auch tatsächlich berücksichtigt werden.

Im Jahr 1985 sind den Jagdreferenten der Bezirkshauptmannschaften folgende forstökologische Beiblätter zur Verfügung gestellt worden:

Bezirksforstinspektion	Forstökologische Beiblätter
Hall	7
Stadtmag. IX, Innsbruck	11
Imst	15
Kitzbühel	2
Kufstein	38
Landeck	14
Lechtal	21
Lienz	15
Matrei i.O.	2
Reutte	14
Ried	6
St. Johann	11
Schwaz	11
Sillian	6
Silz	4
Steinach	Leermeldung
Telfs	Leermeldung
Wörgl	8
Zillertal	4

Entwicklung der Wildabschüsse

Die jährlichen Abschlußzahlen schwanken in den einzelnen politischen Bezirken mehr oder minder stark (Abb. 1), wobei auch ausgeprägte Unterschiede zwischen den einzelnen Wildarten bestehen. Insgesamt ist die Entwicklung der Abschlußzahlen in den vergangenen 30 Jahren (1953-1982) tirolweit sehr deutlich steigend. Diese Entwicklung wird in Tab. 3 besonders anschaulich dargestellt, die gleich mehrfach interpretierbar ist.

Nimmt man bezirksweise den durchschnittlichen Jahresabschuß des Jahrzehntes 1953-1962 als Basis an, so liegt bei anfänglich gleichem Rotwildabschuß seither beispielsweise für den Bezirk Kitzbühel eine Abschlußsteigerung von 147 % vor und für den Bezirk Landeck eine solche von 285 %. Bedenkt man die ausgeprägte Nachhaltigkeit bei der Wildbewirtschaftung, so liegt der Schluß nahe, daß nur hohe Wildstände entsprechend erhöhte Abschüsse rechtfertigen. Somit erlaubt diese Tabelle auch die Aussage, **die Wildstände im Wald - er ist nun einmal das Haupteinstandsgebiet - haben seit Kriegsende drastisch zugenommen:** örtlich sehr zum Nachteil des Lebensraumes Wald selbst, wie bereits im vorigen Kapitel ausgeführt. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, müssen zusammen mit den Abschlußzahlen auch die Wildschäden der jeweiligen Gebiete betrachtet werden.

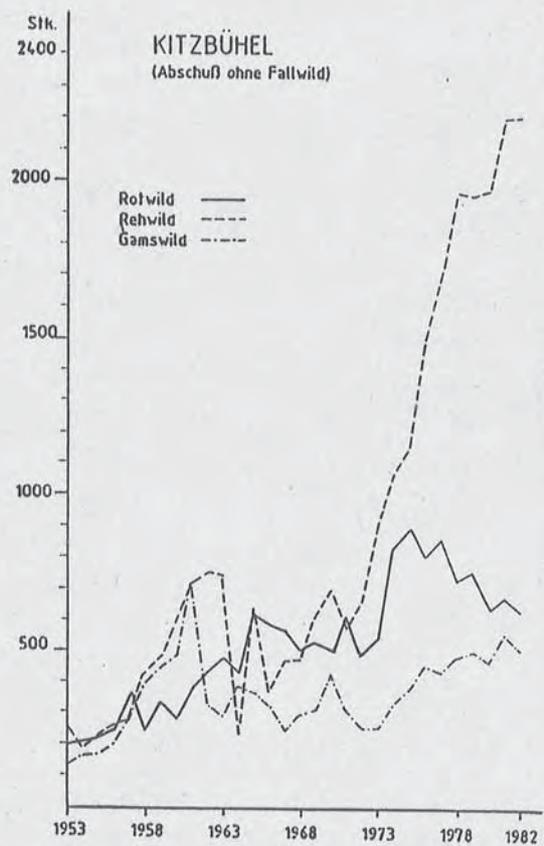
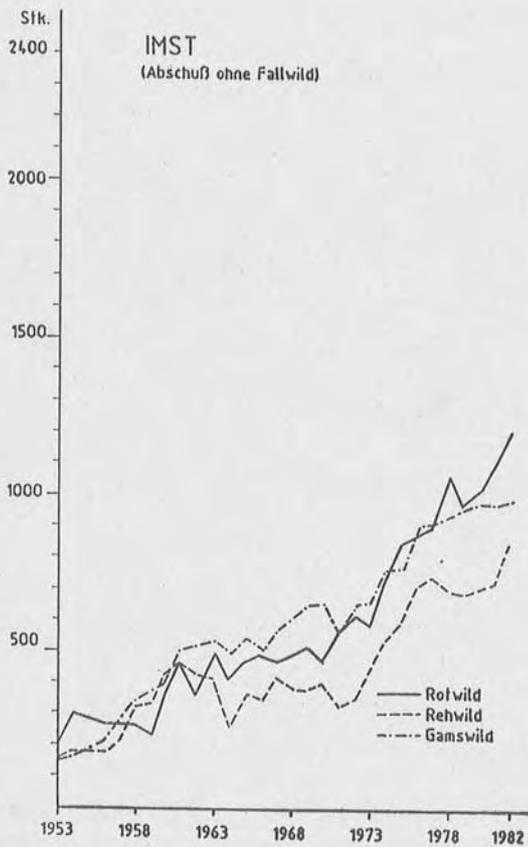
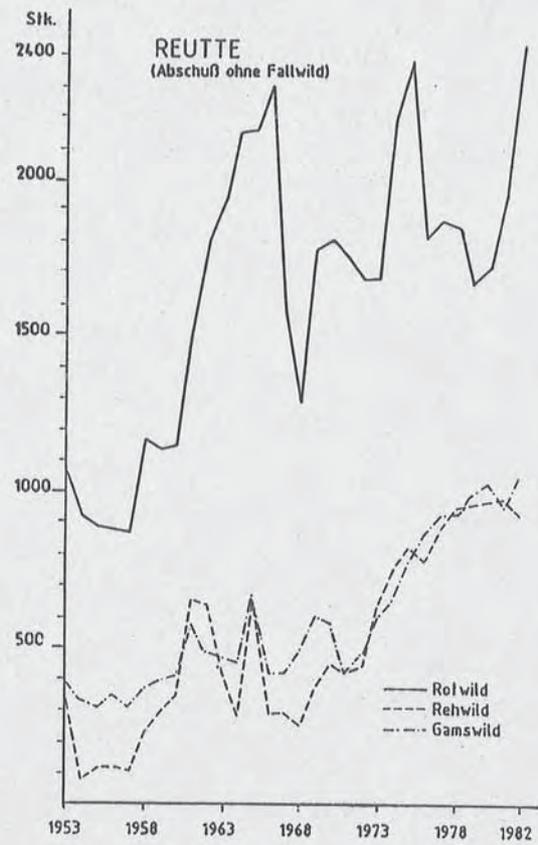
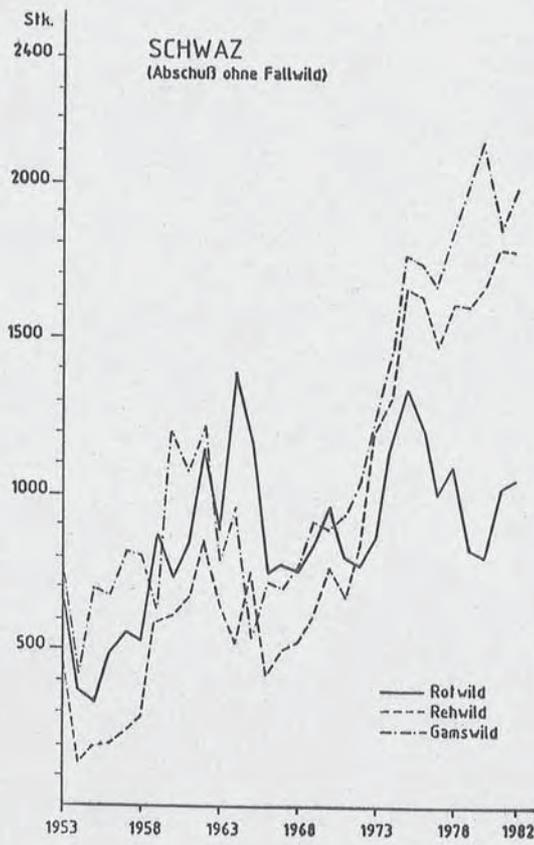


Abb. 1: Jährliche Abschlußzahlen 1953 - 1982

Tabelle 3

DURCHSCHNITTLICHER JÄHRLICHER ABSCHUSS (OHNE FALLWILD)

IN DREI DEZENNIEN (Quelle: Landw. Statistik, ÖSTZ)

politische Bezirke: Innsbruck Land und Stadt

Jahr	Rotwild		Rehwild		Gamswild	
	Stk.	%	Stk.	%	Stk.	%
1973-1982	670	335	1.920	218	1.480	329
1963-1972	450	225	1.050	119	930	207
1953-1962	200	100	880	100	450	100

politischer Bezirk: Imst

Jahr	Rotwild		Rehwild		Gamswild	
	Stk.	%	Stk.	%	Stk.	%
1973-1982	930	310	670	231	890	287
1963-1972	500	167	370	128	580	187
1953-1962	300	100	290	100	310	100

politischer Bezirk: Kitzbühel

Jahr	Rotwild		Rehwild		Gamswild	
	Stk.	%	Stk.	%	Stk.	%
1973-1982	740	247	1.670	388	440	129
1963-1972	530	177	550	128	330	97
1953-1962	300	100	430	100	340	100

politischer Bezirk: Kufstein

Jahr	Rotwild		Rehwild		Gamswild	
	Stk.	%	Stk.	%	Stk.	%
1973-1982	540	200	1.530	255	840	280
1963-1972	470	174	720	120	500	167
1953-1962	270	100	600	100	300	100

politischer Bezirk: Landeck

Jahr	Rotwild		Rehwild		Gamswild	
	Stk.	%	Stk.	%	Stk.	%
1973-1982	1.270	385	1.140	326	630	233
1963-1972	600	182	590	169	520	193
1953-1962	330	100	350	100	270	100

politischer Bezirk: Reutte

Jahr	Rotwild		Rehwild		Gamswild	
	Stk.	%	Stk.	%	Stk.	%
1973-1982	1.950	172	860	297	870	223
1963-1972	1.840	163	390	134	490	126
1953-1962	1.130	100	290	100	390	100

politischer Bezirk: Schwaz

Jahr	Rotwild		Rehwild		Gamswild	
	Stk.	%	Stk.	%	Stk.	%
1973-1982	1.040	160	1.570	374	1.760	215
1963-1972	920	142	620	148	810	99
1953-1962	650	100	420	100	820	100

politischer Bezirk: Lienz

Jahr	Rotwild		Rehwild		Gamswild	
	Stk.	%	Stk.	%	Stk.	%
1973-1982	170	850	1.990	273	970	334
1963-1972	50	250	920	126	640	221
1953-1962	20	100	730	100	290	100

Land Tirol

Jahr	Rotwild		Rehwild		Gamswild	
	Stk.	%	Stk.	%	Stk.	%
1973-1982	7.310	228	11.350	285	7.880	249
1963-1972	5.360	167	5.210	131	4.800	151
1953-1962	3.200	100	3.990	100	3.170	100

13. EINKOMMENSVERLUSTE DER FORSTWIRTSCHAFT DURCH IMMISSIONSBEDINGTE WALDERKRANKUNGEN

Die neuartigen Waldschäden beeinträchtigten nicht nur die für die Landeskultur wichtige Schutz-, Wohlfahrts- und Erholungsfunktion des Waldes, sondern vor allem auch die Nutzwirkung. Damit sind die Waldbesitzer unmittelbar am stärksten von der Schadensentwicklung unserer Wälder betroffen, da sie durch erhebliche Zuwachsverluste und Mehrkosten der Bewirtschaftung bedeutende vermögensrechtliche Nachteile hinnehmen müssen.

Kann der Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen festgestellt werden, so ist auch zu gewährleisten, daß der Waldeigentümer seinen wirtschaftlichen Schaden durch Entschädigungen vergütet erhält. Jedoch überall dort, wo mehrere Betriebe Waldschäden durch Luftschadstoffe verursachen, ist eine anteilige Schadenszuordnung schwierig und damit auch die Aussicht gering, die am forstlichen Vermögen entstandenen Schäden abgegolten zu erhalten. Keine Entschädigung dürfen hingegen jene Waldbesitzer erwarten, die Ertragseinbußen und Mehrkosten durch Schadstoffeintrag über die Grenze hinnehmen müssen.

In Tirol sind durch die immissionsbedingten Walderkrankungen folgende Einkommensverluste der Forstwirtschaft festzustellen, wobei die bäuerlichen Waldbesitzer besonders stark betroffen sind, da für viele das Einkommen aus dem Wald ein wesentlicher Bestandteil ihrer Existenz darstellt:

1. Wirtschaftlicher Schaden durch Zuwachsverluste

Anlässlich der Untersuchungen zur Bewertung der in den 60er Jahren durch das Magnesitwerk Hochfilzen verursachten Rauchsäden wurde festgestellt, daß bei starken Immissionseinwirkungen von Schwefeldioxid je nach Entfernung von der Emissionsquelle Zuwachsverluste bei Fichte und Tanne zwischen 10 - 40 %, bei Lärche von 10 - 20 % und bei Kiefer von 10 - 50 % auftreten. Unter Berücksichtigung dieser Zuwachsreduktionen wurde für Tirols Wald ein Ertragsverlust im Jahre 1984 von S 30,6 Mio. errechnet. Im Laufe des Jahres 1985 ist jedoch ein

Preisverfall für Blochholz von 7,4 % eingetreten. Werden diese geänderten Holzpreise zugrunde gelegt, so ergibt sich ein auf Grund der Zuwachsverluste im Jahr 1985 aufgetretener vermögensrechtlicher Schaden für die Tiroler Waldbesitzer von S 28,3 Mio.

2. Zusätzliche Zuwachsverluste durch Bestandesverlichtungen

Durch die laufende Entnahme absterbender oder bereits abgestorbener Bäume ergeben sich Verlichtungen der betroffenen Bestände, wobei durch diese Auflichtungen der Bestockungsgrad örtlich soweit abgesenkt wird, daß der Lichtungszuwachs des verbleibenden Bestandes nicht mehr ausreicht, den entfallenden Zuwachs der ausgeschiedenen Bäume auszugleichen. Eine derartige Entwicklung, die zum Unterschreiten der kritischen Kreisfläche führt, ergibt sich zwangsläufig bei allen stark geschädigten Beständen, da die einzelnen Bäume unterschiedlich rasch absterben und größerflächige Nutzungen in der Regel weder waldbaulich noch rechtlich vertretbar sind. Diese Folgen der Einwirkung von Luftschadstoffen führen, gutachtlich bewertet, tirolweit zu Ertragseinbußen in der Höhe von S 2,6 Mio.

3. Erhöhte Erntekosten durch einzelstammweise Nutzung

Da der Krankheitsverlauf der einzelnen Bäume sehr unterschiedlich ist, fallen die schwer geschädigten und absterbenden Bäume nicht flächenhaft sondern einzelstammweise meist verteilt auf großräumige Waldgebiete zur Nutzung an. Die damit verbundene Holzernte ist sehr arbeitsaufwendig, sodaß sich dadurch wesentlich höhere Kosten für Schlägerung und Bringung des anfallenden Holzes ergeben. Diese Mehrkosten betragen für Tirol nach gutachtlicher Beurteilung rund

S 3,7 Mio.

Hiebei wird davon ausgegangen, daß die schwer geschädigten und absterbenden Bestände, die in Tirol einen Anteil von 2 % aufweisen, in einem Zeitraum von 10 Jahren zur Nutzung kommen. Gleichzeitig wurde darauf Bedacht genommen, daß etwa 10 % dieser sehr verstreut anfallenden Dürrlinge nicht genutzt werden können, da eine völlig lückenlose baumweise Überwachung hinsichtlich des Arbeitsaufwandes unvertretbar ist und auch bei schwierigen Bringungsverhältnissen die Kosten von

Einzelstammnutzungen höher sind als der zu erzielende Verkaufserlös.

4. Ertragseinbußen durch nicht nutzbaren Dürrlingsanfall

Wie bereits festgestellt wurde, kann ein erheblicher Teil der durch Immissionseinwirkungen anfallenden Dürrlinge aus Gründen der zeitgerechten Erfassung oder aus wirtschaftlichen Gründen nicht genutzt werden. Dieser Anteil ist mit mindestens 10 % der schwer geschädigten und absterbenden Bäume anzunehmen, wobei dieser Prozentsatz in der Praxis örtlich auch merklich höher liegen kann. Diese Beurteilung bedeutet einen jährlichen Schaden für die Waldbesitzer in der Höhe von
S 4,0 Mio.

Für diese Berechnung wurde unterstellt, daß die 2 % stark geschädigten und absterbenden Bäume in Tirol in einem Zeitraum von 10 Jahren aus dem Bestand ausscheiden werden.

5. Verschlechterung des Sortimentes anfallendes durch Sekundärschädlinge infolge der immissionsbedingten Waldschäden

Nicht jeder einzelne durch Immissionen geschädigte Baum kann zeitgerecht dem Wald entnommen werden. Dies führt dazu, daß Sekundärschädlinge auftreten, wie beispielsweise Nutzholzbohrer, Bockkäfer, Holzwespen und verschiedene Pilze. Diese beeinträchtigen die technische Verwertbarkeit des Holzes und führen damit zu erheblichen wirtschaftlichen Schäden. Ein hochwertiges B-Bloch kann auf diese Weise zu Schleif- oder Brennholz entwertet werden.

Bei 30 % der infolge des Waldsterbens anfallenden Dürrlinge kann eine derartige technische Entwertung angenommen werden. Die Ertragsverluste sind hierbei mit S 200,-- je Erntefestmeter zu bemessen. Wird ein 10-jähriger Nutzungszeitraum für die betroffenen Bestände veranschlagt, so ergeben sich jährliche Ertragsverluste in Tirol von

S 3,6 Mio.

6. Erhöhte Forstschutzkosten

Die geschwächte Vitalität immissionsgeschädigter Waldungen begün-

stigt, wie festgestellt wurde, den Befall durch Schadinsekten. Um derartigen Entwicklungen vorzubeugen sind einerseits Kontrollen des Bestandes an Forstschädlingen vorzusehen und andererseits verschiedene technische Bekämpfungsmaßnahmen durchzuführen. Damit ergeben sich erhöhte Kosten für den Schutz unseres Waldes gegen Schädlinge. Für den Tiroler Wald werden diese zusätzlichen Forstschutzkosten mit

S 0,3 Mio.

veranschlagt.

7. Absinken der Preise durch erhöhtes Angebot an Schadh Holz.

Die Entwicklung der Waldschäden in den osteuropäischen Staaten hat gezeigt, daß bei großflächigem Absterben von Waldungen enorme Holzmen gen anfallen, die einerseits das Preisniveau im eigenen Land absenken und andererseits Billigexporte in die Nachbarländern zur Folge haben. In den vergangenen Jahren wurden zwischen 30 und 40 % des Gesamtein schlages in Tirol durch Schneedruck- und Windwurfschäden dem Markt zu geführt. Sollte künftig zusätzlich noch ein merklicher Schadh Holz an teil durch Immissionen dazukommen, so würde dies zu einem weiteren Ab sinken der derzeit bereits äußerst niedrigen Holzpreise führen. Fällt durch diese Entwicklung der Blochholzpreis nur um S 20,-- je Ernte festmeter, so hat dies einen Verlust von S 12,8 Mio. für den Tiroler Waldbesitzer zur Folge. Derzeit kann allerdings noch kein Einfluß eines erhöhten Angebotes an Immissions-Schadh Holz auf den Preis festge stellt werden.

8. Ertragsverluste durch Zwangsnutzung zur Unzeit.

Der Anfall von immissionsbedingtem Schadh Holz nimmt keine Rücksicht auf die momentane Lage des Holzmarktes. Dies bedeutet, daß durch Luftschadstoffe verursachte Dürrlinge auch zu Zeiten ungünstiger Holzprei se anfallen, in denen nur ein Teil des ansonsten möglichen Käuferlö ses erzielt werden kann. Im Rahmen von Behördenverfahren wird bei der Abtretung von Wald für derartige vermögensrechtliche Nachteile eine Entschädigung von 10 bis 20 % des aktuellen Holzwertes gewährt. Wird unter Bedachtnahme auf die derzeit sehr ungünstigen Holzpreise ein mittlerer Bemessungssatz von 15 % angenommen, so ergeben sich als Be-

trag für diese Art von Schaden

S 6,1 Mio.

