

Zustand der Tiroler Wälder

Bericht an den Tiroler Landtag 1988



Zustand der Tiroler Wälder

Untersuchungen über die Immissionsbelastung
und den Waldzustand in Tirol

Bericht für das Jahr 1987

Amt der Tiroler Landesregierung - Landesforstdirektion
Innsbruck 1988

Herausgegeben als Bericht an den Tiroler Landtag 1988.

Amt der Tiroler Landesregierung, Landesforstdirektion

Bürgerstraße 36, A-6010 Innsbruck

Am Bericht haben mitgearbeitet:

Brenner Günther (9, 15); Flörl Klaus (12); Inthal Wolfgang (9, 13); Kuen Herbert (14); Lesink Werner (3, 4, 8, 9); Müller Gerhard (8, Redaktion); Pack Ida (1, 8); Perle Artur (10); Scheiring Herbert (Zusammenfassung, 2); Schwaninger Christian (8); Sprenger Eugen (7); Steiger Leonhard (9); Stöhr Dieter (5); Walch Josef (10); Weber Andreas (1.1); Winkler Peter (9);

Bortenschlager Sigmar (11) - Universität Innsbruck, Institut für Botanik; Glattes Friedel (1.2) - Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien;

Körner Christian (6) - Universität Innsbruck, Institut für Botanik; Schwarzer Christoph (11) - Universität Innsbruck, Institut für Botanik.

Druck: Eigendruck im Landhaus, Innsbruck

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
VORWORT	4
ZUSTAND DER TIROLER WÄLDER - ZUSAMMENFASSUNG	5
12-PUNKTE-PROGRAMM ZUR WALDRETTUNG	9
TEILBERICHTE	
1. Luftschadstoffbelastung in Tirol	14
1.1 NO _x -Emissionsberechnung in Tirol 1986	17
1.2 Bleigehalte in Borkenproben von Bioindikatorbäumen	19
1.3 Schadstoffeintrag durch nasse Deposition	21
2. Das "Blattsterben" im Juni 1987	25
3. Die Waldzustandsinventur 1987, Schadensentwicklung seit 1984	26
4. Nadelanalysen auf Schwefel Ergebnisse des Bioindikatornetzes	31
5. Sind unsere Waldböden gefährdet?	33
6. Die winterliche Schadgasaufnahme immergrüner Nadelbäume in Tirol	35
7. Stand der Verfahren gegen forstschädliche Luftver- unreinigungen	36
8. Waldzustand und Immissionssituation - Bezirksergebnisse:	41
Bezirk Reutte	46
Bezirke Landeck und Imst	49

Bezirke Innsbruck-Land und Innsbruck-Stadt	53
Bezirk Schwaz	83
Bezirke Kufstein und Kitzbühel	87
Bezirk Lienz	110
9. Schutzwaldsanierung und Hochlagenaufforstung in Tirol - ein öffentliches Anliegen	114
10. Wald und Wild	120
10.1 Flächenhafte Waldschäden durch Wild	120
10.2 Wilddichte Kontrollzäune - ein wichtiger Beweis für die Verjüngungsfähigkeit des Waldes	125
11. Flechtenkartierung im Raum Innsbruck	131
12. Erneuerbare Energie aus Holz	135
13. Energiewälder als Alternative	137
14. Die Tätigkeit des Landschaftsdienstes im Jahre 1987	139
15. Tirols Wald in Zahlen 1987	141
 Anhang	 143

VORWORT

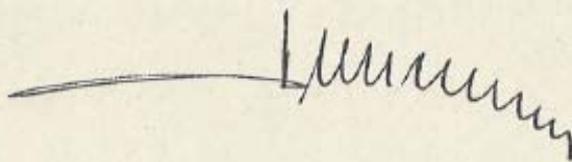
Seit 1984 wird in Österreich der Waldzustand jährlich durch ein einheitliches Stichprobenverfahren erhoben. Ergänzend dazu werden Nadelproben auf Schadstoffe untersucht, um auf diese Weise Fragen nach der Ursache der Waldschäden besser beantworten zu können. Die Ergebnisse dieser Erhebungen werden mit den Daten der Immissionsüberwachung zu einer Gesamtanalyse zusammengefaßt. Damit wird dem Forstgesetz 1975 Rechnung getragen und die Voraussetzung für die Durchführung von Forstverfahren zur Verringerung der Luftschadstoffbelastung erbracht.

Das Land Tirol beschränkt die Ermittlung der Waldschäden bewußt auf die bundeseinheitlich vorgesehenen Untersuchungen, um alle personellen und finanziellen Mittel zur Schadensbehebung einsetzen zu können. Ein wichtiger Weg dazu ist die Verringerung der Luftschadstoffbelastung, ebenso wichtig aber ist die Erneuerung geschädigter Waldbestände. Dafür hat das Land einen eigenen finanziellen Schwerpunkt geschaffen, der gemeinsam mit Mitteln des Bundes vor allem der Schutzwalderhaltung dienen soll.

Der eilige Leser findet im 1. Teil eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse, im 2. umfangreicheren Teil finden sich Detailinformationen, die auch jenen Dienststellen als Arbeitsunterlage dienen sollen, die sich mit Aufgaben der Umweltentlastung zu beschäftigen haben. Der Bericht soll also nicht nur Information für den politischen Mandatar sein, sondern auch fachliche Dokumentationen für konkrete Maßnahmen bieten.

Maßnahmen zur Walderhaltung sind in einem Gebirgsland Maßnahmen zur Sicherung der Lebensgrundlage. Die Landesregierung ist sich dieser wichtigen Aufgabe voll bewußt!

Landesrat Ing. Hermann Ennemoser



ZUSTAND DER TIROLER WÄLDER - ZUSAMMENFASSUNG

*Detailergebnisse über
Waldschäden im
Kapitel 3*

Die Waldzustandsinventur 1987 zeigt, daß im Landesdurchschnitt 40 % des Waldbestandes über 60 Jahre nicht gesund sind. Seit 1984 hat sich das durchschnittliche Ausmaß der Waldschäden in Tirol von 30 auf 40 % erhöht.