9. Verlust der Sparkassenfunktion des Waldes für bäuerliche Betriebe.

Der Wald stellt für bäuerliche Betriebe eine Investitionsreserve dar, die bei Bedarf für Baumaßnahmen am Hof oder für die Anschaffung von Maschinen in Anspruch genommen wird. Da die angehend hiebsreifen und haubaren Bestände besonders vom Waldsterben betroffen sind, besteht die Gefahr, daß diese sehr wichtige Funktion des bäuerlichen Waldes künftig nicht mehr in ausreichendem Maße gewährleistet wird. Eine derartige Entwicklung fügt durch die Notwendigkeit der Aufnahmen von Fremdgeld den bäuerlichen Betrieben einen erheblichen wirtschaftlichen Schaden zu, womit die Existenz bäuerlicher Betriebe zusätzlich gefährdet wird. Das Ausmaß dieser Schäden kann für Tirol derzeit mit

S 1-2 Mio.

angenommen werden.

10. Verlust an Lohneinkommen aus dem Wald.

Sollte künftig Schadholz durch Immissionen in größerem Umfang anfallen, so wird es dem bäuerlichen Waldeigentümer in vielen Fällen nicht möglich sein, die Aufarbeitung des Holzes selbst vorzunehmen. Die Folge sind Stockverkäufe, durch die Lohneinkommen aus den Schlägerungs- und Bringungsarbeiten verloren geht. Unter Berücksichtigung des in Tirol gegebenen Anteiles an Eigenschlägerung von 43 % errechnet sich damit ein Verlust an Arbeitseinkommen von

S 6,9 Mio.

11. Erhöhte Wiederbewaldungskosten.

Immissionsbedingte Waldschäden können sowohl zu flächenhaften Nutzungen als auch zu Vergrasungen durch Einzelstammentnahmen und folgende Auflichtung der Bestände führen. In beiden Fällen ist eine Naturverjüngung nicht mehr möglich, sodaß diese Blößenflächen aufgeforstet werden müssen. Auf vergrasteten Standorten ist das Setzen von Forstpflanzen darüberhinaus arbeitsaufwendiger, sodaß die Kosten der Wiederbewaldung dadurch erhöht werden. Im Durchschnitt werden die Mehrkosten mit S 4.000,--/ha anzunehmen sein, wobei nach gutachtlicher Beur-

teilung auf etwa 20 % der durch Immissionen stark geschädigten Flächen diese Kostenerhöhungen auftreten werden. Unter Berücksichtigung dieser Ansätze ergeben sich für die Tiroler Forstwirtschaft Mehrkosten von jährlich

S 1,3 Mio.

12. Störung der Betriebsplanung.

Forstschädliche Immissionen schädigen die älteren Bestände besonders stark. Dies führt zu einer generellen Verkürzung der Umtriebszeit und damit zur Störung der gesamten Hiebsatz- und Betriebsplanung. Die in einem Wirtschaftsplan vorhandenen Betriebsziele für Nutzung, Aufforstung und Pflege verlieren damit zum Teil ihre Gültigkeit und manche wirtschaftliche Absichten, wie beispielsweise die Starkholzzucht, werden zur Gänze unmöglich. Darüberhinaus kann es durch die unterschiedliche Empfindlichkeit der verschiedenen Baumarten örtlich auch zu Entmischungen unserer Waldungen kommen und damit zu erheblichen wirtschaftlichen Schäden für unsere Forstbetriebe. Die Summen dieser Schäden ist für Tirol mit

S 1-2 Mio.

anzunehmen.

All diese aufgezeigten Beeinträchtigungen durch waldgefährdende Immissionen wirken sich in einem verminderten wirtschaftlichen Erfolg unserer Forstbetriebe, die in der Mehrzahl in bäuerlicher Hand sind, aus. Werden die ermittelten Schadensbeträge der verschiedenen wirtschaftlichen Beeinträchtigungen für den Tiroler Wald aufsummiert, so ergibt sich eine Gesamtschadenssumme von rund

S 60 Mio.

Wird diese Schadensziffer in Verbindung zum Nettoertrag aus dem Wald gesetzt, so zeigt sich, daß dem bäuerlichen Waldbesitzer ein Fünftel jenes Erlöses, der ihm aus der Waldnutzung verbleibt, unentschädigt verloren geht.

14. IMMISSIONSSCHÄDEN AN JUNGBESTÄNDEN

Bei der in den vergangenen 2 Jahren durchgeführten Waldzustandsinventur in Tirol wurden die durch forstschädliche Luftverunreinigungen und andere Schadenseinflüsse verursachten Nadelverluste der Bestände über 60 Jahre angesprochen. Diese Altersgrenze wurde deshalb gewählt, weil bei jüngeren Beständen Kronenverlichtungen infolge der Einwirkung von Luftschadstoffen nur örtlich begrenzt auftreten. Der einzelne Baum weist in der Jugendphase eine höhere Vitalität auf und reagiert auf Grund dieser stärkeren Widerstandskraft auf Immissionseinwirkungen nicht oder zumindest nicht so rasch mit dem Abwerfen der Nadeln oder Blätter als ältere Individuen.

Beobachtungen der letzten Jahre lassen jedoch darauf schließen, daß auch Jungbestände unter Luftschadstoffen leiden. Auf Flächen, wo mittelalte und ältere Bestände deutliche Kronenverlichtungen infolge der Einwirkung von Luftschadstoffen zeigen, scheinen Jungbäume nicht das dem Standort entsprechende Längenwachstum der Zweige und Nadeln aufzuweisen. Darüberhinaus sind Verfärbungen der Blattorgane festzustellen und bei Fichte starker Schädlingsbefall durch die Fichtengallenlaus.

Diese in der Praxis gemachten Beobachtungen wurden nunmehr durch eine in Kufstein vorgenommene Untersuchung an Fichtenjungwüchsen erhärtet. Wenngleich diese Erhebungen einer auf praktische Arbeit ausgerichteten Dienststelle nicht die Aussagekraft einer wissenschaftlichen Arbeit haben können, so verstärken sie doch die Vermutung, daß die auftretenden Wachstumsreduktionen auf Luftverschmutzungen zurückzuführen sind.

Auf 3 verschiedenen Jungwuchsflächen wurde von je 50 jungen Fichten mit einer Größe zwischen 1,5 und 3 m das Wachstum der Triebe und der Nadeln gemessen. Hierbei ergab sich, daß die auf einer Freifläche befindlichen und Schadstoffeinwirkungen ausgesetzten Jungpflanzen um 10 % kürzere Nadellängen aufwiesen als jene Individuen, die unter dem Schirm älterer Baumbestände vor stärkeren Luftbelastungen geschützt wurden. Deutlichere Wachstumsreduktionen ergaben sich bei der Ausbildung der Zweige; und zwar haben die belasteten Jungbäume ihre Seiten-

triebe um rund 16 % und die Höhentriebe um rund 33 % kürzer ausgebildet als die unbelasteten. Signifikant waren die Unterschiede hinsichtlich des Befalls an Fichtengallenlaus. Die immissionsbelastete Freifläche wies einen Befallsanteil von 26 % auf, die Nullfläche hingegen nur einen solchen von 8 %.

Aufgrund dieser einfachen Untersuchungen kann die Auffassung vertreten werden, daß auch Jungbäume durch Immissionseinwirkungen in ihrem Wachstum beeinträchtigt werden. Das Schadensausmaß ist jedoch nicht so rasch und einfach festzustellen als bei älteren Beständen, die durch Entnadelung deutlich das Ausmaß der Schädigung anzeigen.

Diese von der forstlichen Praxis beobachteten Auswirkungen von Schadstoffeinflüssen stimmen in der Tendenz auch mit wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen über den Rückgang des Holzwachstums bei forstschädlichen Luftverunreinigungen überein. Prof. Dr. Sterba von der Universität für Bodenkultur in Wien hat nachgewiesen, daß Waldbestände unter Immissionseinwirkung zwischen 10 bis 50 % weniger Holzmasse produzieren als ungeschädigte. Dieser enorme Verlust an Holzzuwachs, der heute weder von der Öffentlichkeit noch von den meisten Waldbesitzern hinsichtlich des vollen Ausmaßes erkannt wird, bedeutet nicht nur einen erheblichen Schaden an forstwirtschaftlichem Vermögen sondern auch einen hohen volkswirtschaftlichen Verlust.

15. LUFT- UND BODENVERUNREINIGUNGEN UND WALDSCHÄDEN DURCH DEN STRASSENTRANSPORTVERKEHR IN TIROL

Entwicklung und Ausmaß des Straßentransitverkehrs in Tirol

In den letzten Jahrzehnten ist Tirol zum Verkehrsdurchzugsland Nummer 1 in den Alpen geworden. Vom Straßenverkehr gehen in vielen Gebieten Tirols durch Landschaftsverbrauch, Lärm, Luft- und Bodenverunreinigungen schwere Umweltbeeinträchtigungen aus. Gerade in einem Gebirgsland mit engen Tälern, in dem nur 11 % der Landesfläche als Siedlungsraum zur Verfügung stehen, wiegen aber alle Belastungen der Umwelt besonders schwer.

Unter dem Durchzugsverkehr haben in Tirol besonders das Wipptal und das Inntal zu leiden. Durch den Bau der Brennerautobahn ist es zu einer sprunghaften und außerordentlich starken Zunahme des Straßenverkehrs über den Brenner gekommen (Abb. 1). 1985 fuhren über 10 Mio. Fahrzeuge über den Brenner, davon ca. 1 Mio. LKW und Busse (Tab. 1). Ca. 1/3 der PKW und Busse benützen die Brennerbundesstraße, sodaß die heutige Verkehrsbelastung auf der Bundesstraße höher ist als in den 60er Jahren vor dem Bau der Autobahn (Abb. 1).

Besonders stark ist in den letzten 15 Jahren der Straßengüterverkehr angestiegen (Abb. 2). Die beförderte Gütermenge stieg von 2,6 Mio. Tonnen im Jahr 1969 - kurz vor Fertigstellung der Brennerautobahn - auf 13,6 Mio. Tonnen im Jahr 1984, das sind 3/4 des gesamten österreichischen Straßengütertransitverkehrs (1) (Abb. 3). Durch die gesamte Schweiz wurden zum Vergleich im Jahre 1981 nur 0,6 Mio. Tonnen Güter auf der Straße transportiert. 12 Mio. Tonnen Güter rollten 1981 auf der Bahn durch die Schweiz. Durch das Wipptal fuhren 1984 im Durchschnitt 3023 LKW/Tag. Häufig werden 4000 bis 5000 LKW/Tag gezählt. Die bisher höchste Tagesbelastung wurde am 8. August 1985 in Matrei mit 6289 LKW/Tag gezählt (2). Der LKW-Verkehr auf der Brennerautobahn zeigt weiterhin steigende Tendenz. Eine Prognose bei einem Internationalen Verkehrssymposium in Mayrhofen im Juni 1985 spricht von einer Verdoppelung des LKW-Transitverkehrs bis zum Jahr 2000.

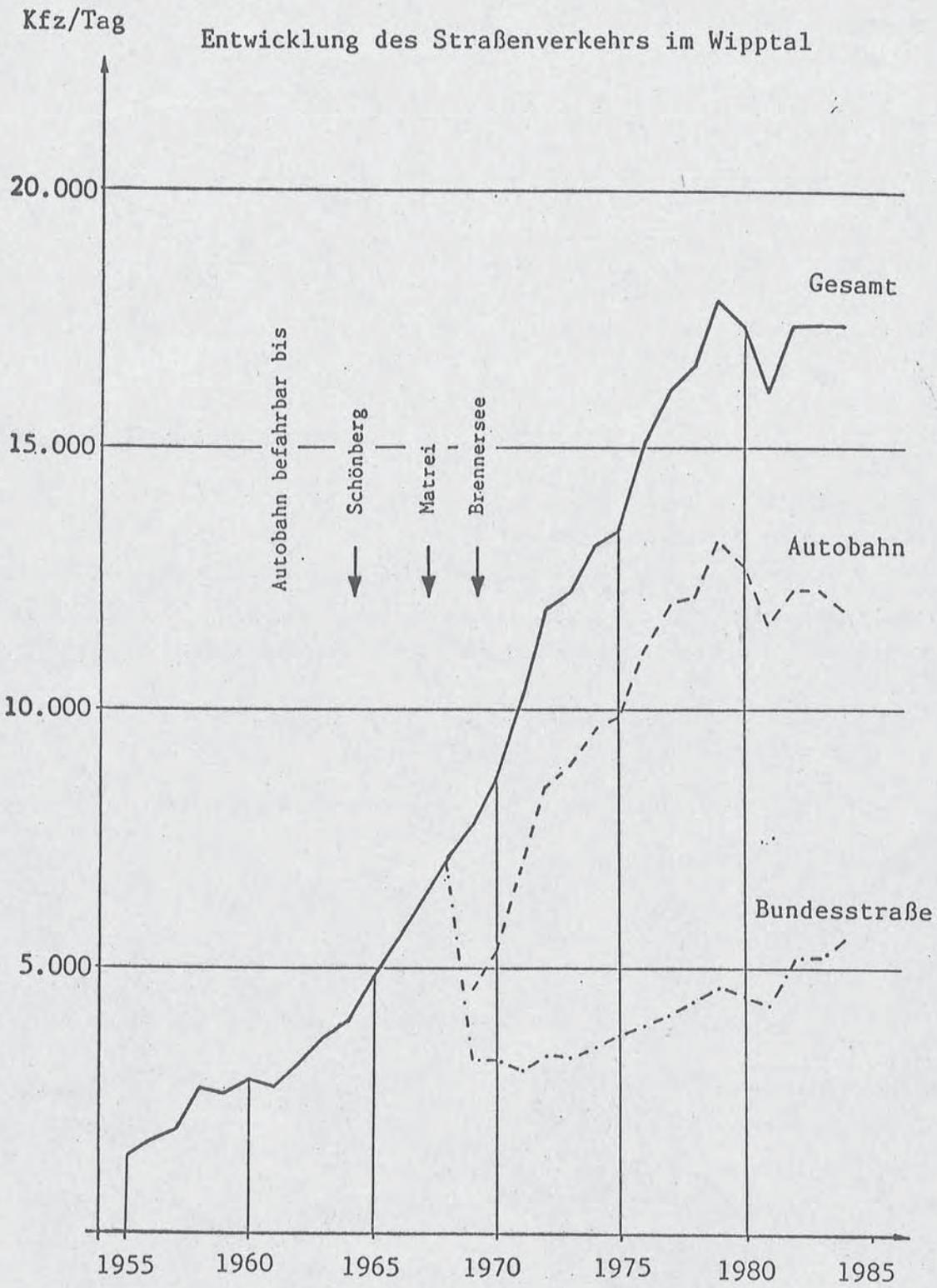


Abb. 1: Mittlere Tagesverkehrsmengen in KFZ/24 h von 1955 bis 1984 auf der Brenner Bundesstraße und Brenner Autobahn.
 (Quelle: Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. I c)

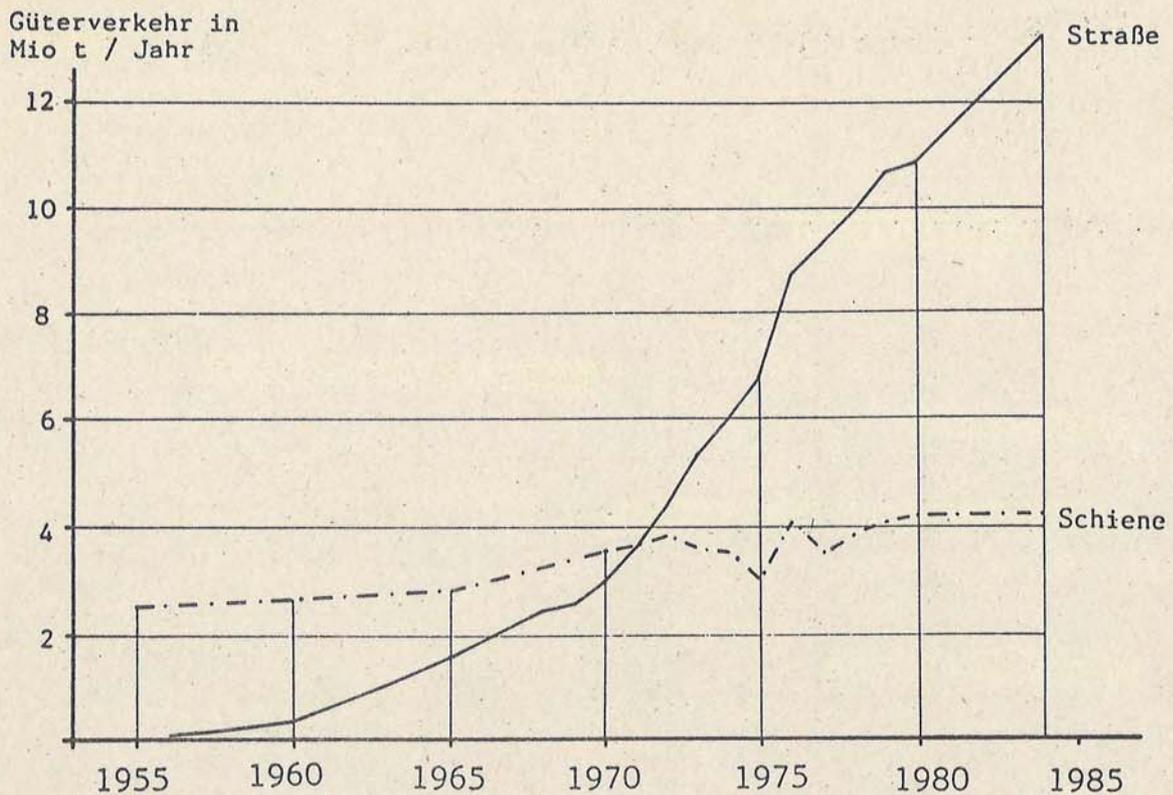


Abb. 2: Grenzüberschreitender Güterverkehr am Brenner in Mio. Netto Tonnen/Jahr von 1956 bis 1984.
 (Quelle: Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. I c)

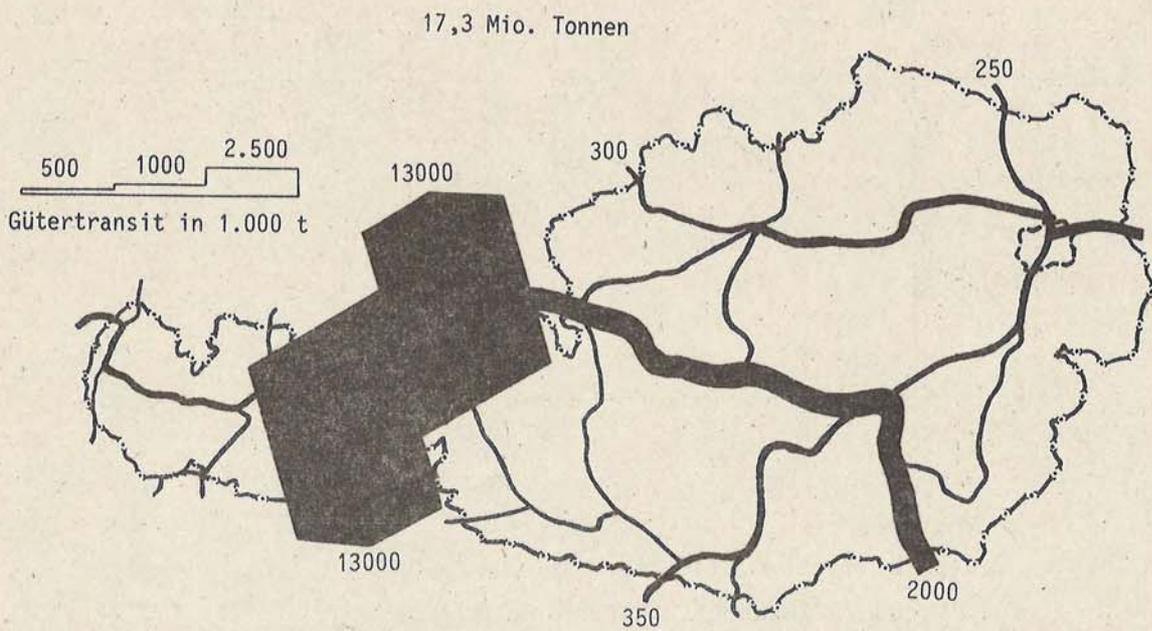


Abb. 3: Straßengütertransitbelastung in Österreich 1982.
 (Quelle: (1))

Emissionen aus dem Straßentransitverkehr im Wipptal und Inntal

Vom Straßenverkehr verursachte Emissionen haben ihre Quellen

- in den **Auspuffabgasen** der Kraftfahrzeuge (Kohlenmonoxid, Stickoxide, Kohlenwasserstoffe, Schwefeldioxid, Blei, Cadmium, Ruß und Staubpartikel)
- im rollenden Verkehr in Form von **Reifen-, Bremsbelag- und Fahrbahnabrieb** (Asphalt- und Betonstaub, Kautschuk, Ruß, Cadmium, Zink, Kupfer, Nickel, Chrom, Asbest)
- **in Betriebs- und Erhaltungsarbeiten** für die Straße (Salzstreuung, Entfernung von Stahlbrückenanstrichen mit Sandstrahlen, Reinigungsarbeiten)
- **im Straßenabwasser**, das mit Streusalz, Kraftstoffverlusten, Öl, Ruß und anderen Schadstoffen angereichert ist (3).