Diese Durchschnittsziffer für den Tiroler Wald setzt sich aus deutlich voneinander abweichenden Bezirksergebnissen zusammen. So erreichten die Waldschäden im Bezirk Reutte 1987 ein Ausmaß von 60 %, sie liegen damit in einer ähnlichen Größenordnung, wie sie die Bayerische Waldzustandsinventur für den Alpennordrand ausweist. Das nächstschlechteste Bezirksergebnis mit 46 % kranker Bäume wird für die Bezirke Kufstein und Kitzbühel ausgewiesen, der höchste Schadensanteil dieser Region entfällt dabei aber zweifelsfrei auf den Bezirk Kufstein. Der Bezirk Schwaz (40 %) und der Bezirk Innsbruck-Land (39 %) liegen im Landesmittel.

*Schutzwaldsanierung
siehe Kapitel 9*

Anlaß zur besonderen Sorge ist aber die Waldschadensentwicklung im Schutzwald und hier vor allem der Zustand im Bereich der Nordalpen, wo sich das Schadensausmaß von 45 % (1984) auf 63 % (1987) erhöht hat. Trend und Schadensausmaß im Schutzwald der Tiroler Nordalpenregion zeigen eine landeskulturelle Bedrohung an, der mit allen verfügbaren Möglichkeiten entgegengewirkt werden muß! Hier zeichnet sich ein Wettlauf um die verfügbare Zeit für die rascheste Wiederverjüngung der geschädigten Altbestände ab, der nur gewonnen werden kann, wenn für diese Wiederverjüngung ausreichende Mittel zur Verfügung gestellt werden, und wenn die in dieser Region besonders ernstesten Verjüngungshindernisse im Bereich hoher Wildstände und intensiver Waldweidebelastung raschest reduziert werden.

Deutlich unter dem Landesmittel liegen die Bezirke Imst und Landeck (29 %) und Osttirol (28 %). Die Erklärung für diese signifikant geringere Waldschädigung ist sowohl in der geringeren lokalen Belastung, als auch in der besseren Abschirmung gegenüber Fernimmissionen zu suchen.

Die Waldzustandsinventur, die seit 1984 in Tirol zur Erhebung des Schadensausmaßes angewandt wird, ist eine Maßnahme des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Ebenso im Auftrage dieses Bundesministeriums werden Untersuchungen über den Schwefelanteil in Fichtennadeln (Nadelanalysen) jährlich in Tirol durchgeführt. Neben diesen in ganz Österreich bundeseinheitlich durchgeführten Maßnahmen führt der Tiroler Forstdienst keine zusätzlichen Untersuchungen durch, weil seit jeher der Schwerpunkt der verfügbaren finanziellen Mittel und der Schwerpunkt des Personaleinsatzes bei der Waldzustandsverbesserung gelegen ist.

Die Verjüngung geschädigter Altbestände ist eine überaus wichtige Maßnahme, um nachteilige Folgen der Walderkrankung so klein als möglich zu halten. Die grundsätzliche Entscheidung über die Erhaltung der Gebirgswälder fällt aber dort, wo über das Ausmaß von Schadstoffemissionen entschieden wird, gleichgültig ob diese im Bereich von Hausbrand, Gewerbe, Industrie oder Verkehr anfallen und ob sie im Inland oder in unseren Nachbarländern emittiert werden. Im vorjährigen Bericht über den Zustand der Tiroler Wälder wurde vor allem auf die Folgen hingewiesen, welche die Waldschäden im bezug auf die Sicherheit eines Gebirgslandes haben können. Aber auch die mit dem Waldsterben verbundene Verminderung der Erholungsfunktion ist für Tirol wichtig, wie aus einer Untersuchung des Österreichischen Wirtschaftsforschungsinstitutes hervorgeht. Das dort zitierte Profil der Urlaubsmotive deutscher Sommerurlauber zeigt deutlich, daß der deutsche Sommerurlauber vor allem die Landschaft, die reine Luft und den vielen Wald sucht und schätzt. Diese auch für die Fremdenverkehrswirtschaft wichtigen Faktoren müssen daher besonders sorgfältig erhalten werden (Monatsbericht WIFO 1987/11).

Erfolg und Mißerfolg der Schadstoffreduktion:

Für das Leben auf der Erde ist die Atmosphäre von ganz entscheidender Bedeutung. 50 % der gesamten Luft befinden sich zwischen Erdoberfläche und 5 km Höhe, die Weite des Himmels und der Atmosphäre, die von der Erdoberfläche aus fast unendlich erscheint, ist also in Wirklichkeit sehr begrenzt.

Alle Abgase aus Verkehr, Industrie und Haushalten werden in diese Luftschicht abgegeben, deren Mächtigkeit einer Entfernung entspricht, für die ein Fußgänger auf der Erde nur etwa 1 Wegstunde unterwegs ist. Die Empfindlichkeit dieser für das Leben auf der Erde entscheidenden Luftschicht ist in engen Gebirgstälern noch um ein Vielfaches höher: Hier ist der Austausch und die Durchmischung belasteter Luftschichten durch häufige Windstille und Inversionslagen noch weiter eingeschränkt.

So wie in den vergangenen Jahren konnte auch 1987 die Schwefeldioxidbelastung in Tirol kontinuierlich verringert werden. Der Tiroler Emittentenkataster 1978 hat im Bereich Gewerbe und Industrie noch eine jährliche SO_2 -Emission von 3.800 Tonnen ausgewiesen. Heute können wir davon ausgehen, daß diese Emission trotz wirtschaftlichen Wachstums auf etwa 2.000 Tonnen pro Jahr reduziert werden konnte. Bei einem jährlichen Verbrauch von Heizöl schwer in der Höhe von rund 100.000 Tonnen werden etwa 48.500 Tonnen als besonders schwefelarme Qualität eingesetzt

*Luftschadstoffbelastung
siehe Kapitel 1*

*Schwefeldioxidbelastung
siehe Kapitel 1*

*Stickoxidbelastung
siehe Kapitel 1.1*

(1 % S-Anteil). Ein weiterer spürbarer Entlastungsschritt ist zu erwarten, wenn die Erdgasversorgung des Unterinntals sichergestellt ist. Je erfolgreicher unsere eigenen Umweltentlastungsmaßnahmen sind, desto spürbarer werden die Einflüsse von Fernimmissionen, die an den Waldschäden, vor allem des Alpennordrandes, einen wachsenden Anteil haben.

Die Entwicklung der Stickoxidbelastung ist hingegen weiterhin negativ verlaufen. Etwa 87 % der in Tirol emittierten Stickoxide stammen aus dem Verkehrsbereich, hier wurden die geringfügigen Erfolge der Katalysatoreinführung durch eine weiter steigende Verkehrsfrequenz überdeckt. Die Entlastung im Bereich der Stickoxide und damit auch im Bereich der Folgeprodukte (Ozon) wird zu einer zentralen Frage unserer Walderhaltungspolitik - das Schicksal des Tiroler Waldes ist von der Entwicklung des Straßenverkehrs nicht zu trennen.

Die Schweiz und Österreich haben derzeit in Europa die strengsten Katalysatorverpflichtungen für Personenwagen. Die für den PKW-Transitverkehr durch unser Land entscheidenden EG-Staaten aber haben wesentlich weniger strenge Vorschriften. Bleibt es bei den bisherigen Maßnahmen, dann werden die NO_x-Emissionen in den nächsten Jahren nicht zurückgehen und erst Mitte der 90er-Jahre um nur 15 % niedriger liegen als im Vergleichsjahr 1983. Das zeigt, wie dringend andere emissionsmindernde Maßnahmen sind - etwa eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h (Autobahn). Die Regierungschefs der ARGE Alp haben bei ihrer Tagung 1987 eine solche Regelung für empfindliche Gebirgstäler ausdrücklich gutgeheißen. Bei den Dieselmotoren sind die österreichischen Bestimmungen deutlich weniger streng als die Richtlinien in der Schweiz, wo die Partikelgrenzwerte mit 1.10.1988 nochmals verschärft werden. Der hohe Anteil der Stickoxide, der aus dem Bereich schwerer Dieselmotoren (Busse und LKWs) emittiert wird, macht eine Reduktion der NO_x-Grenzwerte für Neufahrzeuge ab 1990 um mindestens 50 % und ab 1992 um 80 % vertretbar. Die rasche Einführung umweltfreundlicher LKW-Modelle könnte durch eine "selektive Verkehrsbeschränkung" beschleunigt werden. Eine schrittweise Verringerung der Straßenverkehrsbelastung muß ein vorrangiges Ziel der Landespolitik sein, diese Forderung richtet sich nicht nur gegen den LKW-Verkehr sondern ebenso gegen einen ausufernden PKW-Verkehr. Neben der Verlagerung des Gütertransits auf die Bahn könnten vor allem während der Hauptreisezeit Autoreisezüge in weiter entfernte Urlaubsländer eine dringend notwendige Entlastung der "Stauwochenenden" in Tirol bringen. Solche Urlauberautoreisezüge im Nachtsprung geführt, würden dem Benutzer mehr effektive Urlaubstage bringen, das Unfallrisiko verringern und das Staurisiko ausschließen.

Weitere Vorschläge zur dringend notwendigen Reduktion der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen sind im 12-Punkte-Programm der Landesagrarreferentenkonferenz 1987 enthalten.

Maßnahmen zur Schutzwaldverbesserung:

Naturkatastrophen werden keineswegs nur durch einen schlechten Waldzustand ausgelöst - ein guter Waldzustand aber kann ohne Zweifel manche Naturkatastrophe verhindern. Deshalb ist eine aktive Schutzwalderneuerungspolitik, wie sie seit 1972 in Tirol mit wachsendem Einsatz betrieben wird, eine der wichtigsten Umweltvorsorgen für ein Gebirgsland. Im Zeitraum 1972-1987 wurden ca. 300 Mio Schilling für diese Aufgaben eingesetzt und damit auf etwa 40.000 ha Schutzwaldfläche Sanierungsarbeiten eingeleitet. Im Jahr 1987 wurde der finanzielle Aufwand für die Schutzwalderneuerung in Tirol auf rd. 25 Mio Schilling angehoben. Ohne Wald ist ein Gebirgsland nicht lebensfähig, weite Teile sind nicht mehr besiedelbar, wenn Hochwasser, Lawinen, Steinschlag und Muren nicht mehr durch den Moderator Wald in ihren Grenzen gehalten werden. Dabei geht es nicht nur um das Ausmaß des Waldes, mindestens ebenso entscheidend ist sein Zustand.

Der Schutzerfüllungsanspruch an den Wald ist durch die geradezu hektische Landesentwicklung deutlich angestiegen. Siedlungsgebiete weiten sich immer wieder in Richtung potentieller Gefahrenquellen aus, technische Erschließungen aller Art lassen den Anspruch auf Sicherung vor Naturgefahren ebenfalls wachsen. Dieser angestiegenen Erwartung steht eine abnehmende Schutzerfüllungsfähigkeit des Waldes gegenüber, die vor allem aus dem schlechter werdenden Waldzustand herrührt. Es gibt nur zwei Möglichkeiten zum Reagieren: Entweder man handelt passiv, indem man die Gefahrenzonenplanung laufend dem höheren Katastrophenrisiko anpaßt und entstandene Schäden abgilt, oder man versucht durch aktive Waldverbesserungsmaßnahmen auf die Herausforderung zu reagieren. Es gibt genügend Beispiele die zeigen, daß man damit erfolgreich sein kann!

12-PUNKTE-PROGRAMM ZUR WALDRETTUNG
 ausgearbeitet von der Landesagrarreferentenkonferenz
 am 14. Oktober 1987.