Welche Menge an Schadstoffen aus den Auspuffgasen durch den Transitverkehr pro Jahr im Inntal und Wipptal emittiert werden, läßt sich aus den Verkehrszahlen abschätzen. Im Jahre 1985 wurden am Grenzübergang Brenner (Bundesstraße und Autobahn) 10,2 Mio. Kraftfahrzeuge und am Grenzübergang Kufstein/Kiefersfelder (Autobahn) 7,4 Mio. Kraftfahrzeuge registriert (Tab. 1). Diese Zahlen werden für die Berechnung der Schadstoffemissionen aus dem Transitverkehr verwendet.

	PKW	LKW	BUSSE
Brenner-Bundesstraße	2,809.264	8.444	34.563
Brenner-Autobahn	6,357.099	901.903	83.201
Brenner-Gesamt	9,166.363	910.347	117.764
Kiefersfelden-Autobahn	6,325.629	940.421	108.803

Tab. 1: Grenzüberschreitender Verkehr am Brenner und in Kiefersfelden im Jahre 1985

(Quelle: Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Id)

Die folgende Berechnung der Schadstoffemissionen aus dem Straßenverkehr im Wipptal und Unterinntal kann nur als Abschätzung eines relativ gut abgesicherten Mindestwertes gewertet werden, da insbesondere

der Erhaltungszustand der Fahrzeuge, die Fahrgeschwindigkeit und die Steigungsverhältnisse, die vor allem die Emission des Straßengüterverkehrs erhöhen, nicht ausreichend berücksichtigt werden konnten. Zur Abschätzung dieser Einflußgrößen liegen derzeit keine geeigneten Datengrundlagen vor (4). Beispielsweise können sich aber bei einem schlecht eingestellten LKW-Dieselmotor die Kohlenwasserstoff-Emissionen um 310 % erhöhen (5). Der Lokalverkehr, der im Inntal einen größeren Anteil hat, wurde bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Schadstoffemissionsfaktoren für PKW und LKW

Die für eine derartige Abschätzung notwendigen Schadstoffemissionsfaktoren wurden für PKW einer Untersuchung des Schweizer Umweltbundesamtes (6) aus dem Jahr 1984, jene für Nutzfahrzeuge einem 1983 veröffentlichten Bericht des Umweltbundesamtes Berlin (7) entnommen. Für die einzelnen Fahrzeugklassen und Streckenabschnitte wurden unterschiedliche Schadstoffemissionsfaktoren verwendet (Tab. 2).

Tab. 2: Schadstoffemissionsfaktoren für Busse, LKW und PKW aus (6) und (7)

Fahrzeugklasse Streckenabschnitt	Emissionsfaktoren (g/km)					
	CO	HC	NO _x	SO ₂	Ruß	Partikel
Busse	1,41	1,84	17,20	1,43	0,138	1,02
Lastzüge - ebene Strecken und Talfahrten	1,78	2,33	23,61	2,056	0,256	1,39
Lastzüge - Steigungen über 3 %	6,83	4,93	23,69	2,254	0,433	2,81
Pkw - Autobahn	7,78	1,06	3,77	-	-	0,015 (Pb)
Pkw - Bundesstraße	6,79	0,89	2,60	-	-	0,015 (Pb)

Die Schadstoffemissionswerte für LKW (7) sind Mischwerte für Lastzüge mit jeweils zur Hälfte 22 - 32 to. bzw. 32 - 38 to. zulässiges Gesamt-

gewicht. Für ebene Strecken und die Talfahrt werden Emissionsfaktoren für den "Fahrmodus K 85" (konstante Geschwindigkeit 85 km/h) und für Steigungen ab 3 % Emissionsfaktoren für den "Fahrmodus 3" (Durchschnittsgeschwindigkeit 43 km/h) herangezogen. Bei Bussen (zulässiges Gesamtgewicht 10 - 16 to.) werden Emissionsfaktoren für den "Fahrmodus K 85" verwendet. Die Emissionsfaktoren für PKW sind Durchschnittswerte für den Außerortsverkehr aufgrund von Messungen des Schweizer Umweltbundesamtes (6).

Die **Schadstoffemissionen der Pkw** sind stark vom Fahrzeuggewicht, der Geschwindigkeit, der Fahrweise und dem Wartungszustand der Fahrzeuge abhängig (Abb. 4). Für die Abschätzung der Pkw-Emissionen wurden für die Autobahn die vom Schweizer Umweltbundesamt ermittelten Emissionsfaktoren für den "Fahrmodus 100" (Konstante Geschwindigkeit 100 km/h mit Beschleunigungs- und Abbremsphasen) und für die Bundesstraße die Emissionsfaktoren für den "Fahrmodus 80" (Konstante Geschwindigkeit 80 km/ha mit Beschleunigungs- und Abbremsphasen) herangezogen.

Kraftstoffverbrauch und Schadstoff-Emissionen von Pkw mit Otto-Motoren bei konstanten Geschwindigkeiten (Mittelwerte für 20 Fahrzeuge)

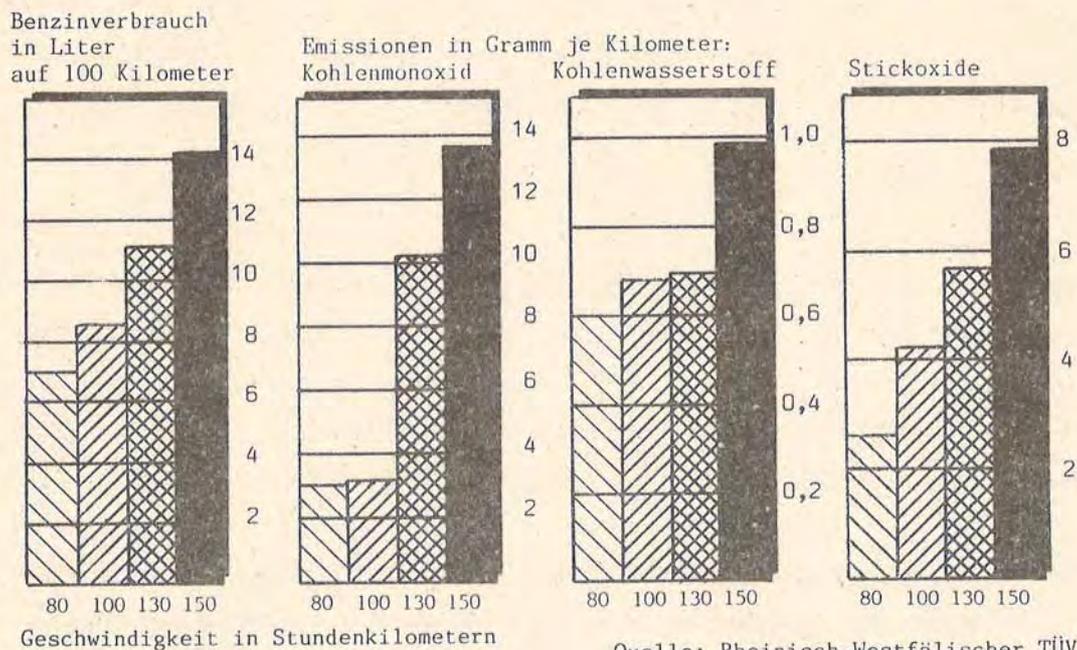


Abb. 4: Kraftstoffverbrauch und Schadstoffausstoß von PKWs in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

Die Abschätzung der **Schadstoffemissionen** aus dem grenzüberschreitenden Straßenverkehr ergibt für das Wipptal zwischen Innsbruck und dem Brenner eine jährliche Schadstoffbelastung von insgesamt mindestens ca. 5000 Tonnen. Das sind ca. 140 Tonnen Schadstoffe/km und Jahr. Im Unterinntal verursacht der Straßentransitverkehr mindestens ca. 8400 Tonnen Schadstoffe/Jahr (ca. 110 Tonnen/km). Insgesamt ist die Strecke Kufstein-Brenner also mit ca. 13400 Tonnen Schadstoffen pro Jahr aus dem Straßentransitverkehr belastet. Mengenmäßig haben Kohlenmonoxid, Stickoxide und Kohlenwasserstoffe die größten Anteile (Tab. 3). Schwefeldioxid und feste Abgasbestandteile wie Ruß- und Staubpartikel stellen mit Emissionsmengen von ca. 2 t/km und Jahr aber ebenfalls gravierende Belastungen dar.

Tab. 3: Abschätzung der Schadstoffemissionen aus dem grenzüberschreitenden Straßenverkehr im Wipptal und Inntal

SCHADSTOFF	LKW + BUSSE		PKW		GESAMT
Kohlenmonoxid	229 t	4 %	6.090 t	96 %	6.319 t (57 t/km)
Kohlenwasserstoffe	276 t	25 %	826 t	75 %	1.102 t (10 t/km)
Stickoxide	2.630 t	48 %	2.883 t	52 %	5.513 t (50 t/km)
Schwefeldioxid	230 t	100 %	-	-	230 t (2 t/km)
Ruß	29 t	100 %	-	-	29 t (2 t/km)
Staubpartikel	163 t	93 %	12t(Blei)	7 %	175 t

An Tagen mit Verkehrsspitzen werden im Wipptal öfters ca. 45.000 Pkw und ca. 5.000 Lkw und Busse pro Tag gezählt (2). An solchen Verkehrsspitzentagen muß im Wipptal mit Emissionsmengen von ca. 9 t Stickoxiden, 12 t Kohlenmonoxid, 2 t Kohlenwasserstoffen und je 0,3 t Schwefeldioxid und Feststoffen aus dem Straßenverkehr gerechnet werden.

Im Tiroler Emittentenkataster (8), dem die Verkehrszahlen von 1976 zugrundegelegt sind, werden erheblich niedrigere Emissionswerte angegeben. Das ist einerseits auf die Zunahme des Verkehrs und andererseits darauf zurückzuführen, daß damals für die KFZ-Emissionen noch keine so genauen Emissionsfaktoren bekannt waren. **Jedenfalls bedarf der al-**

te Tiroler Emittentenkataster im Verkehrsbereich dringend einer Korrektur.

Das Unterinntal und Wipptal muß neben dem Etsch- und Eisacktal als das am meisten durch Schadstoffe aus dem Straßenverkehr belastete Gebirgstal in den Alpen angesehen werden.

Luft- und Bodenverunreinigungen durch den Straßenverkehr

Böden und Vegetation entlang von Hauptdurchzugsstraßen sind durch die verschiedenen Emissionen aus dem KFZ-Verkehr stark belastet. Die gasförmigen Emissionen aus dem KFZ-Verkehr (Stickoxide, Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid) schädigen mit Ausnahme des Kohlenmonoxides den Wald durch Kombinationswirkungen in Straßennähe und durch Umwandlung von Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen in Photooxidantien (Ozon, Peroxyacetylnitrat) in größerer Entfernung von der Straße. Die staubförmigen Emissionen aus dem KFZ-Verkehr (Ruß, Blei, Cadmium, Fahrbahn-, Reifen- und Bremsbelagabrieb) werden je nach Lage der Straße im Gelände und je nach Windverhältnissen in einem mehr oder weniger breiten Streifen entlang der Straße auf der Vegetation abgelagert, durch Niederschläge in den Boden eingewaschen und dort angereichert. Auch über Straßenabwässer gelangen verschiedene Schadstoffe in den Boden. Am Straßenrand bilden Auftausalze eine Belastung für den Wald.

In den Jahren 1984 und 1985 wurden im Wipptal umfangreiche Untersuchungen über "Waldschäden und Luft- und Bodenverunreinigungen durch den Straßenverkehr" durchgeführt, die gesondert veröffentlicht wurden (9). Das Wipptal eignet sich für Untersuchungen über den Einfluß des Straßenverkehrs auf den Wald und die Umwelt besonders gut, weil andere Emissionsquellen nur eine geringe Bedeutung haben.

Im folgenden werden einige wichtige Ergebnisse zusammengefaßt:

Stickoxide und Ozon

In Autobahnnähe treten im Sommer im Wipptal etwa gleich hohe Stick-

oxidkonzentrationen wie im Raum Innsbruck auf (siehe Kapitel 2 und 10). Die auf den Schutz des Waldes in Hinblick auf die Ozonbildung ausgerichteten Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung werden überschritten. Deutsche Stickoxidgrenzwerte (TA-Luft, VDI 2310), die auf den Schutz des Menschen vor Gesundheitsgefahren und für Industriegebiete ausgerichtet sind, wurden bei den bisherigen Messungen im Wipptal nicht überschritten. In Österreich gibt es für Stickoxide noch keine Immissionsgrenzwerte.

Die vom Verkehr emittierten Stickoxide werden einerseits aufgrund der meist exponierten Lage der Autobahn durch den Wind im Tal verbreitet und andererseits bei Sonneneinstrahlung rasch in Folgeprodukte umgewandelt, sodaß in freien Lagen keine extrem hohen Stickoxidkonzentrationen gemessen werden.

Höhere Stickoxidkonzentrationen dürften in den schlechter durchlüfteten Ortsdurchfahrten an der Brenner-Bundesstraße auftreten. Meßergebnisse darüber liegen aber nicht vor.

Die Bildung von Ozon in der Stratosphäre bedingt eine natürliche Grundbelastung an Ozon. Darüberhinaus wird jedoch zusätzliches Ozon als Folgeprodukt von Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen unter Sonneneinstrahlung gebildet. Diese Ozonbildung aus Stickoxiden kann in Tirol durch zahlreiche Messungen belegt werden (siehe Kapitel 2).

In unmittelbarer Nähe der Straße treten nur geringe Ozonkonzentrationen auf, da dort das Ozon mit den ständig neu emittierten Stickoxiden wieder rückreagiert (siehe Kapitel 2). Die Verkehrsabgase führen dadurch in erster Linie nicht zu Schäden am Wald unmittelbar am Straßenrand, sondern zu Waldschäden in den mittleren und oberen Hanglagen im gesamten Talbereich in weiterer Entfernung von der Straße.

Die stark erhöhte lokale Ozonbelastung in den stark verkehrsbelasteten Tiroler Tälern stellt langfristig eine Gefährdung für die gesamten Waldbestände in diesen Tälern dar.

Als Beispiel für die lokale Ozonbildung durch den Straßenverkehr im Wipptal zeigt Abb. 5 den mittleren Tagesgang der NO_x- und O₃-Konzentrationen der zwei benachbarten Meßstellen Gries/Brenner Hanslerhof (NO_x) und Nöblachjochhütte (O₃). Mit dem Anstieg des Verkehrs auf der

Brennerautobahn am frühen Morgen ist zunächst auch ein starker Anstieg der Stickoxidkonzentration in der Luft zu verzeichnen. Mit zunehmender Sonneneinstrahlung am späten Vormittag führen die Kohlenwasserstoffe und Stickoxide zu Folgeprodukten u.a. zur Ozonbildung, wodurch ein charakteristischer O₃-Tagesgang entsteht, der an verkehrsfernen Meßstellen wie z.B. an der Meßstelle Ahornspitze im hinteren Zillertal nicht feststellbar ist.

NO_x und O₃-mittl. Tagesgang, Juli 1985

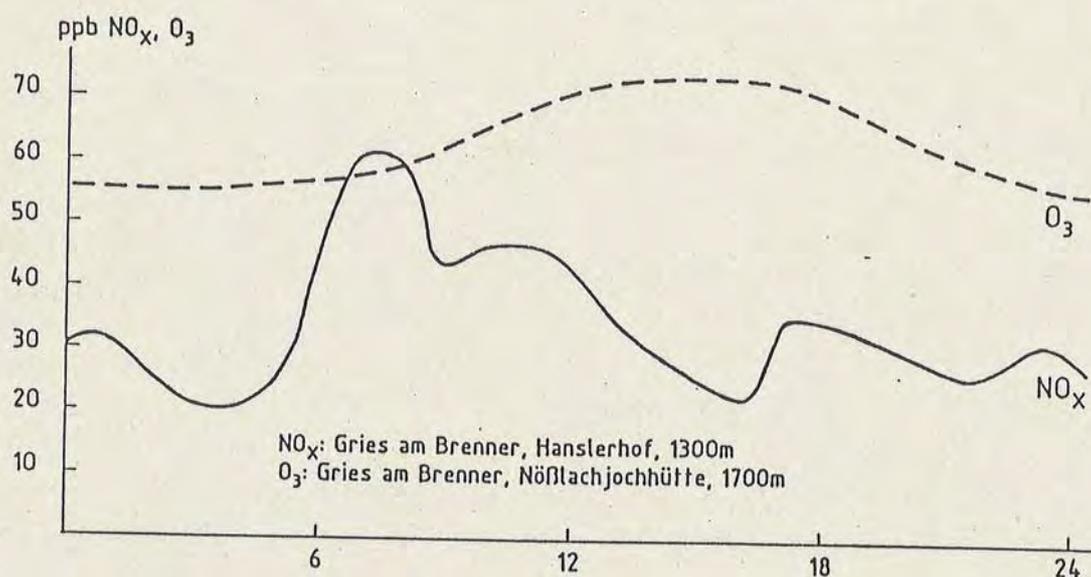


Abb. 5: Mittlerer Tagesgang von NO_x und O₃ an 2 benachbarten Meßstellen in Gries am Brenner im Juli 1985

Diese lokale Ozonbildung aus den Verkehrsabgasen bewirkt, daß im stark verkehrsbelasteten Wipptal und Inntal die durchschnittliche Ozonkonzentration an der Waldgrenze um ca. 30-60 % höher liegt, als beispielsweise im nicht verkehrsbelasteten hintersten Zillertal in gleicher Höhenlage (Abb. 6). Nach dem Tiroler Emittentenkataster (24) stammen die Ausgangsprodukte der Ozonbildung zu 69 % (Stickoxide) bzw. 77 % (Kohlenwasserstoffe) aus dem Straßenverkehr. Im Sommer sind durch den Wegfall der Heizungs-Emissionen die Anteile des Straßenverkehrs noch höher.