Im Arbeitsübereinkommen zwischen ÖVP und SPÖ über die Bildung einer gemeinsamen Bundesregierung für die Dauer der XVII. Gesetzgebungsperiode des Nationalrates ist ein Großteil der Forderungen des 12-Punkte-Programmes konkret mit kurzfristigen Zeithorizonten für die Erledigung enthalten.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich aus dem gegenwärtigen Stand folgende Prioritäten:

- 1) Komplettierung und Beschleunigung der Maßnahmen zur Reduktion von KFZ-Emissionen
- 2) Anlagenbezogenes Luftreinhalterecht
- 3) Programm zur Reduktion von Kohlenwasserstoff-Emissionen
- 4) Heizöl-Entschwefelung
- 5) Umweltfonds

Weitere Schwerpunkte im 12-Punkte-Programm:

- Reduktion der Hausbrandemissionen - Fernwärme, Biomasse
- Energiesparen
- Wirksame Verträge gegen grenzüberschreitende Luftverunreinigungen

- 1) Komplettierung und Beschleunigung der Maßnahmen zur Reduktion von KFZ-Emissionen:

Nach der derzeitigen gesetzlichen Situation werden ab 1.10.1987 PKW und Kombis (ab 1.1.1988 ausnahmslos) nur mehr zugelassen, wenn sie den strengen Abgasvorschriften entsprechen (Katalysator oder Dieselmotor). Offen sind noch folgende Fragen - Forderungen:

- a) Rasche Einbeziehung des Altwagenbestandes, der mit Katalysatoren nachgerüstet (bleifrei betrieben) werden kann

Termin: 31.12.1990, ab dann kein "grünes Pickerl".

Laut ÖAMTC, November 1986, sind 730.000 Altfahrzeuge (30 % des PKW-Bestandes) für die Katalysatornachrüstung geeignet, für sie werden in der BRD Nachrüstkatalysatoren werkseitig angeboten.

- b) Begrenzung der Verkehrszulassung für jenen Teil des Altbestandes, der nicht nachgerüstet wird

Termin: 31.12.1993.

Bis dahin Pflicht zur besonderen Kennzeichnung (Beispiel: "Spikes-Pickerl") - Tempolimit 80/100, Fahrverbot bei Smogalarm.

c) Einbeziehung von Benzin-LKW und Motorrädern mit 4-Takt-Motor

Zeithorizont: 1987. Entsprechende Regelungen für Neuzulassungen und Altbestand.

d) Strenge Abgasbestimmungen (Katalysator) für Mopeds.

Zeithorizont: 1987. Entsprechende Regelungen für Neuzulassungen und Altbestand.

e) Verkehrspolitische Maßnahmen

Ausbau und Erhöhung der Attraktivität des öffentlichen Verkehrs (Ballungszentren und Güterferntransport, Transitverkehr).

Voraussetzungen zur effizienten Realisierung:

- Treibstoffverbesserung
Unbedenkliche Antiklopffmittel - Biosprit
Flächendeckendes Angebot von unverbleitem Superbenzin
- Strenge Qualitätsnormen für Kraftstoffe, Kontrolle auch an Tankstellen (Bleifreiheit)
- Verbesserung der Abgasprüfungen
(sowohl bei Typisierung als auch bei laufendem Betrieb, Nachkontrolle)
- Entbürokratisierung
Typisierung von Nachrüstkatalysatoren - keine Einzeltypisierung mehr, Erleichterung des Eigenimports von Katalysatoren und abgasarmen Fahrzeugen

Es ist zu prüfen, ob diese dem Verursacherprinzip entsprechenden Maßnahmen durch gezielte finanzielle Förderungen und/oder steuerliche (KFZ-Steuer, MWSt.) erleichtert werden können.

2) Anlagenbezogenes Luftreinhalterecht

Im Arbeitsübereinkommen der Bundesregierung sind folgende legistische Vorhaben jeweils mit Zeithorizont 1987 enthalten:

- a) (Vorbereitetes) Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen (LRG-K) und Durchführungsverordnung
- b) (in Begutachtung befindliche) Novelle zum Betriebsanlagenrecht der Gewerbeordnung analog zum LRG-K
- c) Harmonisierung der bergrechtlichen anlagenbezogenen Bestimmungen mit der GewO

Weitere Maßnahmen betreffen Verordnungen nach der GewO bzw. dem Chemikaliengesetz:

- Beschränkung der Verwendung von Chlorfluorkohlenwasserstoffen
- Hausbrand: Qualitätsanforderungen für Brennstoffe (Schwefel, Asche) und Feuerungsanlagen (Typenprüfung)

Diese Vorhaben sind aus Sicht des 12-Punkte-Programmes sehr zu begrüßen, doch ist vorzusorgen, daß sie auch im Detail den für die Walderhaltung notwendigen Standard aufweisen und daß trotz dafür voraussichtlich noch notwendiger Verhandlungen der vorgegebene Zeithorizont 1987 eingehalten wird.

AKTUELLER STAND

Zu a): Luftreinhalterecht für Kesselanlagen (LRG-K):

Dazu sind keine Schritte des Wirtschaftsministeriums bekannt, die Forderungen des 12-Punkte-Programmes bleiben voll aufrecht, insbesondere:

- Anpassung innerhalb knapper Frist an jeweiligen Stand der Technik
- Verschärfte Bestimmungen für Altanlagen
- Verordnung mit verschärften Emissionsgrenzwerten und komplettiertem Schadstoffkatalog

Zu b): GewO-Nov:

Das Wirtschaftsministerium hat die Sozialpartner am 1. Oktober über den nunmehrigen Entwurf informiert. Er erfüllt zwar in einigen Punkten die Forderungen des 12-Punkte-Programmes, weist jedoch insbesondere folgende Mängel auf:

- Der Schutz vor Belastungen der Umwelt (bleibende Schäden an Boden, Pflanzen oder Tieren) ist nicht als unmittelbar wirkendes Kriterium (§ 74 Abs.2) im Bewilligungsverfahren vorgesehen, sondern soll in Verordnungen (§§ 69, 69a, 82) einfließen, die generelle Maßstäbe setzen. Wirkungsvolle konkrete Maßnahmen zum Schutz des Waldes werden dadurch nur schwer zu erreichen sein, weil auf die jeweilige Immissionssituation mit diesem Rechtsinstrument nicht Bedacht genommen werden kann.