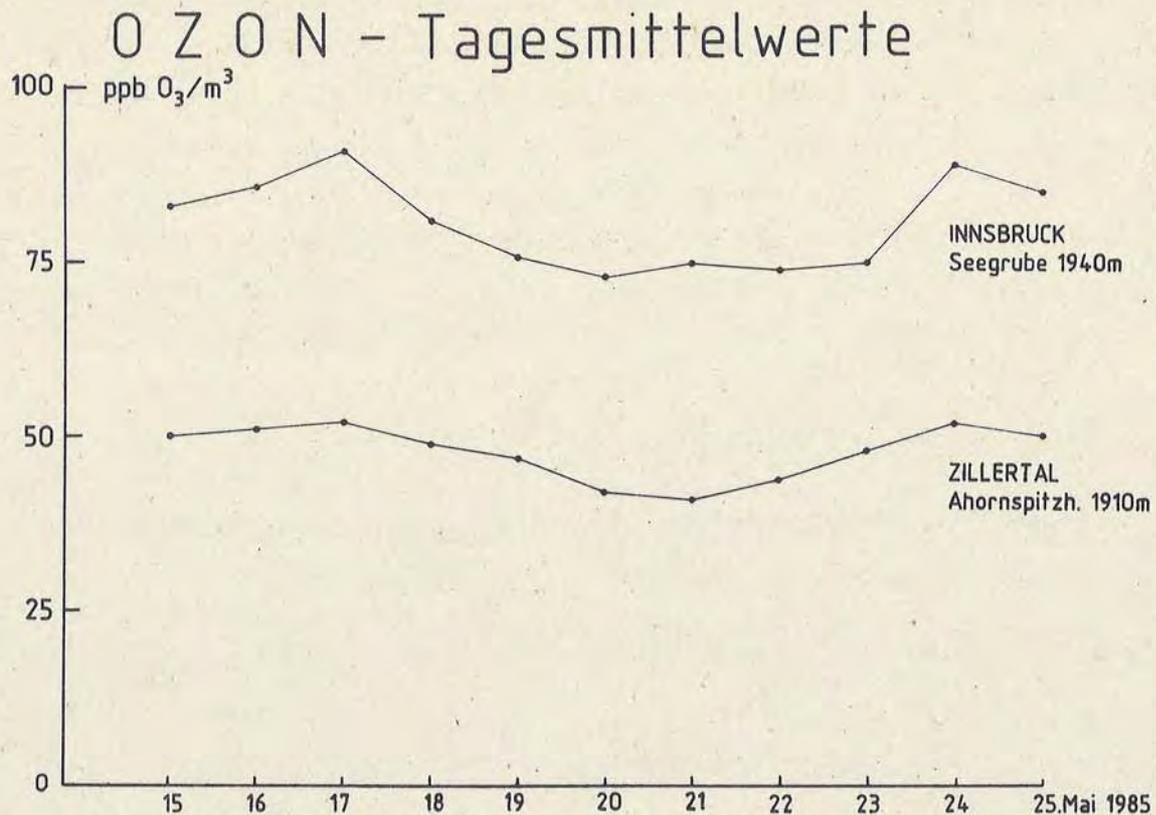


Abb. 6: Ozon-Tagesmittelwerte vom 15.5.1985 - 25.5.1985 in Innsbruck-Seegrube (verkehrsbelastet) und Zillertal-Ahornspitzhütte (nicht verkehrsbelastet)

Um die Vegetation und die empfindlichen Waldbestände nicht zu gefährden, sollten die Ozonkonzentrationen 50 bis 60 ppb nicht überschreiten (Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung) (16). Langjährige Messungen in verkehrsbelasteten Tiroler Tälern haben ergeben, daß diese Grenzwerte aber erheblich, zum Teil sogar andauernd überschritten werden (siehe Kapitel 2).

Schwefeldioxid

SO₂ hat an den Verkehrsabgasen normalerweise nur einen geringen Anteil und stammt in erster Linie aus dem Lkw-Verkehr, da im Diesel ca. 0,3 % Schwefel enthalten sind. Im italienischen Diesel ist der Schwefelgehalt höher. Aufgrund des starken Lkw-Verkehrs auf der Brennerautobahn sind autobahnahe Waldbestände einer relativ geringen aber

dauernden Schwefeldioxidbelastung aus dem Schwerverkehr ausgesetzt. Die Grenzwerte (2. FVO) für den Schwefelgehalt in Fichtennadeln werden überschritten.

Besonders deutlich meßbar ist die SO₂-Belastung entlang der Brennerautobahn am Sonntagabend nach dem Ende des Lkw-Wochenendfahrverbotes nach 22 Uhr (Abb. 7).

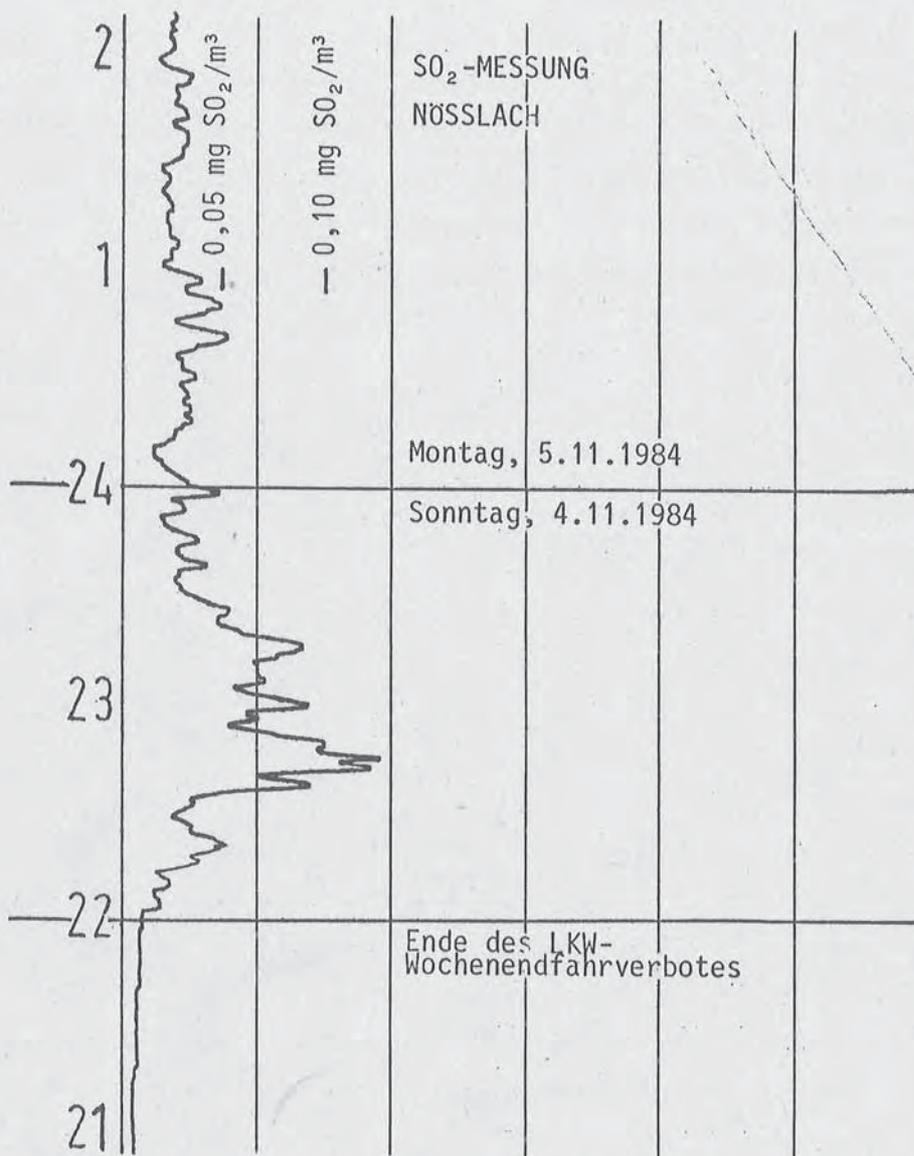


Abb. 7: Schwefeldioxidkonzentration an der Meßstelle Nöblach/
Zaglhof am 4. und 5. November 1984 von 21 Uhr bis 2 Uhr
(Sonntag abend)

Vor allem in Kombination mit anderen Schadstoffen kann die SO₂-Belastung aus dem Schwerverkehr zu Vitalitätsminderungen und Zuwachsverlusten in den straßennahen Beständen entlang der Brennerautobahn führen.

Schwermetallbelastung durch den Straßenverkehr

Durch den Straßenverkehr werden in erster Linie die giftigen Schwermetalle Blei (Bestandteil des Benzins) und Cadmium (im Diesel in geringen Mengen enthalten) emittiert. Dazu kommen noch Kupfer-, Nickel-, Cadmium-, Zink- und Chromemissionen, die aus dem Bremsbelag- und Reifenabrieb stammen. Diese Schwermetalle konnten in zum Teil hohen Konzentrationen im Straßenstaub und in den Straßenabwässern der Brennerautobahn festgestellt werden (10).

Da die Benzine in Italien und in der Bundesrepublik Deutschland derzeit noch Blei als Antiklopfmittel enthalten und von den Tankstellen an den Transitstraßen nur relativ wenig bleifreies Benzin verkauft wird, dürften die Bleiemissionen aus dem Transitverkehr in Tirol trotz der Einführung des bleifreien Normalbenzines in Österreich bisher kaum zurückgegangen sein.

Bleibelastung

Bei den Bodenproben in Waldbeständen entlang der Brennerautobahn wurden in einem Streifen von ca. 50 m Breite am Rand der Autobahn Bleigehalte im Oberboden festgestellt, die die EWG-Grenzwerte für landwirtschaftliche Böden deutlich überschreiten. Erhöhte Bleibelastungen im Boden wurden besonders auch an der Straße zugewandten Bestandesrändern, im Boden unterhalb von Autobahnentwässerungen sowie in tieferen Bodenschichten in wasserzügigen Hängen unterhalb der Autobahn auch in größeren Entfernungen festgestellt. An Bestandesrändern kommt es im Traufbereich von Bäumen durch die Abwaschung des von den Bäumen aus der Luft ausgefilterten Bleistaubes bei Regen zu einer verstärkten Bleianreicherung.

In Waldbeständen an der Brennerbundesstraße sind die Bleigehalte offenbar wegen der schon lange einwirkenden Bleibelastung sowohl im Oberboden als auch in den mittleren Bodenschichten sehr hoch.

Die überproportional starke Belastung von straßennahen Waldbeständen resultiert vor allem aus der Filterleistung der Bäume und den damit verbundenen höheren Konzentrationen im Vergleich zur Freifläche (11). Die niedrigeren pH-Werte der Waldböden führen zusätzlich zu einer höheren Mobilität und damit auch Pflanzentoxizität der Bleiverbindungen.

Die Ergebnisse von Staubniederschlagsmessungen und Nadelanalysen geben einen Hinweis darauf, daß durch die Trassenführung der Brennerautobahn hoch über dem Talboden und über Brücken die Bleiemissionen nicht wie im Flachland nur neben der Straße abgelagert, sondern zum Teil durch den Wind im ganzen Tal verteilt werden:

Bei Staubniederschlagsmessungen an 4 Meßpunkten in 50 bis 600 m Entfernung von der Brennerautobahn in Nöblach und Gries am Brenner wurden im September 1985 erhebliche Bleistaubniederschlagsbelastungen von 0,14 - 0,17 mg/m² und Tag gemessen (Grenzwert lt. TA Luft 0,25 mg/m² x Tag; laut Schweizer Luftreinhalteverordnung 0,10 mg/m² x Tag). Inwieweit diese Meßergebnisse für einen längeren Zeitraum repräsentativ sind, könnte nur anhand einer länger dauernden Untersuchungsreihe ausgesagt werden.

Nadelanalysen von 150 bis 800 m von der Autobahn entfernten Probebäumen ergaben deutlich höhere Bleigehalte als von verkehrsfremden gelegenen Probebäumen im benachbarten Zillertal (12). Die Bleigrenzwerte für Futtermittel wurden jedoch nur an straßennahen Probepunkten überschritten (Abb. 8).

Die Bleigehalte in straßenfernen Bodenproben dürften zum Teil auch bodenbürtig (aus dem Grundstein stammend) sein. Ein zusätzlicher Bleieintrag in Waldböden aus den Verkehrsemissionen ist aber auch in größerer Entfernung von den Straßen nicht auszuschließen.

Extrem hohe Bleigehalte (1000 - 4000 ppm) wurden bei Untersuchungen der Landeslandwirtschaftskammer im Gras unter der Gschnitztalbrücke

in Steinach und der Mütznerbrücke in Mühlbachl gemessen. Diese Extremwerte (EWG-Grenzwert für Blei in Futtermitteln: 10 ppm) sind auf stark bleihaltigen Schleifstaub, der bei der Entfernung der alten Brückenanstriche durch Sandstrahlen anfällt, zurückzuführen. Bei der Erneuerung der Brückenanstriche werden keine bleihaltigen Farben mehr verwendet.

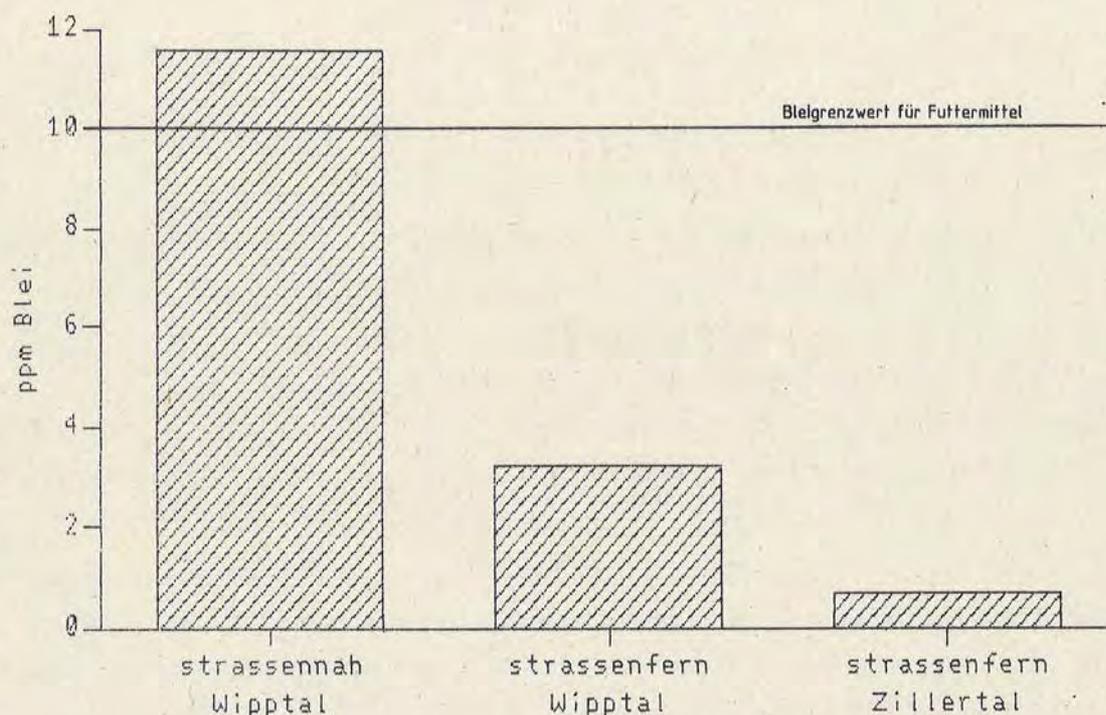


Abb. 8: Bleigehalt von Fichtennadeln im Wipptal und Zillertal (12)

Cadmiumbelastung

Bei den Bodenuntersuchungen im Wipptal wurden in Straßennähe Cadmiumkonzentrationen festgestellt, die den EWG-Grenzwert für landwirtschaftliche Böden überschreiten. Erhöhte Cadmiumgehalte treten vor allem im Bereich der Autobahntwässerungen, an Bestandesrändern und im Nahbereich der Bundesstraße und Autobahn auf.

Pilze sind in der Lage, Cadmium und andere Schwermetalle zu akkumulieren. Bei Untersuchungen von Speisepilzen (Egerlinge) aus Matriwald durch die Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung in Innsbruck

wurden Cadmiumkonzentrationen von 19,4 mg Cd/kg bzw. 14,6 mg Cd/kg festgestellt. Für Schweineleber beispielsweise gilt in der BRD ein Höchst-Richtwert von 0,8 mg Cd/kg.

Die Schwermetalle Blei und Cadmium stellen durch die Anreicherung im Boden ein ständig steigendes Gefahrenpotential für das gesamte Wald-ökosystem dar.

Waldschäden durch Streusalz

Salzstreuung auf der Brennerautobahn

In den Jahren 1981 bis 1984 wurden auf der Brennerautobahn pro Jahr zwischen 1.450 t und 2.866 t Auftausalze (größtenteils Natriumchlorid und geringe Mengen an Calciumchlorid) ausgebracht (13). Das bedeutet, daß im Durchschnitt auf den 34 km Autobahn zwischen Innsbruck und dem Brenner pro km 43 bis 84 t bzw. pro lfm Autobahn 43 bis 84 kg Streusalz verwendet wurden. Durch sparsame und gezielte Salzstreuung und neue Technologien konnte die Aufwandmenge in den letzten Jahren vermindert werden.

Die Ausbreitung und Verteilung des Streusalzes entlang der Autobahn

Das auf die Fahrbahn gestreute Auftausalz gelangt auf mehrfache Weise in die an die Autobahn angrenzenden Flächen:

- Mit der Verkehrsgischt oder durch die Schneeräumung wird salzhaltiges Wasser, Matsch oder Schnee über den Straßenrand hinausgetragen und unmittelbar in Straßennähe abgelagert. Bereits abgestorbene Bäume sollten daher stehenbleiben, da sie noch lebende Bäume vor der Salzgischt schützen.
- Bei trockenem Wetter wird Salz als Salzstaub verweht. Salzstaub und durch den Straßenverkehr aufgewirbelter Sprühnebel kann durch den Wind oft 100 m weit und weiter verweht werden. An deutschen Autobahnen konnten in 80 m Entfernung von der Fahrbahn Salz-

schäden in Fichtenbeständen durch verwehtes Streusalz nachgewiesen werden (14). Schäden durch Salzverwehung treten an der Brennerautobahn beispielsweise am Brennersee auf. Diese "Fernverfrachtung" von Streusalz spielt im Wipptal naturgemäß eine bedeutende Rolle, da die Autobahn auf den Hängen hoch über dem Talboden und zu einem Drittel über Brücken führt und so den im Wipptal häufigen starken Winden besonders ausgesetzt ist.

- Zu einer konzentrierten und besonders hohen Salzbelastung kommt es überall dort, wo Salzwasser über Entwässerungsanlagen der Straße in den Boden eingeleitet wird. Im Boden wird das Salzwasser mit dem Hangwasserzug talabwärts verfrachtet. Bei Hangwasseraustritten kann es auch in großer Entfernung von der Straße zu Salzschäden kommen (15). Solche Schäden konnten an der Brennerautobahn beispielsweise in Matreiwald nachgewiesen werden (9).

Salzbelastung von Böden und Waldbeständen entlang der Brennerbundesstraße und Autobahn

In den Bodenproben in Lueg unterhalb der Luegbrücke in Gries und in Matreiwald lagen die Natriumgehalte in Straßennähe (bis ca. 20 m vom Straßenrand) beim 5- bis 20-fachen der natürlichen Natriumgehalte im Boden. Erhöhte Natriumgehalte im Boden wurden bis in 80 m Entfernung von der Autobahn festgestellt.

An der Brennerbundesstraße wurden in Schönberg und in Gries/Klamm ebenfalls deutlich erhöhte Natriumgehalte in Waldböden festgestellt.

Extrem hohe Natriumgehalte (das 70- bis 140-fache des natürlichen Natriumgehaltes) treten unterhalb von Fahrbahmentwässerungsrohren von Brücken und wo Autobahnabwässer direkt in den Boden eingeleitet werden auf.

Die Chloridanalysen von Nadelproben aus 10 bis 50 m Entfernung von der Autobahn ergaben deutliche Überschreitungen der Chloridgrenzwerte gem. 2. Verordnung über forstschädliche Luftverunreinigungen.

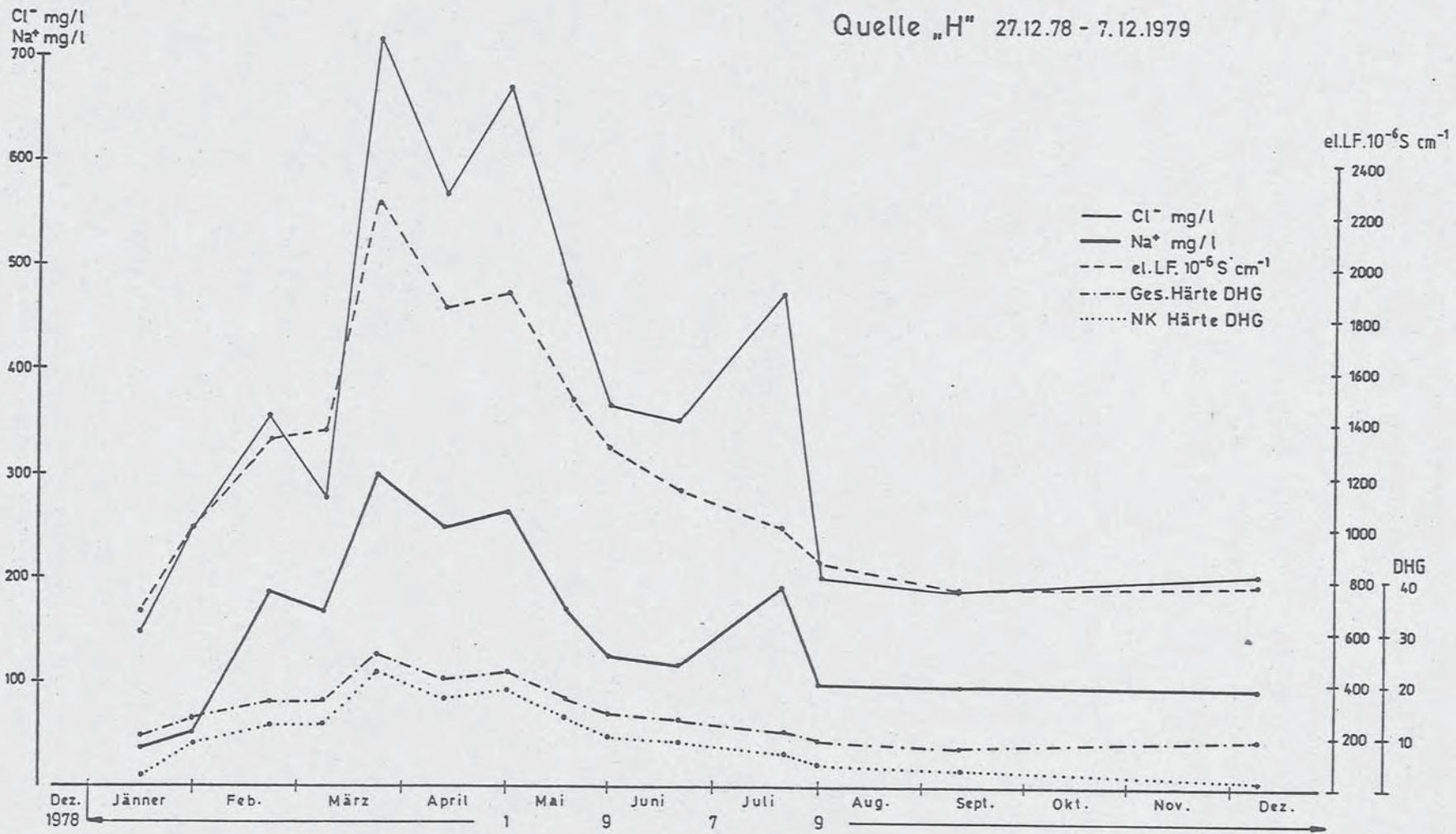


Abb. 9: Natrium und Chloridgehalt einer Quelle in Matreiwald (aus (10))

In den Straßenabwässern der Brennerautobahn wurden extrem erhöhte Natrium- und Chloridgehalte festgestellt. In zahlreichen Quellen unterhalb der Autobahn wurden ebenfalls stark erhöhte Natrium- und Chloridgehalte festgestellt (Abb.9), was die Ausbreitung des Streusalzes mit dem Hangwasserzug belegt. Die Chloridbelastung dieser Quellen lag vor dem Autobahnbau unter 1 mg Cl/l und beträgt heute zwischen 100 und 700 mg Cl/l (10).

Schäden an Boden und Waldbäumen durch Streusalz

Durch Streusalz werden in den Böden und an den Bäumen vielfältige Schädigungen hervorgerufen:

- Schäden am Boden: Nährstoffauswaschung, Zerstörung der Bodenstruktur und Bodenverdichtung, Grundwasserbelastung, pH-Wert-Erhöhung
- Schäden an den Bäumen: Verätzungen, Chloridvergiftungen, Störung der Nährstoffaufnahme, Störung der Wasserversorgung

Diese Schäden an der Vegetation und an den Böden durch Streusalz sind deshalb besonders schwerwiegend, weil Wälder mit hoher Wohlfahrtsfunktion (Lärm-, Sicht- und Immissionsschutz) an den Straßenrändern vernichtet werden und es zu einer irreversiblen schweren Schädigung der Böden und damit des gesamten Ökosystems entlang der Straßen kommt. Die Salzschäden am Straßenrand werden durch die kumulative Wirkung mit Luftschadstoffen noch verstärkt. Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, daß die Salzstreuung eine Hauptursache für das Absterben der Bäume entlang der Brennerautobahn ist.

Waldschäden im Wipptal

Die Waldschäden wurden im Wipptal 1984 und 1985 genauer erhoben. Entlang der Autobahn sind im Wipptal 4 ha Wald beim Absterben oder tot und 23 ha deutlich geschädigt. Waldschäden treten im Wipptal aber nicht nur in Straßennähe, sondern zunehmend im ganzen Tal auf (siehe Kapitel 10).

Zusammenfassung

Aufgrund der bisher vorliegenden Untersuchungen, die weitergeführt werden sollten, kann der Einfluß der Verkehrsemissionen auf die Wälder im Wipptal und in anderen stark verkehrsbelasteten Tälern folgendermaßen zusammengefaßt werden:

In den Hängen unterhalb der Straßen sind die Waldbestände vor allem durch die Salzstreuung zum Teil akut gefährdet. Daneben werden die Wälder in Straßennähe durch die kombinierte Wirkung verschiedener Schadstoffe geschädigt. Die Anreicherung von Schwermetallen aus dem Straßenverkehr in Waldböden bedeutet eine langfristige Belastung für das gesamte Waldökosystem.

Die stark erhöhte lokale Ozonbelastung in stark verkehrsbelasteten Tälern stellt langfristig eine Gefährdung für die gesamten Waldbestände im jeweiligen Tal dar.

Literaturverzeichnis

- (1) BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR: "Reduktionsmöglichkeiten der Schadstoffbelastung durch Huckepack-Transitkorridore" Verkehrsannalen 4/1984
- (2) BUNDESMINISTERIUM FÜR BAUTEN UND TECHNIK "Automatisierte Straßenverkehrszählung 1984"
- (3) SCHEMEL, H.-J.: "Die Umweltverträglichkeitsprüfung von Großprojekten am Beispiel der Fernstraßenplanung" Berlin 1985
- (4) HANREICH, G.: "Reduktionsmöglichkeiten der Schadstoffbelastung Österreichs durch Huckepack-Transitkorridore" Bundesministerium für Verkehr Wien 1984
- (5) BAINES, M. et al: "EPA Motor Vehicle Emissions Characterization Projekts on Light an Heavy Duty Diesels" Journal of the Air Pollution Contraol Association 7/1982
- (6) UMWELTBUNDESAMT BERN: "Temporeduktion und Schadstoffausstoß" Bern 1984
- (7) HASSEL D. et.al.: "Das Abgas-Emissionsverhalten von Nutzfahrzeugen in der BRD im Bezugsjahr 1980" Berichte 11/1983, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums des Inneren, Berlin 1983
- (8) AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG: "Tiroler Emittentenkataster" Innsbruck 1981
- (9) GASSEBNER, PACK, SCHUSTERSCHITZ, WEBER: "Untersuchungen über Waldschäden, Luft- und Bodenverunreinigungen durch den Straßenverkehr im Wipptal" Amt der Tiroler Landesregierung - Landesforstdirektion, Innsbruck 1986

- (10) JENEWEIN J.: "Regenabflüsse und ihr Einfluß auf das Grundwasser am Beispiel der Brenner Autobahn"
Dissertation Universität Innsbruck 1980
- (11) KELLER T.: "Der jetzige Bleigehalt der Vegetation in der Nähe schweizerischer Autobahnen"
Zeitschrift für Präventivmedizin 15/1970
- (12) GLATTES, F. et al: "Höhenprofil Zillertal, Untersuchungen einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden"
FBVA-Berichte 9/1985
- (13) Brenner Autobahn AG: Geschäfts-Berichte 1982, 1983, 1984
- (14) WENTZEL K.F.: "Salzspritzwasserschäden von den Autobahnen in die Tiefe der Waldbestände"
European Journal of Forest Pathology 4/1974
- (15) EVERS F.H.: "Fernwirkung abgeschwemmter Auftausalze im Inneren von Waldbeständen"
European Journal of Forest Pathology 4/1974
- (16) UMWELTBUNDESAMT BERLIN: "Luftqualitätskriterien für photochemische Oxidantien"; UBA-Bericht 5/83
Erich Schmidt Verlag, Berlin 1983
- (17) AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG: "Umweltbelastung durch Schadstoffe in der Luft, durch Lärm und durch Blei"
Tiroler Umweltschutzkonzept, Innsbruck 1981

16. ENTWICKLUNG DER WALDSCHÄDEN IM RAUM KUFSTEIN 1983-1985 ALS BEISPIEL FÜR DEN SCHADENSFortschritt

1. Aufnahmen 1983-1985

Die im Jahre 1983 flächendeckend durchgeführte Waldzustandserhebung im Bereich der Bezirksforstinspektion Kufstein wurde im Jahre 1985 für den Großraum der Stadt Kufstein wiederholt. Für die Beurteilung des Gesundheitszustandes der Wälder galten dieselben Kriterien wie bei den Untersuchungen des Jahres 1983. Als Bewertungskriterien für das Schadausmaß diente der relative Nadel- oder Blattverlust, geschätzt in Prozenten des Kronenvolumens eines vollständig gesunden Baumes (Baumkronenverlichtungsgrad). Die Aufnahmen im Jahr 1985 wurden nach den Richtlinien durchgeführt, wie sie in der Broschüre "Waldschadensaufnahme in der Bezirksforstinspektion Kufstein", veröffentlicht von der Landesforstdirektion Tirol, ausführlich beschrieben sind. Für den Vergleich der Ergebnisse bei der Untersuchung war eine differenzierte Beurteilung unerlässlich, wobei in einzelnen Teilbereichen eine flächenmäßige Zunahme der geschädigten Waldflächen festzustellen war, in anderen wiederum eine Stagnation. Neben der lokalen Flächenzunahme der Waldschäden mußte auch eine Steigerung der Schadensintensität konstatiert werden.

2. Flächenmäßige Entwicklung der Waldschäden

Eine Ausdehnung der Schadensfläche gegenüber 1983 ergab sich in folgenden Bereichen:

+ Aschenbrennerhütte, Brentenjoch, Gaisbachgraben

Zunahme der schwer geschädigten Waldfläche um 96 ha

Zunahme der leicht geschädigten Waldfläche um 100 ha

Im Jahre 1983 waren diese Waldflächen noch als ungeschädigt ausgewiesen.

+ Kufsteiner Wald

Zunahme der schwer geschädigten Bestände um 14 %-Punkte von 42 % im Jahre 1983 auf 56 % im Jahre 1985.

+ Zellerberg

Gesamter Zellerberg 1985 schwer geschädigt. 1983 war etwa die eine Hälfte leicht, die andere schwer geschädigt.

+ Langkampfen, Hechtseegebiet

Vergrößerung der schwer geschädigten Waldflächen im Bereich Flugfeld und Stimmersee sowie im Umgebungsbereich des Hechtsees.

Bei den übrigen taxierten Waldflächen konnte keine nennenswerte Ausweitung der Schadflächen festgestellt werden, der Schadensfortschritt stagniert hier.

3. Entwicklung der Schadensintensität an einzelnen Baumarten

Die Waldbestände im Bereich der Bezirksforstinspektion Kufstein sind sehr baumartenreich, bestehend aus 55 % Fichte, 16 % Tanne, 2 % Kiefer und Lärche, 21 % Buche und 6 % sonstigen Laubholzarten. Nachdem sich zunächst die Kronenverlichtungen hauptsächlich auf Tanne, Fichte und Kiefer beschränkt hatten, sind nunmehr auch die meisten anderen Baumarten in Mitleidenschaft gezogen. 1985 war eine besonders starke Zunahme der Erkrankungen und Absterbeerscheinungen bei der Buche zu verzeichnen, wobei gerade der Buchenspringrüssler als Sekundärschädling gehäuft auftrat. Auch alle anderen Laubgehölze wie insbesondere Bergahorn, Linde und Esche zeigten in Teilgebieten die bekannten Krankheitssymptome. Unter den Nadelhölzern ist nunmehr auch die Lärche in einzelnen Gebieten betroffen. Bei Fichte, Tanne und Kiefer verstärkten sich die Kronenverlichtungen bei bereits erheblich geschädigten Individuen, bei schwach geschädigten war, wohl bedingt durch die günstige Witterung während der Vegetationsperiode, eine Stagnation festzustellen. Durch die wiederholt durchgeführte vorzeitige Nutzung geschädigter Baumindividuen wird das tatsächliche Ausmaß des Schadens vielfach verdeckt und nicht voll sichtbar.

4. Schlußfolgerungen

Die wahrscheinlichen Ursachen der Waldschäden im Bereich der Bezirksforstinspektion Kufstein wurden bereits in der eingangs erwähnten Broschüre der Landesforstdirektion ausführlich beschrieben, wobei umfang-

reiche Ursachenanalysen ergeben haben, daß "natürliche" Schäden als primäre Ursache für die großflächigen Walderkrankungen nicht in Betracht kommen. Die lokale Zunahme der Waldschadensfläche zeigt, daß sich die Gesamtmissionssituation im Raume Kufstein für den Wald nicht gebessert hat. Einer geringfügigen Verbesserung bei der Schwefeldioxidemission steht eine nach wie vor gleichbleibende bzw. sogar leicht ansteigende Stickoxidbelastung gegenüber. Damit in Zusammenhang steht eine Zunahme der Ozonbelastung, worauf gerade auch die Schadensausdehnung in höher gelegenen Waldbeständen hinweist. Die forcierte Verjüngung der in ihrer Vitalität stark beeinträchtigten Altbestände durch standortsgemäße Mischbaumarten wird lokal durch überhöhte Wildbestände behindert. Dies beweist die Testzaunauswertung, die eindeutig ergeben hat, daß außerhalb der Schutzzäune etwa 20 % der Gesamtpflanzenzahl und nur weniger als 10 % der Tannen aufwachsen können.

Die drastische Verringerung sämtlicher Emissionen mit Hilfe des Einsatzes aller Möglichkeiten, die dem Stand der Technik entsprechen, sowie die Beseitigung aller Faktoren, die eine rechtzeitige und standortsgemäße Wiederbewaldung erschweren, sind unabdingbare Grundlagen für eine Gesundung der Wälder.

17. HUMUS- UND WURZELUNTERSUCHUNGEN AM MATZENKÖPFL ALS BEISPIEL FÜR DIE FOLGEN DER SCHWERMETALLBELASTUNG

Das Montanwerk in Brixlegg, das über Jahrzehnte hindurch den umliegenden Raum sehr stark durch Emissionen (Rauchgase und schwermetallhaltige Stäube) belastet hat, versucht derzeit mit noch unterschiedlichen Erfolgen, die produktionsbedingten Umweltbelastungen durch entsprechende technische Maßnahmen zu reduzieren. Da eine Verbesserung der Luftqualität somit für die nächste Zukunft wohl angenommen werden darf, ist es eine besondere Aufgabe, ja sogar Verpflichtung des Forstdienstes, sich um die Sanierung der in Mitleidenschaft gezogenen Wälder zu bemühen.

Im Raum Brixlegg, am meisten von den jahrzehntelangen Emissionen betroffen ist das Matzenköpfl. Seit vielen Jahren schon sterben dort immer mehr Bäume ab. Die auf solchen Standorten an sich sehr artenreich vorkommende Bodenflora hat sich auf ganz wenige Grasarten reduziert, auf einigen Flächen wachsen auch diese nicht mehr. Den Schadholznutzungen folgten stets bewußt sehr sorgfältig ausgeführte Aufforstungsbemühungen, die jedoch immer wieder erfolglos blieben. Zur fachkundigen Hilfestellung herangezogen, wurden von der Universität für Bodenkultur Humus und Boden des Matzenköpfls chemisch analysiert und auf die Wuchseignung im Versuchswege getestet, die Innsbrucker Außenstelle der Forstlichen Bundesversuchsanstalt widmete sich neben weiteren Boden- und Humusanalysen besonders den Mykorrhizapilzen; jenen Pilzen also, die üblicherweise mit den Baumwurzeln eine Lebensgemeinschaft bilden und ihnen helfen, ausreichend Nährstoffe für den Baum aus dem Boden zu beschaffen. Die Untersuchungsergebnisse ergänzten sich und stimmten überein, waren beeindruckend und erschütternd zugleich:

Der mehr als 20 cm mächtige Auflagehumus ist nicht nur ökologisch tot, d.h. frei von all den notwendigen Mikroorganismen, die zur Humuszersetzung erforderlich sind, der Auflagehumus ist wegen seiner enormen Schwermetallkonzentration sogar für die meisten Pflanzen toxisch. Pflanzenwurzeln, Pilze und dergleichen haben darin keine Überlebenschance. Um die flächige Ausdehnung der verschiedenen Humusbelastungen als die notwendige Voraussetzung für jede Sanierungsarbeit zu kennen,

wurden im Jahre 1985 an 26 systematisch verteilten Stichproben bei einem Raster von 50 x 30 m Material für Humus- und Mykorrhizaanalysen gewonnen (Abb. 1-4). Das Ergebnis zeigt nicht nur weitere enorme Grenzwertüberschreitungen bei den Schwermetallgehalten des Humus (Cadmium - 24-fach, Zink - 49-fach, Blei - 100-fach, Kupfer - über 100-fach), es macht vor allem auf eine unerwartet weiträumige Ausdehnung des stark verseuchten Humus aufmerksam. Derzeit vergleichsweise noch ganz wenig mit Schadstoffen belastet ist der darunterliegende Boden, und das ist ein Glück. Denn solange die Schwermetalle sich in der Humusschicht und noch nicht im Boden befinden, läßt sich theoretisch etwas dagegen unternehmen.

Was ist also passiert am Matzenköpfl, und was passiert weiter?

Die Baumkronen haben stetig die schwermetallhaltigen Stäube des Montanwerkes gefiltert, die dann durch Niederschläge gelöst auf die Nadeln und Blätter der Bäume schädigend eingewirkt haben. Die Schwermetalle, die entweder direkt oder mit den fallenden Blättern und Nadeln auf den Boden gelangen, reichern sich dann in der oberen Humusschicht an, die so langsam vergiftet wird. Gerade diese ist aber für alles Leben im Wald äußerst wichtig, da hier ein Großteil der Bodenorganismen lebt, der die Zersetzung der abgestorbenen Pflanzenteile bewerkstelligt. Sinkt der Säuregrad weiter ab, können die Böden mit Ausnahme von Blei keine Schwermetalle mehr zurückhalten. Sie geben dann sogar zusätzlich die Schwermetalle ab, die in ihnen natürlich enthalten sind. Wird im Boden ein bestimmter Säuregrad unterschritten, besteht daher die Gefahr, daß die über viele Jahre angereicherten Schwermetalle in kurzer Zeit mobilisiert werden und mit dem Sickerwasser in das Grundwasser gelangen. Diese Schwermetalle stellen somit auch eine akute Gefahr für das Grund- und damit möglicherweise auch für das Trinkwasser dar.

Hinzu kommt noch, daß das etwa 4 ha umfassende Matzenköpfl ein besonders begehrtes Naherholungsgebiet für die Bevölkerung von Brixlegg darstellt und dementsprechend von Waldbesuchern stark frequentiert wird. Auch ein Kinderspielplatz befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft. Es ergibt sich somit wohl auch noch die human-medizinische Frage, ob die vorhandenen Schwermetallkonzentrationen nicht gesund-

heitsschädigend wirken.