Für die Genehmigung von Neuanlagen (§ 77) ist zwar die Beschränkung der Emissionen von Luftschadstoffen nach dem Stand der Technik vorgesehen. Darüberhinaus sollte aber auch die jeweilige Immissionssituation als Kriterium herangezogen werden.

Der Schutz vor Belastungen der Umwelt fehlt als Kriterium weiters bei den Bestimmungen über Betriebsbewilligung und Probetrieb (§ 78), nachträgliche Anordnungen (§ 79), Vorkehrungen bei Betriebsunterbrechung (§ 80), Änderung von Anlagen (§ 81) und Auflassung von Anlagen (§ 83)

- Die Nachrüstung von Altanlagen soll ebenfalls nicht durch individuelle Maßnahmen erfolgen, sondern über generell wirkende Verordnungen, wobei die Verhältnismäßigkeit zwischen notwendigem Aufwand und Nutzen für die zu schützenden Interessen, die auch den Schutz vor bleibenden Schäden an Boden, Pflanzen oder Tieren beinhalten, zu berücksichtigen sind.
- Als Frist für die regelmäßig wiederkehrende Prüfung von Anlagen (§ 82a) ist 6 Jahre bzw. 5 Jahre für besonders wichtige Anlagen vorgesehen. Diese Fristen sind eindeutig zu lang, verlangt werden 3 bzw. 1 Jahr.

Zu c): Berggesetz:

Die vorgesehene Harmonisierung der anlagenbezogenen Bestimmungen des Bergrechtes mit der Gewerbeordnung könnte leicht im Zuge der GewO-Novelle verwirklicht werden. Im nunmehrigen Entwurf der GewO-Novelle sind auch Änderungen des Berggesetzes vorgesehen, die allerdings nicht das Anlagenrecht, sondern nur die Möglichkeit vorsehen, auch diesen Betrieben das Staatswappen als Auszeichnung zu verleihen.

Eine entsprechende Ergänzung der GewO-Novelle ist daher dringend zu fordern.

Im Arbeitsübereinkommen der Bundesregierung heißt es weiters, daß über die kurz- bzw. mittelfristig zu realisierenden Maßnahmen hinaus eine umfassende Zuständigkeit des Bundes zur Luftreinhaltung und auf dieser Grundlage ein umfassendes anlagenbezogenes Luftreinhaltengesetz angestrebt wird. Verhandlungen dazu werden dem Vernehmen nach in Kürze aufgenommen (Entwurf "Ackerl" der SP, Entwurf aus dem Bereich der Bundeskammer, Vorarbeiten im Umweltministerium, etc.)

Bei Verwirklichung dieser Konzentration der anlagenbezogenen Emissionsbestimmungen wird jedenfalls davon auszugehen sein, daß die für den Waldschutz jeweils günstigste Bestimmung zur Emissionsminderung aus dem geltenden Rechtsbestand des Bundes und der Länder übernommen wird.

3) Programm zur Reduktion der Kohlenwasserstoff-Emissionen

Die Maßnahmen zur Reduktion von KFZ-Emissionen genügen nicht, die Kohlenwasserstoff-Emissionen ausreichend zu reduzieren. Es sind folgende Maßnahmen notwendig:

- Vorkehrungen gegen Emissionen bei Ab- und Umfüllen, Transport und Lagerung von flüssigen Kohlenwasserstoffen (Kette Raffinerie - KFZ-Betankung) durch Erlassung einer entsprechenden Verordnung nach der GewO.
- Ersatz von zyklischen Kohlenwasserstoffen als Lösungsmittel für Lacke, Imprägniermittel oder Reinigungsmittel durch Wasser bzw. Isopropanol auf Alkoholbasis (Biosprit) durch Erlassung einer entsprechenden Verordnung nach dem Chemikaliengesetz, die zugleich mit diesem am 1.2.1989 in Kraft treten kann. Bis dahin freiwillige Maßnahmen der Wirtschaft.

4) Heizöl-Entschwefelung

Die Forderung, den Schwefelgehalt von Heizöl schwer von 2 % auf generell 1 % zu senken, zumindest aber den bisherigen Auslieferungsanteil mit 1 % Schwefel wesentlich zu erhöhen und preislich zu begünstigen, ist nach wie vor offen. Die ÖMV hat im Juni 1986 der damaligen Bundesregierung zugesagt, bis 1.12.1988 den Schwefelgehalt von Heizöl extraleicht von derzeit 0,3 % auf 0,2 % und von Heizöl leicht von derzeit 0,3 % bis 0,5 % auf generell 0,3 % zu senken. Der zulässige Schwefelgehalt von Heizöl mittel wurde per 30. April 1987 von 1 % auf 0,6 % gesenkt.

Trotz der bisherigen Erfolge bei der Reduktion der Schwefelemissionen muß die Heizöltenschwefelung weiter vorangebracht werden, weil für viele Bereiche der mittelständischen Wirtschaft und der Raumheizung andere emissionsmindernde Maßnahmen nur beschränkt zum Tragen kommen können.

5) Umweltfonds

Trotz Vorrang des Verursacherprinzips kommt der Förderung durch den Umweltfonds besondere Bedeutung zu, weil sie bewirkt, daß emissionsmindernde Maßnahmen von Industrie und Gewerbe rascher und zumeist tiefgreifender durchgeführt werden als auf Grund der gesetzlichen Bestimmungen verwaltungsmäßig durchgesetzt werden könnte. In vielen Fällen sind die geförderten Projekte auch gesamtwirtschaftlich sinnvoller (Umstellung auf modernste Verfahren).