Will man die extrem belasteten Bodenverhältnisse sanieren, kann sich das im Raume Brixlegg nicht allein auf den Wald des Matzenköpfls beschränken. Es gibt in Brixlegg auch genügend Gärten, Äcker und Wiesen, die aus gesundheitspolitischen Überlegungen auch näher untersucht und saniert werden sollten. Umfassende Kenntnisse über Sanierungsmethoden bei schwermetallbelasteten Böden sind in Österreich, aber auch in der internationalen Fachwelt kaum bekannt.

Zur Erarbeitung von Lösungsmöglichkeiten wird daher ein internationales Experten-Hearing in Brixlegg mit dem Ziel einer komplexen Bodensanierung vorgeschlagen.

Für das Matzenköpfl wäre eine konservative aber nachhaltige Sanierungsmethode das flächige Abtragen des verseuchten Auflagehumus. Der gesamte Humus hat ein ungefähres Gewicht von knapp über 1.000 to, ein Großteil davon gehörte abgetragen und deponiert. Der Aufwand für diese Massenbewegungen in einem Waldgebiet stellt die Realisierbarkeit dieser Methode in Frage. Weit weniger aufwendig ist eine sorgfältige Aufforstung des Gebietes in der Art, daß um die Pflanzen im Bereich von mehreren Quadratmetern der Humus abgetragen und somit die toxische Wirkung für die Wurzeln der Jungpflanzen verhindert wird; als Ersatz für den entfernten Humus sind Düngemaßnahmen vorzusehen.

Bei dieser, wie auch bei einer angebotenen chemischen Sanierung, verbleiben die Schwermetalle am Ort, d.h. die Gefahr eines Lösens und damit einer Grundwasserbelastung ist nicht auszuschließen.

Am Beispiel des kaum 4 ha großen Matzenköpfls wird damit außerordentlich deutlich, wie schwierig und aufwendig ein von Menschenhand in Unordnung gebrachter Naturhaushalt zu reparieren ist, sodaß in Hinkunft jedenfalls ganz allgemein und überall der prophylaktischen Abgas- und Staubreinigung der Vorrang einzuräumen sein wird.

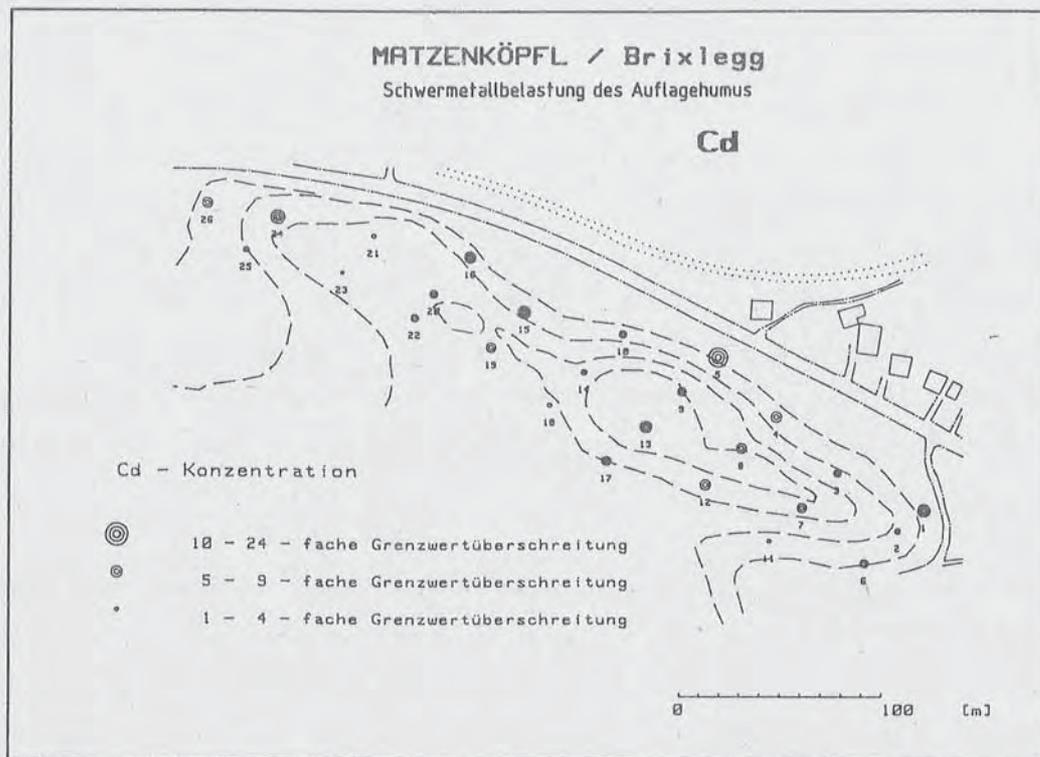


Abb. 1: Cadmiumbelastung im Auflagehumus

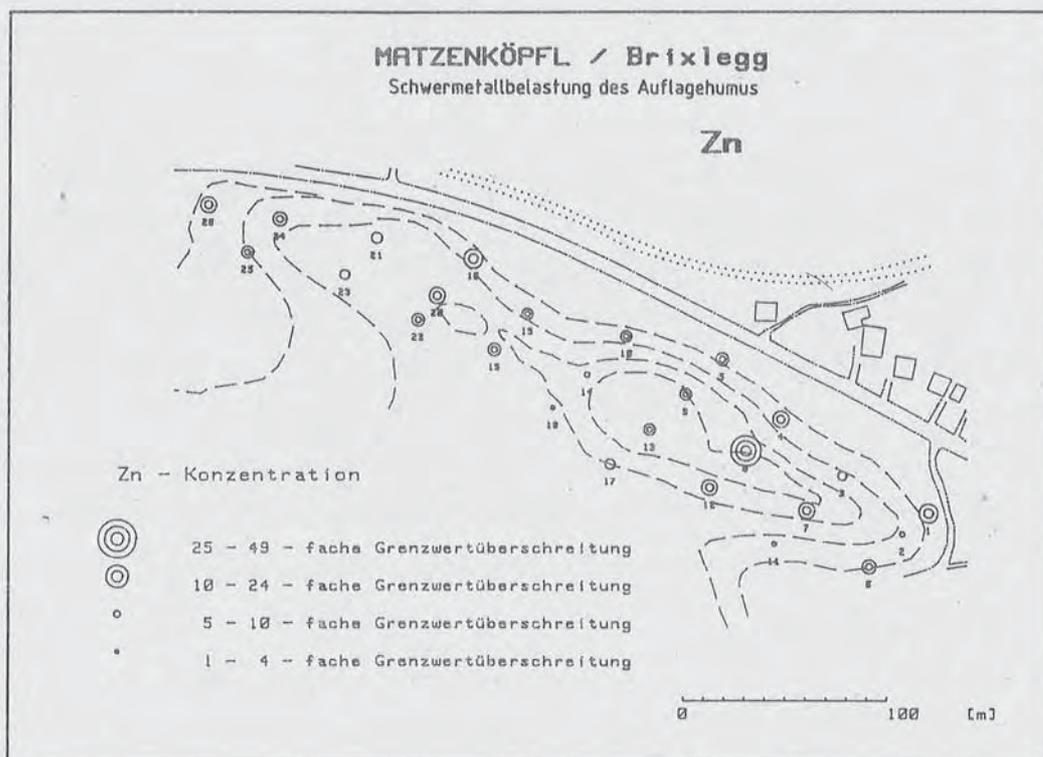


Abb. 2: Zinkbelastung im Auflagehumus

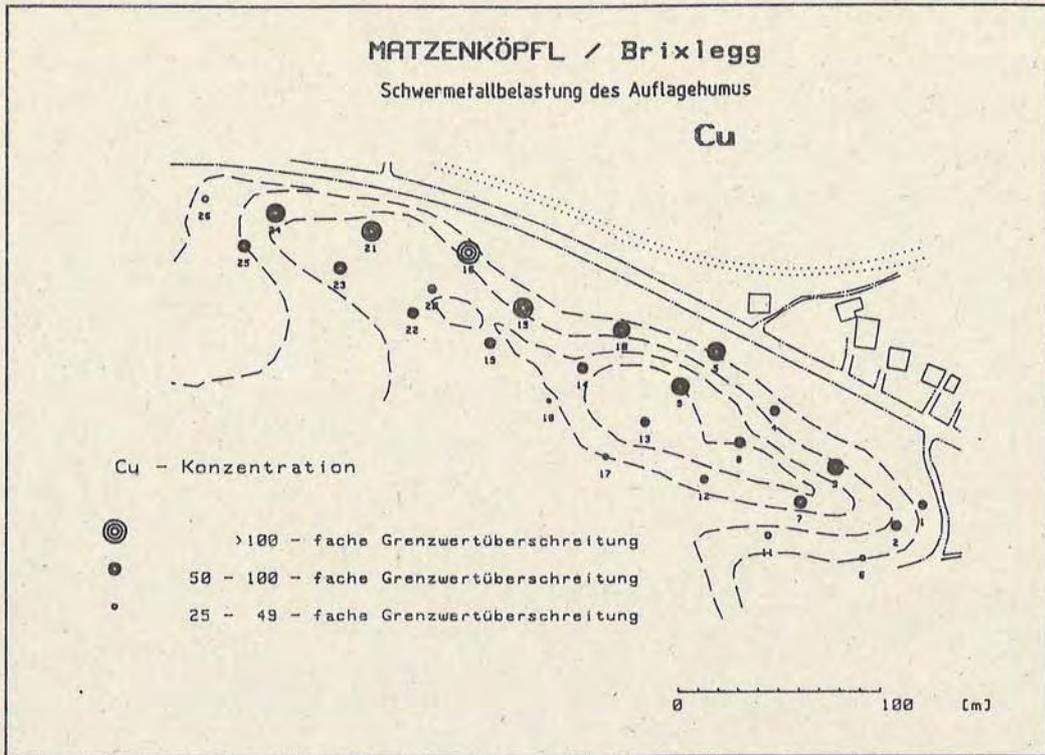


Abb. 3: Kupferbelastung im Auflagehumus

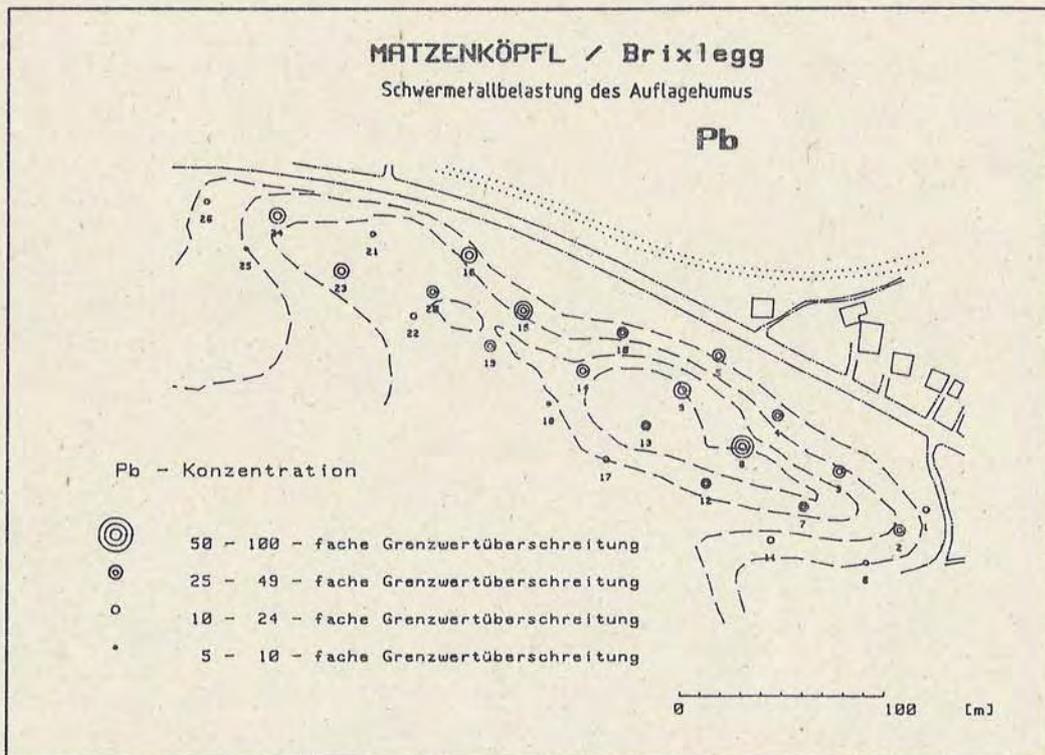


Abb. 4: Bleibelastung im Auflagehumus

18. ARGUMENTE ZUM THEMA WALDSTERBEN

(Literaturzitate)

Rauchschäden und Tannensterben in forstgeschichtlicher Sicht

Dr. Dorothea Hauff

Institut für Forstpolitik und Raumordnung, Arbeitsbereich Forstgeschichte der Universität Freiburg

1900 richtete der Leiter des Postelwitzer Reviers im Elbsandsteingebirge an die Versammlung des Sächsischen Forstvereins die Frage, "ob das starke Absterben der alten Tannen auf anderen Revieren auch beobachtet worden ist."

Die Ursachen der Krankheit waren nicht bekannt, ihr verstärktes Auftreten in manchen Gebieten - vor allem in Sachsen - war aber Anlaß, sich mit dem Problem zu befassen und die Ursachen zu erforschen. Forstwirtschaft und Forstwissenschaft waren im stark industrialisierten Sachsen - die Braunkohleförderung hatte sich zwischen 1845 und 1904 von 135.405 t auf 1,922.000 t erhöht - besonders sensibilisiert für Gefahren, die dem Wald drohten.

Längst war die Schädlichkeit des Hüttenrauches beziehungsweise der "Rauchsäuren", wie die Industrieemission generell genannt wurden, kein rein akademisches Problem mehr.

Bereits 1849 erhielt Stoeckhardt den amtlichen Auftrag "nähere Untersuchungen über die Art und Größe der schädlichen Einwirkung, welche der Rauch der Hüttenwerke auf die Vegetation der den letzteren nahe liegenden Feld-, Wiesen- und Waldstücke ausübt, anzustellen."

1866 befaßte sich der Sächsische Landtag mit Hüttenrauchschäden.

1895 verkaufte die Stadt Zwickau ein Waldgebiet an den Staat, "weil die Raucherkrankung der Nadelholzbestände eine rentable Bewirtschaftung für die Zukunft auszuschließen scheint. 1898 betonte die Königlich Sächsische Forsteinrichtungsanstalt: "Es ist vorauszusehen, daß um die großen Industriezentren der Nadelwald bald gänzlich verschwinden wird, ohne daß er durch Laubwald ersetzt werden kann."

1907 erschien eine sehr umfangreiche Veröffentlichung von Schröter

unter dem Titel: "Die Rauchquellen im Königreich Sachsen und ihr Einfluß auf die Forstwirtschaft."

Schröter kommt zum Schluß: "Es ist erwiesen, daß sowohl

a) durch spezifische Abgase industrieller Werke wie durch von diesen

b) im Betriebsvorgang und vor allem

c) in der Kohlenfeuerung der Kesselanlage erzeugte schweflige Säure

bedeutende Schäden an staatlichen und privaten Nadelwäldungen hervorgerufen werden."

Aber auch außerhalb Sachsens hatte der Wald unter Rauchschäden zu leiden. Auf den jährlich stattfindenden Versammlungen des Schlesischen, des Böhmisches, des Harzer Forstvereins war die Rauchschadensfrage häufig Verhandlungsgegenstand und Diskussionsthema.

Wislicenus 1907: "Alle großen Industriezentren bei uns in deutschen Landen, die in der Nachbarschaft mit bedeutenderem Forstbetrieb emporgewachsen sind, sind ausgesprochene Rauchschädengebiete: außer dem sächsischen Erzgebirge der industrielle Westen des Reiches, der Harz, die oberschlesischen, die böhmischen und die südösterreichischen Industrie- und Forstbezirke.

Nicht die Schädlichkeit der Industrieemission an sich war der Streitpunkt, sondern die Reichweite. Für Schröter (1907) ist der Beweis erbracht, "daß durch die Errichtung riesiger Schornsteine ein Schaden eventuell in der näheren Umgebung derselben vermieden, jedoch oft in entferntere Gegenden übertragen wird", und Wislicenus schrieb 1907, "die schädlichen Gase dürfen nicht nachlässig den "höheren Luftschichten" übergeben werden."

Ozon und seine Bedeutung für das Waldsterben in Mitteleuropa

Professor Dr. Uwe Arndt

Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim

Bereits seit etwa 30 Jahren ist Ozon als Luftverunreinigung erkannt, amerikanische Wissenschaftler wie J. T. Middleton, J. D. Kendrick, A.J. Haagen-Smit und E. F. Darley haben seine pflanzenschädigende Wirkung nachgewiesen. In Mitteleuropa wurde dieser Schadstoff dagegen zwei Jahrzehnte lang kaum beachtet, da man glaubte, die Voraussetzung zu seiner Bildung seien nicht gegeben. Die erste umfangreiche Untersuchung zum Auftreten und zur Wirkung von Ozon in der Bundesrepublik Deutschland haben W. Knabe und Mitarbeiter im Jahre 1973 veröffentlicht. Sie konnten nachweisen, daß Ozon in phytotoxischen Konzentrationen auftritt. Die zu dieser Zeit ebenfalls begonnenen Konzentrationsmessungen und weitere wirkungsbezogene Untersuchungen zeigen aufgrund steigender Gehalte eine zunehmende Gefahr dieses Schadstoffes und seiner Begleiter für unsere Umwelt. In Landesteilen, in denen eine hohe Verkehrsleistung pro Jahr vorliegt, kann in sonnenscheinreichen Jahren eine erhöhte Bildung von Photooxidantien erwartet werden. Es kann davon ausgegangen werden, daß aus dem Ballungsraum Stickoxide und Kohlenwasserstoffe, die als Vorläufer der Photooxidantien bekannt sind, in höhere Luftschichten gelangen und dort bei erhöhter UV-Strahlung umgewandelt werden. Mit der vorherrschenden Windströmung werden die Reaktionsprodukte, vor allem Ozon, transportiert.

Auf die Bedeutung hoher Ozonkonzentrationen für die Vegetation wurde auf einer Sachverständigenanhörung in Berlin im Jahre 1978 bereits eindringlich hingewiesen und mögliche Parallelen zwischen dem großflächigen Absterben von Ponderosa-Kiefern in kalifornischen Wäldern und bestimmten Schäden an einheimischen Forstpflanzen gezogen.

Im Jahre 1983 machte sich dann sowohl die Kommission zur Reinhaltung der Luft des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) als auch der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen in seinem Sondergutachten die Meinung zu eigen, daß Ozon eine der Ursachen des Waldsterbens sein könnte.

Bodenversauerung und deren Beziehung zum Waldsterben

Professor Dr. Bernhard Ulrich

Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Universität Göttingen

Hinsichtlich der Einwirkung von Luftverunreinigungen auf Waldökosysteme werden oft zwei Wege unterschieden: direkte und indirekte Wir-

kungen. Beide Wege schließen sich nicht aus.

Unter dem Begriff "Direkte Wirkungen" lassen sich alle Luftverunreinigungen zusammenfassen, die unmittelbar auf die Blätter und Nadeln der Bäume einwirken. Dazu gehören in erster Linie die gasförmig auftretenden Schadstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Ozon (O₃) u. a., aber auch Aerosole und Säuren.

Der Begriff "Indirekte Wirkungen" beinhaltet die Schädigungen, die langfristig aus dem Eintrag von Schadstoffen und den dadurch ausgelösten Veränderungen im Bodenzustand resultieren. Hier ist in erster Linie die mit dem Eintrag von Säuren verbundene Bodenversauerung zu nennen, die in den letzten Jahrzehnten in Waldböden stark zugenommen hat (Butzke 1981, von Zezschwitz 1982, Evers 1983). Ferner wurden hohe Schwermetallanreicherungen in Boden und Wurzeln festgestellt, die ebenfalls zu den Schädigungen beitragen können.

Das gegenwärtige Wald- und Baumsterben muß als eine "Komplexkrankheit" angesehen werden. Dies bedeutet, daß die Walderkrankung nicht monokausal erklärt werden kann, sondern vielmehr ein Zusammenwirken verschiedener Stressoren vorliegt.