Die Finanzierung des Umweltfonds im Rahmen des neu geschaffenen Umwelt- und Wasserwirtschaftsfonds ist unbefriedigend, weil seine zur Abdeckung bereits eingegangener Verpflichtungen und zur Befriedigung der bereits eingebrachten Anträge gedachten Reserven von 1,5 Mrd. S zur Sanierung des Bundesbudgets herangezogen wurden und im Budget 1987 keine Dotierung vorgesehen war. Durch Zuweisung von 0,5 Mrd. S aus dem Katastrophenfonds im laufenden Jahr und die Genehmigung Anleihen zu begeben (sie werden dem Fonds voraussichtlich rund 2,5 Mrd. S bringen) konnte zwar die Arbeitsfähigkeit des Fonds vorerst sichergestellt werden, doch ist die Finanzierung ohne Dotation aus dem Budget auch weiterhin unbefriedigend.

Die Praxis wird zeigen, ob die mit der Zusammenführung von Umweltfonds und Wasserwirtschaftsfonds verbundene Komplizierung der verwaltungsmäßigen Abläufe die Effizienz beeinträchtigen wird.

Die Forderungen des 12-Punkte-Programmes bleiben voll aufrecht:

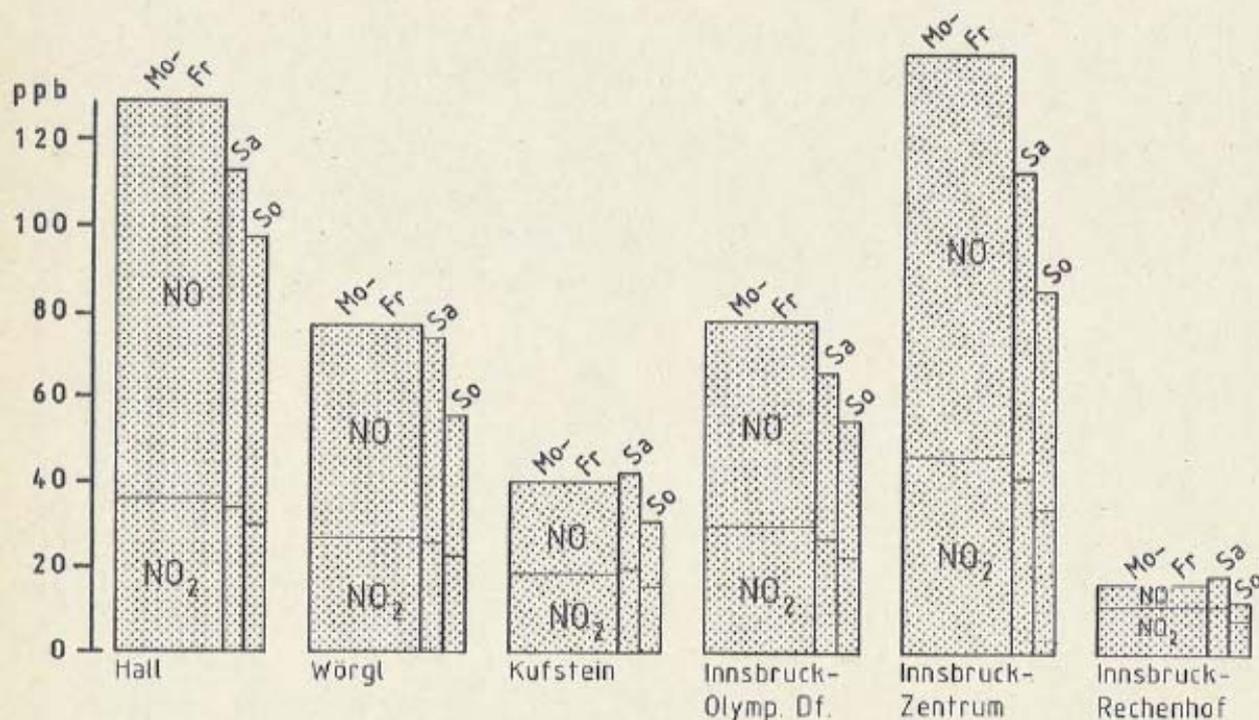
- Dotation mit mindestens 1 Mrd. S jährlich,
- bei Inanspruchnahme durch die Verstaatlichte Industrie zusätzliche Dotation im erforderlichen Ausmaß,
- Abwicklung rasch, unbürokratisch und wirtschaftsnah.

1. LUFTSCHADSTOFFBELASTUNG IN TIROL

Die Luftschadstoffmessungen in Tirol zeigen, daß tirolweit die SO_2 -Belastung abnimmt; besonders deutlich erkennbar ist dieser Trend im früher stark belasteten Ballungsraum Innsbruck. In Innsbruck-Stadtzentrum ist die Schwefeldioxidbelastung auf weniger als ein Viertel der Meßwerte in den 70er-Jahren zurückgegangen. Trotzdem ist in der Umgebung von einzelnen industriellen Emittenten lokal immer noch eine zum Teil beträchtliche Schwefelbelastung gegeben, die sich auch an den immer noch erhöhten Schwefelwerten in den Nadelanalysen zeigt. Diese Nadelanalysen zeigen in den talnahen Bereichen des Inntales, insbesondere in der Nähe von Ballungsräumen, immer noch erhöhte Schwefelwerte. Auch bei den sauren Niederschlägen ist ein rückläufiger Trend bei der Sulfatbelastung erkennbar.