In seinem Konzept zur Erklärung komplexer Waldschäden unterscheidet Manion drei Gruppen von Stressoren: Disponierende, auslösende und begleitende Stressoren. Die "disponierenden" Stressoren sind langfristig und anhaltend wirksam, sie führen zu einer Grundbelastung und damit zu einer Schwächung der Pflanze. Zu den disponierenden Stressoren gehören das Klima mit seiner Variation, der Standort mit seinen elastizitätsbestimmenden Eigenschaften, Genotyp und Alter der Bäume sowie Langzeitwirkungen von Luftverunreinigungen, das heißt die Veränderung des chemischen Klimas. Unter dem letztgenannten Punkt lassen sich die chronischen Wirkungen geringer Konzentrationen gasförmiger Luftschadstoffe ebenso einordnen wie die Langzeitbelastung der Puffersysteme des Bodens durch den Säureeintrag aus der Luft und die daraus resultierenden Nährstoffverluste und Wurzelschädigungen.

Die zweite Gruppe von Stressoren wird als "auslösende" Stressoren bezeichnet. Diese sind kurzfristig wirksam und resultieren im Auftreten

von sichtbaren Krankheitssymptomen. Eine Erholung der Pflanze von den Wirkungen der auslösenden Stressoren wird durch die Einwirkung der disponierenden Stressoren erschwert. Als Beispiele für auslösende Stressoren nennt Manion blattfressende Insekten, Frost, Trockenheit, Salz, mechanische Schäden und die Kurzzeitwirkung (Spitzenbelastung) von Luftverunreinigungen.

Letztlich treten "begleitende" Stressoren hinzu, die, wiederum langfristig wirksam, weitere Schadsymptome und oft den Tod hervorrufen. Zu den begleitenden Stressoren zählt Manion Borkenkäfer und Pilzerkrankungen.

Dieses Konzept verschiedener Stressorengruppen bietet einen Rahmen, in den sich alle bisher quantifizierte Hypothesen und Wirkungswege zwanglos einordnen lassen. Es ist geeignet, die verschiedenen Befunde nebeneinander zu stellen und das fruchtlose Entweder-Oder verschiedener Erklärungen und Deutungen in ein sinnvolles und erhellendes Sowohl-Als-Auch zu verwandeln.

Immissionen, Photosynthese und Baumsterben

Professor Dr. Hartmut Lichtenthaler

Botanisches Institut der Universität Karlsruhe, Lehrstuhl Pflanzenphysiologie

Im Biologie-Department der Universität Lancaster wurden im Verlauf der Vegetationsperiode in kleinen Kugelgewächshäusern spezielle Begasungsexperimente mit SO₂ und NO₂ durchgeführt, wobei die Pflanzen bei natürlicher Belichtung, aber unter Ausschluß von Regen und Ozon, über fünf Monate hinweg mit niedrigen Konzentrationen an SO₂ und NO₂ (0,03 bis 0,06 ppm) begast wurden. Zusammen gegeben beeinträchtigen die Gase SO₂ und NO₂ das Wachstum und die Biomasseproduktion der Versuchspflanzen, wobei ähnliche Schadensmerkmale auftreten wie bei unseren geschädigten Waldbäumen.

Die Untersuchungen belegen jedenfalls eindeutig, daß SO₂ und NO₂ bereits als Gase schädigen und nicht erst - in Wasser gelöst - über den "sauren Regen". Bei gleichzeitiger Einwirkung beider Schadoxide er-

folgt eine stärkere als bloß additive Schädigung. In geringer Dosierung allein gegeben (0,06 ppm) hat NO₂ keine Schädigung. Es wird von allen Blättern als zusätzliche Stickstoffquelle benützt und erhöht die Aktivität der endogenen Nitritreduktase, die das NO₂ durch Reduktion zu Ammoniak mit nachfolgendem Einbau in Aminosäuren entgiftet. Geringe Dosen an SO₂ (0,06 ppm) blockieren bei Dauereinwirkung diesen Entgiftungsmechanismus für Stickoxide durch Schädigung des in den Chloroplasten enthaltenen Enzyms Nitritreduktase. Dies führt bei gleichzeitiger Einwirkung der beiden sauren Oxide zu der beobachteten potenzierten Schädigung.

Diese Begasungsexperimente wurden inzwischen auch auf einige unserer Waldbäume (unter anderem Buche und Nadelbäume) ausgedehnt. Auch bei diesen Pflanzen zeigte sich eine verstärkte Schädigung bei gleichzeitiger Einwirkung von SO₂ und NO₂. Die zur Schadensauslösung erforderlichen geringen SO₂- und NO₂-Konzentrationen werden in den Industrieländern an vielen Standorten erreicht und häufig (Spitzenbelastung) auch überschritten. Hieraus folgt, daß die Bäume unter einer ständig wiederkehrenden Grundschädigung durch die Kombinationswirkung der Gase SO₂ und NO₂ leiden, die dann gegebenenfalls durch weitere Schadfaktoren (Ozon, Photooxidantien) oder durch tierische und pilzliche Schadorganismen verstärkt wird.

Die oberirdischen Teile der Waldbäume, die grünen Blätter und Nadeln, sind dem Zugriff von SO₂ und NO₂ nicht nur in Form saurer Gase ausgesetzt, sondern darüber hinaus auch in Form saurer Taue, saurer Nebel, saurer Rauhreife und des sauren Regens. Zu diesen primären Luftschadstoffen kommen - besonders in Höhenlagen - die stark oxidierend wirkenden sekundären Luftschadstoffe wie Ozon, Peroxyacrylnitrate und andere Photooxidantien hinzu, die in photochemischen Reaktionen unter Beteiligung von NO₂ und Kohlenwasserstoffen (CH) gebildet werden.

19. TROCKENHEIT ALS URSACHE DER NEUARTIGEN WALDSCHÄDEN?

Vereinzelt wird immer wieder die Behauptung aufgestellt, die Trockenheit der Jahre 1976, 1982 und 1983 ist die Hauptursache des weiträumig auftretenden Waldsterbens.

In Zusammenarbeit mit der Abteilung VIc (Hydrographischer Dienst, Dr. Gattermayer) wurden 4 Stationen des Niederschlagsmeßnetzes von Tirol stellvertretend für bestimmte Regionen ausgewählt:

Reutte und Kufstein für den Nordalpenbereich,

Umhausen für den Zentralalpenbereich und

Innervillgraten für Osttirol.

Für die Vegetationsperiode April bis Oktober der Jahre 1980 - 1985 wurde ein Wert aus den 7 Monatsniederschlagssummen der jeweiligen Meßstellen gebildet in Abb. 1 dargestellt.

Als Vergleich dazu ist der 10-jährige Durchschnittswert für die Summe April - Oktober als waagrechte Linie angegeben.

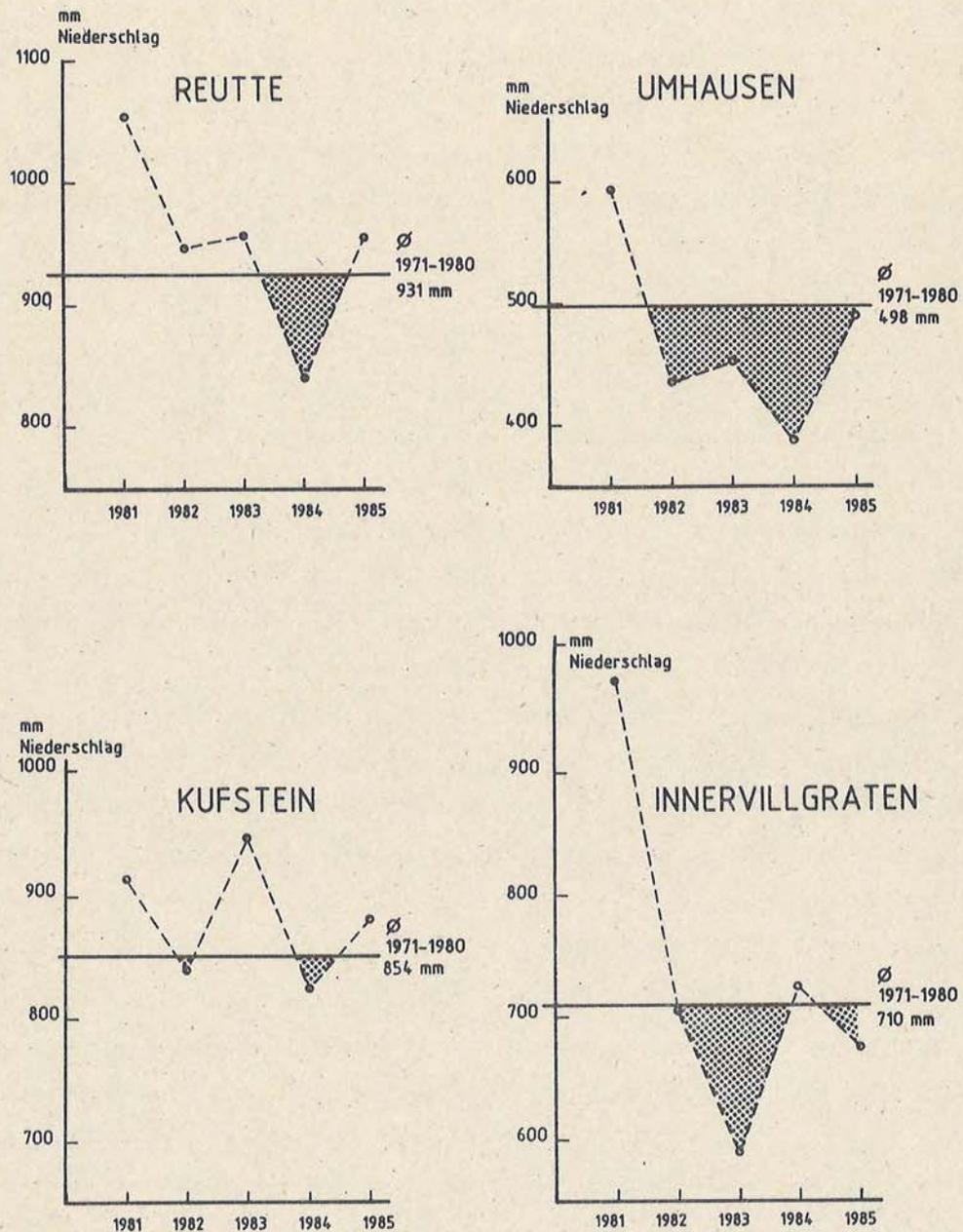
Die Abb. 1 zeigt an Hand der durchschnittlichen Niederschlagsmengen einerseits, daß der Südalpen-, besonders aber der Zentralalpenbereich deutlich trockenere Regionen sind als der Nordalpenbereich. Der Alpenrand als meteorologische Barriere bewirkt ein massives Ausregnen der meist aus West und Nordwest angestauten feuchten Luftmassen.

Aus dieser Abbildung geht andererseits hervor, daß die 4 Meßstellen untereinander von 1980-1985 keinen einheitlichen Trend bezüglich des Niederschlages aufweisen. Kufstein und Reutte lagen 1982 und 1983 am bzw. über dem 10-jährigen Durchschnittswert von 1971-1980. Innervillgraten wies 1983 ein Minus von 17 % gegenüber dem 10-Jahresmittelwert auf. In Umhausen waren die Jahre 1982/83 geringfügig, 1984 deutlich trockener im Vergleich zum 10-jährigen Mittelwert.

Die Ergebnisse der Waldzustandsinventuren sowohl von 1984 (siehe letztjähriger Bericht) wie auch die von 1985 (vorliegender Bericht) weisen den Nordalpenbereich als die am stärksten belastete Region Tirols aus. Gerade dieser Landesteil ist aber niederschlagsmäßig keineswegs als unterversorgt einstuftbar! Im Zentralalpenbereich und Osttirol mit geringen bis mäßig trockenen Jahren 1982-1984 hingegen wurden deutlich weniger Waldschäden festgestellt.

Diese vorliegenden Ergebnisse der Niederschlagsmengen sowie der Waldschadenserhebungen belegen somit eindeutig, daß Trockenheit als maßgebliche Ursache für die festgestelltten weiträumig auftretenden Waldschäden ausgeschlossen werden kann.

Abb. 1: Vergleich gefallener Niederschlagsmengen von 1981-1985 mit dem 10-jährigen Durchschnitt (April - Oktober Periode)



Die Werte für 1985 sind vorläufige Daten, geringfügige Korrekturen sind möglich.

20. IMMISSIONSSCHÄDEN IN ZUSAMMENHANG MIT DEM PFLEGEZUSTAND DES WALDES?

Wer auch nur zwei der vorjährigen Sendungen von Radio Tirol "Unser Wald darf nicht sterben" gehört hat, wird sich erinnern, daß in telefonischen Publikumsbeiträgen der ungepflegte und unaufgeräumte Wald wiederholt mit dem Waldsterben ursächlich in Zusammenhang gebracht wurde. Ein telefonischer Beitrag eines Radiohörers gipfelte in der Aussage, daß es das Waldsterben erst gäbe, seit im Wald nicht mehr Klaubholz (Äste, Reisig, Wipfelreste udgl.) gesammelt werde. Manche Waldfreunde suchen demnach den Gesundheitszustand des Waldes auf dem Boden und glauben alles in Ordnung, wenn dort nach menschlicher Vorstellung "Sauberkeit" herrscht, d.h. alles Reisig, Moderholz udgl. entfernt ist. Daß der Sachverhalt so nicht stimmt und wie er richtigerweise zu sehen ist, das sollen die folgenden Ausführungen erklären.

Wälder, in denen die produzierte Biomasse zur Gänze am Ort verbleibt und vermodert und schließlich als Humus wieder in den Boden gelangt, sind ein gutes Beispiel für einen geschlossenen Nährstoffkreislauf. Das heißt, alle dem Boden entzogenen Nährstoffe kehren dorthin wieder zurück. Am Baum selbst sind die zum Zwecke des Wachstums vom Boden aufgenommenen Nährstoffe recht unterschiedlich verteilt: Weitaus am meisten befinden sich in den Nadeln bzw. Blättern, unverhältnismäßig weniger Nährstoffe sind in der Rinde des Baumes eingelagert und mit Abstand am wenigsten sind im verholzten Stamm selbst. Somit hat bei der Waldwirtschaft die Form der Holzernte eine entsprechende Auswirkung auf den Nährstoffentzug in einem bestimmten Waldgebiet: Er verhält sich zwischen der Entnahme von Derbholz (Stammholz über 7 cm Durchmesser) ohne Rinde, Entnahme von Derbholz in Rinde und Vollbaumernte (= Baumstamm mit Rinde und Ästen und Nadelmasse) wie 1:2:6. Die Nutzung des Derbholzes in Rinde verursacht also etwa den doppelten Nährstoffaustrag gegenüber der Derbholzentnahme ohne Rinde, die bei uns bis vor wenigen Jahren die Regel war. Bei einer Vollbaumnutzung steigt der Nährstoffentzug sogar auf das Sechsfache. Einer Verbreitung dieser exploitativen Erntemethode sind in unserem Gebirgsland natürliche Grenzen gesetzt. Die dargestellten Nährstoffverhältnisse ma-

chen somit deutlich, daß es für die Güte des Waldbodens durchaus günstig ist, wenn nicht alle Biomasse, die bei der Waldwirtschaft anfällt - insbesondere jedoch Nadelmasse und Rinde - aus dem Wald entfernt wird. Nicht zuletzt lebt von dieser Eigen-Düngung auch die forstliche Nachhaltigkeit. An der verheerenden Wirkung des Streurechens und Schneitelns, das früher in Teilen unseres Landes üblich war, leiden manche Waldböden heute noch. Wenn allerdings nicht entrindetes sogenanntes Restholz im Wald verbleibt (z.B. nach Schnee- und Windkatastrophen), so ist selbstverständlich einer eventuell möglichen Massenvermehrung von Schadinsekten durch konservative waldhygienische Maßnahmen vorzubeugen.

Da es weder ökonomisch sinnvoll noch aus Sicherheitsgründen in einem Gebirgsland ratsam ist, den Wald allein sich selbst zu überlassen, sind lenkende Eingriffe erforderlich, um die verschiedenen Wirkungen des Waldes auf Dauer zu gewährleisten. Der Waldpflege im allgemeinen und der Durchforstung im besonderen ist trotz der heute herrschenden Immissionen besondere Aufmerksamkeit zu schenken, allerdings unter einem etwas anderen Gesichtspunkt. Es soll bereits sehr früh, etwa ab einem Bestandesalter von 25 Jahren, Kronenpflege betrieben werden, um voll bemantelte, vitale Kronen zu erziehen. Erst später dürfen sich die Bestände wieder schließen, damit sie eine gleichmäßige Schutzwand gegenüber übermäßigen Emissionseintrag bilden. Es fällt nämlich auf, daß in jungen Beständen vor allem unterdrückte und in ihrer Vitalität geschwächte Bäume für Immissionsschäden disponiert sind, während erst in höherem Alter die Schädigung an den der Baumhöhe nach Vorherrschenden zu beobachten ist.

Eine Strategie der Vitalitätsstärkung und Erhaltung erscheint somit eine logische Notwendigkeit, und zwar in der Hoffnung, daß dadurch der Schädigung ein länger währender Widerstand entgegengesetzt wird. Allerdings kann auch eine kräftige Durchforstung Streß vermehren, wenn sie nicht zum richtigen Zeitpunkt der Bestandesentwicklung erfolgt. Daher sollte noch mehr als bisher vorsichtig und stets in mehreren Pflegeeingriffen vorgegangen werden.

21. DIE TÄTIGKEIT DES LANDSCHAFTSDIENSTES IM JAHRE 1985

Im Jahre 1985 wurden unter Planung und Bauleitung des Landschaftsdienstes folgende Vorhaben verwirklicht:

1. Erholungsraumgestaltung

Radwanderwege

An den überörtlichen Radwandernetzen wurden ein bestehendes Teilstück mit 1,2 km Länge asphaltiert, neue Abschnitte mit zusammen 15,7 km ausgebaut und asphaltiert sowie 1,8 km Wege ohne Asphaltdecke ausgebaut. Insgesamt wurden für diese Maßnahmen 1985 rund S 4,65 Mio. ausgegeben.

Wanderwege

Wie seit Jahren ist die Errichtung ortsverbindender und überregionaler Wanderwege auch diesmal wieder ein Schwerpunkt der Tätigkeit des Landschaftsdienstes. Zum Teil werden diese Wege unter Berücksichtigung der Verwendung als Loipen, Schiwanderwege und Rodelwege geplant.

Durch Neu- und Ausbauten von 67 km Wanderwegen wurden Wanderstrecken von insgesamt 103 km mit einem Aufwand von S 10,08 Mio. neu erschlossen.

Parkplätze

In Wander- und Erholungsgebieten wurden zwei Parkplätze mit zusammen 96 PKW-Abstellplätzen realisiert. Hiefür wurden ca. S 0,64 Mio. aufgewendet.

Badeseen

In Untermieming wurden weitere umfangreiche Vorarbeiten und Voruntersuchungen für die Errichtung des Badesees getätigt.

Am Reintalersee wurde wieder die Verwaltung besorgt und einige Verbesserungs- und Sanierungsmaßnahmen veranlaßt.

Beim bestehenden Badesee in Terfens wurden Verbesserungsarbeiten für die Errichtung einer Tiefenwasserableitung durchgeführt.

Für diese Maßnahmen wurden 1985 zusammen S 0,15 Mio. ausgegeben.

Lehrpfade

Im vergangenen Jahr wurde kein neuer Lehrpfad errichtet. An bestehenden Lehrpfaden und an der Waldschule in Wiesing wurden teilweise Erhaltungsarbeiten durchgeführt. Dafür wurden ca. S 5.000,-- aufgewendet.

Spielplätze

1985 wurden 9 neue Kinderspielplätze geschaffen, eine Anlage befindet sich in Bau. Es entstanden Ausgaben in der Höhe von S 0,7 Mio.

Forstmeilen

Im Vorjahr entstanden keine Aufwendungen für die Errichtung von Forstmeilen.