Dagegen zeigt die Belastung mit Stickoxiden einen gleichbleibenden bis zunehmenden Trend an. 87 % der Stickoxide stammen vom Straßenverkehr. Das Ausmaß der NO_x -Belastung hängt zunächst von der Nähe und der Verkehrsdichte der jeweiligen Straße bzw. Autobahn ab. Die Stickoxidbelastung in der LKW-freien Zeitspanne von Samstag nachmittag bis Sonntag nachmittag nimmt im Jahresdurchschnitt bei den Inntalmeßstellen um mehr als ein Drittel ab, trotz eines fallweise in dieser Zeit höheren PKW-Aufkommens (siehe Abb. 1). Wie schnell die Stickoxide zu schädlichen Folgeprodukten wie Nitrat bzw. Photooxidantien reagieren, hängt von der Tageszeit, der Jahreszeit und der jeweils herrschenden Wetterlage ab. Bei winterlichen Inversionslagen, bzw. wenn sich diese aufzulösen beginnen, kann der gesamte Inntalboden bis in die Höhe der nördlichen Mittelgebirgsterassen von stark erhöhten Stickoxidbelastungen betroffen sein.

Abb. 1: Stickoxid-Belastung ($\text{NO} + \text{NO}_2$) an Werktagen, Samstagen und Sonntagen; Jahresmittelwerte 1987



Die Stickoxide sind sowohl als gasförmige Schadstoffe (insbesondere NO_2) vegetationsschädlich, als auch das Folgeprodukt Nitrat als Bestandteil des sauren Regens. Darüberhinaus kommt den Stickoxiden gemeinsam mit den Kohlenwasserstoffen eine besondere Bedeutung als Vorläufer für die Ausbildung von erhöhten Photooxidantien- und Ozonkonzentrationen zu. Ganzjährig treten entlang der Tiroler Hauptverkehrsstraßen Stickoxidbelastungen auf, welche bei geeigneten Umwandlungsbedingungen die Ausbildung von sehr hohen Ozonkonzentrationen von mehr als 100 ppb einleiten können.

Besorgniserregend war im vergangenen Jahr 1987, daß tirolweit zunehmend tatsächlich sehr hohe Ozonkonzentrationen aufgetreten sind. Besonders auffallend war die Zunahme der Ozonbelastung bei den bisher weniger belasteten Meßstellen, so z.B. im hinteren Zillertal (Ahorn) und in den Tallagen des Inntals (Hall i.T.) (siehe Tab. 1). In allen Lagen, also im Tal, an den Hanglagen und in den Hochgebirgslagen, wurden im vergangenen Jahr Ozonkonzentrationen von über 100 ppb erreicht, die teilweise über 8 Stunden andauerten und somit sogar die maximale Arbeitsplatzkonzentration überschritten. In den USA wurden bei gleichartigen Ozonbelastungen, wie sie z.B. in Hall oder im Bereich der Mittelgebirgslagen aufgetreten sind, Wachstumseinbußen und Vitalitätsminderungen bei empfindlichen landwirtschaftlichen Pflanzen festgestellt, die nicht nur betriebswirtschaftliche, sondern sogar volkswirtschaftliche Bedeutung erreichen. Auch die empfindlichen Nadel- und Laubbaumarten waren in ganz Tirol im vergangenen Jahr Beeinträchtigungen durch Ozon ausgesetzt.

Tab. 1: Entwicklung der Ozonbelastungen bei einzelnen Tiroler Meßstellen

Meßstelle	Vergleichs- zeitraum	Anzahl HMW > 80 ppb O_3	Anzahl HMW > 100 ppb O_3	Max. HMW in ppb
Seegrube	Mai-August 85	893	9	108
	April, Juni-Aug. 86	863	94	115
	Mai-August 87	1462	195	119
Ahorn	Mai-August 85	0	0	71
	Mai-August 86	81	0	100
	Mai-August 87	895	70	124
Hall i.T.	April-Aug. 82	18	0	89
	April-Aug. 85	0	0	77
	April-Aug. 86	37	0	93
	April-Aug. 87	205	7	115

Diese generell erhöhte Ozonbelastung dürfte einerseits auf lokal bedingte erhöhte "Vorläuferkonzentrationen" (Autoabgase NO_x und Kohlenwasserstoffe) zurückzuführen sein, andererseits auch auf eine erhöhte Grundbelastung durch Ferntransport von Ozon aus entfernteren Gebieten. Wenn sich diese beiden erhöhten Belastungen überlagern, können besonders hohe lokale Ozonkonzentrationen auftreten.

Wie stark der Einfluß des Straßenverkehrs auf die Schadstoffbelastung der Luft und deren Wirkung auf die Vegetation ist, zeigen auch die Ergebnisse der Flechtenkartierung im Raum Innsbruck, sowie die Erhebung der Bleibelastung in den Fichtenborken in ganz Tirol (siehe Kapitel 11 und 1.2).

Die Erfolge bei der Senkung der Schwefeldioxidbelastung müssen Ansporn sein, daß auch noch rechtzeitig auf dem Sektor der weiteren Schadstoffe ein Umdenken eintritt und rasche tiefgreifende Maßnahmen zur Reduktion des Schadstoffausstoßes gesetzt werden, da sonst nicht absehbare Folgen für unseren Lebensraum unvermeidlich sind.

1.1 NO_x-EMISSIONSBERECHNUNGEN IN TIROL 1986

Im vorjährigen Zustandsbericht der Tiroler Wälder wurde eine Berechnung der Stickoxidemissionen in Tirol 1985 erarbeitet, welche nunmehr für das Jahr 1986 ergänzt wird.

Auf die Wichtigkeit dieser Schadstoffe in Zusammenhang mit Waldschädigungen (direkte Wirkung von NO_x, auch in Kombination mit SO₂, Salpetersäure- sowie Photooxidantienbildung) wurde schon in den vorhergegangenen Berichten eingehend hingewiesen.

Die grobe Abschätzung der aktuellen Emissionsverhältnisse - basierend auf den gleichen Quellen und der gleichen Berechnung - ergab für Tirol im Jahr 1986 17.700 Tonnen an Stickstoffdioxidemissionen. Dies entspricht einer Erhöhung von 5,4 % gegenüber 1985. Der steigende Trend der NO_x-Emissionen läßt sich aus der Entwicklung der einzelnen Verursacher ableiten.