Teiche

Im Berichtsjahr wurden 4 neue Teiche geschaffen, an zwei bestehenden Gewässern wurden Sanierungsarbeiten durchgeführt. Hervorzuheben ist die Errichtung eines ca. 2.500 m² großen Landschaftsteiches in Trins im Gschnitztal, wo in Verbindung mit einer großzügigen Bepflanzung ein neues Erholungsgebiet geschaffen wurde. Gleichzeitig stellt diese Maßnahme einen Beitrag zur Verschönerung der Landschaft und zur Erweiterung des Lebensraumes für wassergebundene Tiere und Pflanzen dar. Für Teiche wurden 1985 insgesamt S 1,87 Mio. ausgegeben.

Parkanlagen

Für 2 kleinere gemeindeeigene Parkanlagen wurden Planungsarbeiten übernommen. Die Sanierung des Schloßparkes Matzen bei Brixlegg wurde weitergeführt.

Für die Realisierung dieser Maßnahmen entstanden Kosten in der Höhe von S 1,07 Mio.

Sonstige Maßnahmen

An sonstigen Erholungsmaßnahmen wurden 2 Erholungsflächen vor Schulen gestaltet, eine Unterstandshütte mit WC-Anlage in einem stark frequentierten Erholungsgebiet errichtet, Erholungsgebiete im Karwendel mit Bänken und Bepflanzungen ausgestattet sowie die Teufelsmühle bei Rinn symbolisch wiederhergestellt. Weiters wurden an einer Reihe von bestehenden Erholungseinrichtungen Sanierungsarbeiten veranlaßt.

Für diese Vorhaben wurden zusammen rund S 0,53 Mio. ausgegeben.

Für Erholungsmaßnahmen wurden 1985 zusammen ca. S 19,7 Mio. aufgewendet. Hiefür wurden S 7,97 Mio. an öffentlichen Beihilfen gewährt.

Darüberhinaus wurden noch einige Planungen und Beratungen durchgeführt, die vom Landschaftsdienst weniger intensiv, d.h. ohne Bauleitung, betreut worden sind. In den obigen Angaben und den Realisierungskosten sind diese Einrichtungen nicht enthalten.

2. Bepflanzungsmaßnahmen, Landschaftspflege

An Bundes- und Landesstraßen sowie entlang von Wanderwegen wurden 1985 5.800 Stück und an Flußufern 16.200 Stück Bäume und Sträucher gepflanzt. Die Finanzierung dieser Bepflanzungsmaßnahmen erfolgte zum Großteil aus Mitteln der Straßen- und Gewässerhaltung, die Durchführung geschah in Zusammenarbeit mit den zuständigen Baubezirksämtern.

Zur Sanierung und Rekultivierung von Schottergruben und anderen Abbaugebieten wurden 4.500 Pflanzen versetzt. Für die TIMAG wurden Beratungen für die Rekultivierung ehemaliger Abbaugebiete durchgeführt.

Für gestaltende Ortsbepflanzungen, Schutzbepflanzungen und sonstige Landschaftsgestaltung wurden insgesamt 10.600 Bäume und Sträucher, vorwiegend größere Sortimente, gepflanzt.

Im Rahmen von 5 Neubewaldungsprojekten, davon 3 neu begonnene Vorhaben, wurden zusammen 15.200 Bäume und Sträucher gepflanzt, welche aus Ersatzaufforstungsmitteln des Bundes finanziert wurden. Für diese Dienstleistungsprojekte und nicht wirtschaftsorientierten Projekte wurden Flächen im siedlungsnahen Bereich gewählt, wo die Waldverluste bisher am größten waren.

Insgesamt wurden somit im Jahre 1985 52.300 Pflanzen nach Plänen und unter der Leitung des Landschaftsdienstes versetzt.

Für Bepflanzungsmaßnahmen standen im Vorjahr S 0,68 Mio. an öffentlichen Beihilfen zur Verfügung, womit Projekte im Ortsbereich, an Wanderwegen, zur Sanierung von Abbaugebieten und zur Neubewaldung mit ca. S 3,03 Mio. Gesamtkosten teilweise gefördert wurden.

Die Gesamtbaukosten von Erholungs- und Bepflanzungsmaßnahmen betragen 1985 rund S 22,73 Mio., die hierfür bereitgestellten Förderungsmittel S 8,65 Mio.

22. TIROLS WALD 1985 IN ZAHLEN

Holzeinschlag im Nichtstaatswald 581.031 efm
Staatswald 220.640 efm
Gesamtwald Tirol 801.671 efm

Gerodete Waldfläche 260,7 ha

Im **Tiroler Nichtstaatswald** wurden 3,309.470 Pflanzen auf rund 845 ha aufgeforstet.

Davon entfielen im Rahmen der Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldsanierungsprojekte auf rund 205 ha 777.500 Pflanzen.

Neuaufforstung landwirtschaftlicher Grenzertragsböden 29,7 ha.

Die direkt meßbaren und erhobenen Wildschäden betrugen S 3,158.889,--;
10,786.700 Pflanzen wurden gegen Wildverbiß geschützt.

Im Tiroler Nichtstaatswald wurden auf 2.087 ha, im Staatswald auf 1.173 ha Pflege- und Durchforstungsmaßnahmen durchgeführt.

In Tirol wurden insgesamt 221,2 km Waldwege neu gebaut, davon sind:

Wege mit forstlichen Mitteln gefördert -	130.903 lfm
Gesamtbaukosten -	S 27,031.260,--
Wege im Rahmen der Hochlagen- und Schutz-	
waldsanierungsprojekte -	27.310 lfm
Gesamtbaukosten -	S 8,670.288,--
ÖBF-Wege -	13.318 lfm
Gesamtbaukosten -	S 4,202.713,--
Sonstige Wege (Wildbach- und Lawinenver-	
bauung, IIIIdl, Landschaftsdienst usw.) -	49.673 lfm

Laut Holzeinschlagsmeldungen fielen 145.754 efm (davon 108.105 efm im Nichtstaatswald und 37.649 efm im Staatswald) an Schadholz an.

144.760 efm Rundholz mit einem Gesamtwert von S 117,708.000,-- wurden in Form gemeinsamer Holzverkäufe vermarktet.

Zur Auswertung der Holzpreisstatistik konnten 105.010 efm herangezogen werden. Demnach betrug der Rohholzpreis für B-Bloch frei Straße S 1.157,--/efm.

Die 14 Landesforstgärten haben 2,8 Mio. Nadelhölzer, 135.000 Laubhölzer und 490.000 Topfpflanzen erzeugt und vermarktet.

Die Forstbetriebseinrichtung hat in 32 Arbeitsgebieten eine Gesamtwaldfläche von rund 10.000 ha bearbeitet. Die Bestandesaufnahme erfolgte größtenteils im Wege der Repräsentativen Probenahme, wobei 7.077 Stichproben genommen wurden; 136 ha wurden vollkluppiert.

Im Zuge der Grenzinstandhaltung wurden im Berichtsjahr 46 km Besitzgrenzen verhandelt und 1.604 Grenzpunkte vermessen, welche im Rahmen von Grenzberichtigungen von den zuständigen Vermessungsämtern in die Katastralmappen übertragen werden.

Tirol hat alle Waldentwicklungspläne als erstes Bundesland im Sinne des Forstgesetzes erstellt.

Bei 209 Veranstaltungen wurden 5.342 Teilnehmer informiert und weitergebildet.

Anhang

Lage der Immissionsmeßstellen und Nadelprobepunkte der Landesforstdirektion in Tirol 1985

LEGENDE

Nadelanalysen Schwefel

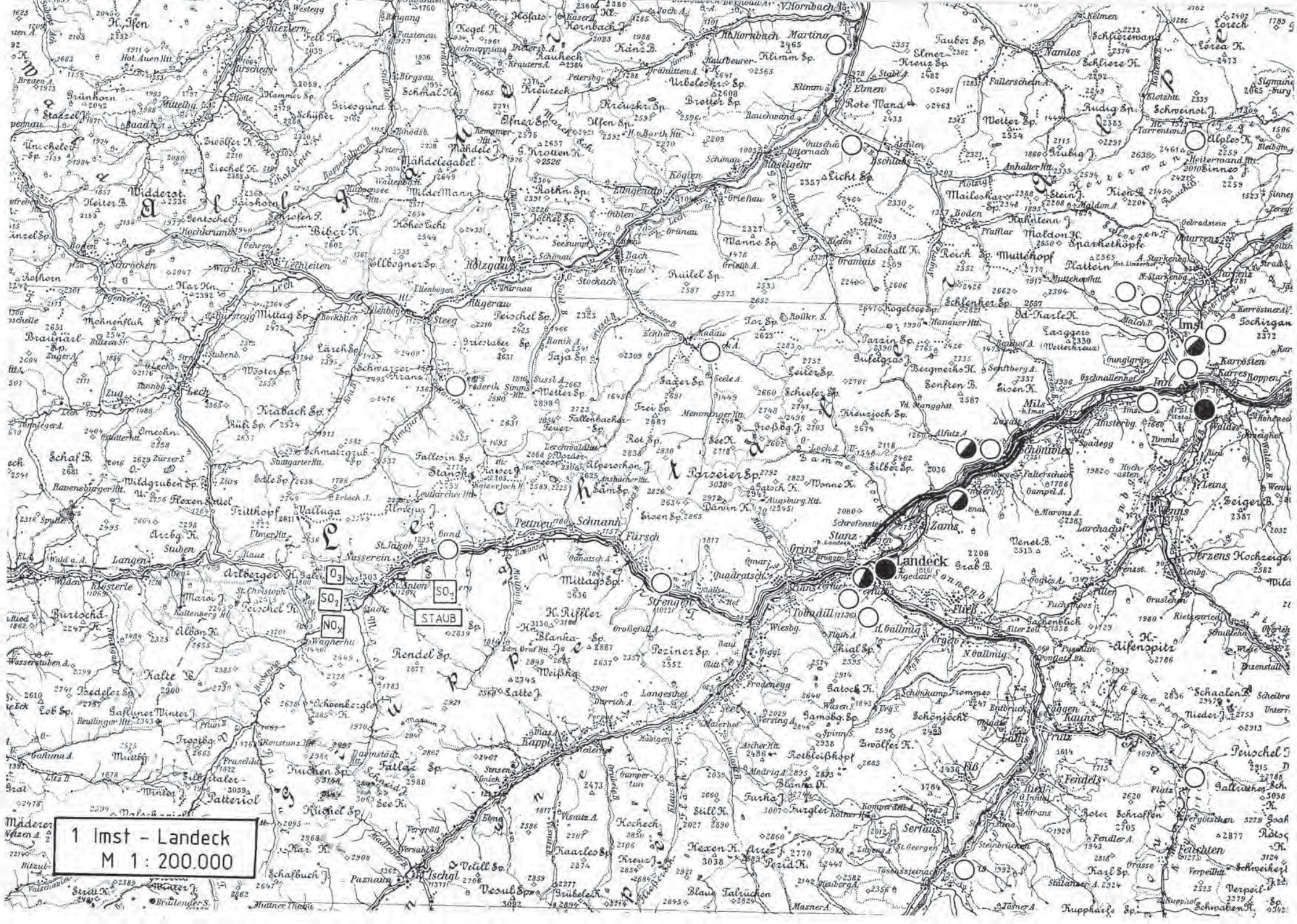
- keine Grenzwertüberschreitungen
- ◐ relative Überschreitungen (2.FVO § 5(1)a))
- absolute Überschreitungen (2.FVO § 5(1)b))

apparative Messungen

- ▣ STAUB Meßpunkte Staubbelastung
- ▣ SO₂ Meßstelle Schwefeldioxid
- ▣ O₃ Meßstelle Ozon
- ▣ NS Meßstelle Saurer Niederschlag
- ▣ NO_x Meßstelle Stickoxide
- ▣ B Bodenproben

KARTEN

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| 1 Imst - Landeck | 8 Zillertal |
| 2 Telfs | 9 Brixlegg |
| 3 Reutte - Vils | 10 Wörgl |
| 4 Innsbruck | 11 Kufstein |
| 5 Wipptal | 12 St. Johann - Kitzbühel |
| 6 Hall - Wattens | 13 Hochfilzen |
| 7 Schwaz - Jenbach | 14 Osttirol |



1 Imst - Landeck
M 1: 200.000

SO₂

NO_x

STAU



2 Telfs
M 1:200.000



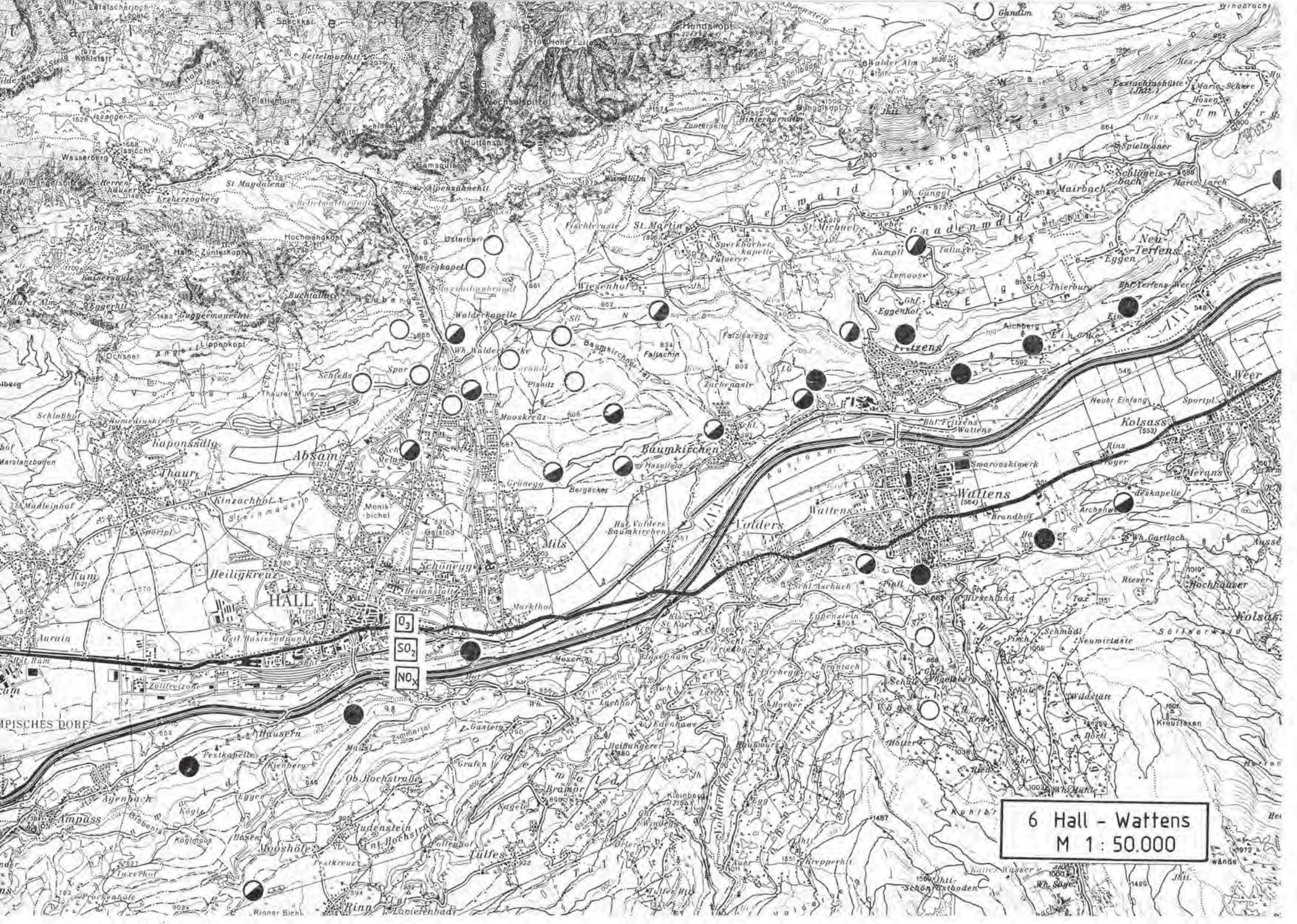
3 Reutte - Vils
M 1:50.000

4 Innsbruck
M 1:50.000



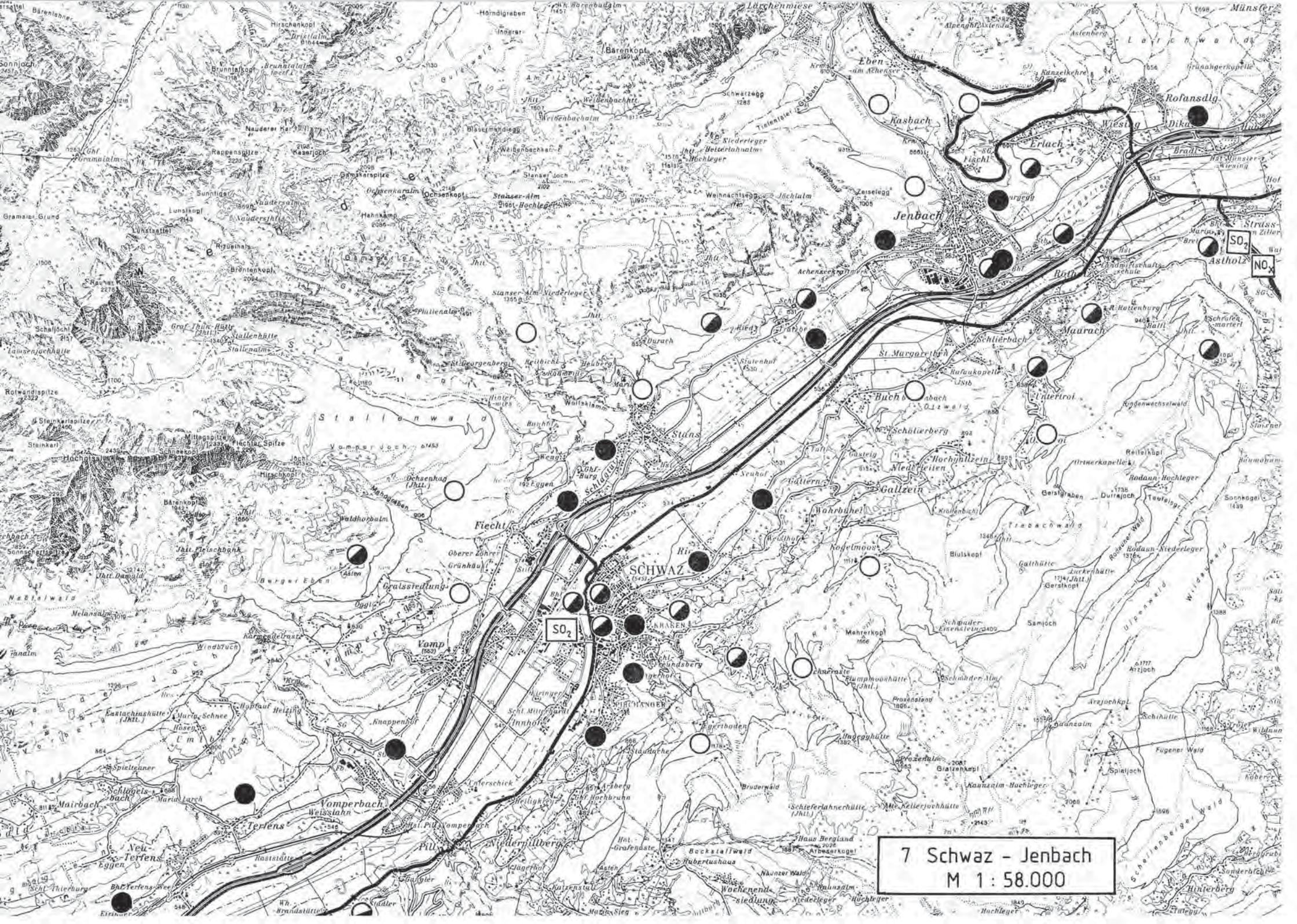
5 Wipptal
M 1:100.000





O₃
SO₂
NO_x

6 Hall - Wattens
M 1 : 50.000



7 Schwaz - Jenbach
M 1 : 58.000

SO₂

NO_x

SO₂

9 Brixlegg
M 1:50.000





10 Wörgl
M 1:100.000

STAU

SO₂ NO_x

SO₂

Sonberger
1965

11 Kufstein
M 1 : 100.000



12 St. Johann - Kitzbühel
M 1:50.000



13 Hochfilzen
M 1:50.000