Emissionen durch Verkehr

Im Jahr 1986 stieg der jahresdurchschnittliche tägliche Verkehr in Österreich gegenüber 1985 um 6,9 % an; diese Steigerung war die höchste seit 1972! An den Tiroler Meßstellen des automatischen Straßenverkehrszählungnetzes wurde 1986 gegenüber 1985 sogar eine 7,2 %-ige Steigerung des Gesamtverkehrs festgestellt.

Beim LKW-Verkehr ergibt sich ein bemerkenswertes Bild: Jene zwei LKW-Zählstellen, die auf der Autobahn Kufstein/Brenner liegen, weisen 1986 eine 7,6 bzw. eine 9,6 %-ige Steigerung gegenüber 1985 auf, während sich die LKW-Zahlen beim Arlbergtunnel und in Bocking praktisch nicht verändert haben.

Insgesamt betrug der Zuwachs des Verkehrs in Österreich bezogen auf 1980 18,4 %. Mit diesem Wert wurde die NO_x-Emission für 1986 aus der Jahreskilometerleistungsstudie des Bautenministeriums von 1980 hochgerechnet und beträgt für 1986 rund 15.400 Tonnen NO₂.

Dabei handelt es sich bei den Verkehrsemissionsabschätzungen um eine sehr vorsichtige Annahme ohne Berücksichtigung von Steigungen, Überladungen der LKW oder ähnliches.

Emissionen aus sonstigen Quellen

Die restlichen NO_x-Emissionen wurden aus der Brennstoffstatistik 1986 des Bundeslastverteilers über die Versorgungsmengen an Energieträgern für Tirol berechnet. Daraus ergeben sich gerundet 2.300 Tonnen.

Die Abb. 1 zeigt für 1986, besonders durch die absoluten NO_x-Mengen bedingt, wie stark gerade der Sektor Verkehr die NO_x-Emissionen in Tirol dominiert. Während sich nämlich die NO_x-Emissionen aus dem Bereich sonstige (Industrie, Hausbrand) seit 1980 über die Jahre praktisch nicht verändert

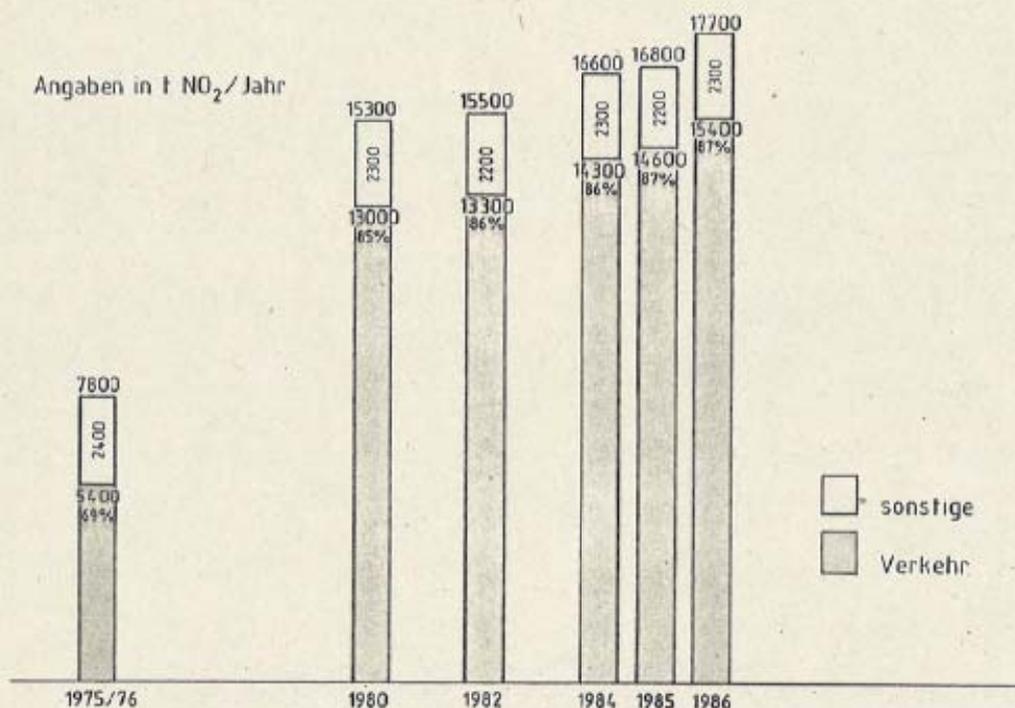
haben, erhöhten sich die verkehrsbedingten NO_x -Emissionen von 1980 auf 1986 um rund 2.400 Tonnen.

Allein diese Steigerung der verkehrsbedingten Emissionen von 2.400 Tonnen ist gleich hoch wie die jährlichen NO_x -Emissionen der sonstigen Quellen!

Zur Abb. 1 ist auf jeden Fall noch erwähnenswert, daß der Vergleich der NO_x -Emissionen aus dem Verkehr von 1980 bis 1986 keinesfalls mit jenem Wert von 1975/76 vergleichbar ist, da letzterem Wert andere (geringere) Emissionsfaktoren zugrundegelegt worden sind.

Zusammenfassend ist auf Grund der außerordentlichen Dominanz des Verkehrs und der relativ geringen Industrialisierung für Tirol der Verkehr als Hauptverursacher der NO_x -Emissions- und in der Folge auch der NO_x -Immissionsbelastung anzusehen, und daher sind rasche und wirksame Maßnahmen auf diesem Sektor von absoluter Dringlichkeit.

Abb. 1: NO_x -Emissionen in Tirol



1.2 BLEIGEHALTE IN BORKENPROBEN VON BIOINDIKATORBÄUMEN

Schwermetalle sind wie alle chemischen Elemente ein integrierter Bestandteil unseres Lebensraumes und in Böden und Pflanzen natürlicherweise vorhanden. Zieht man die Eigenschaft der Schwermetalle in Betracht, sich in einzelnen Bereichen des Ökosystems zu akkumulieren und berücksichtigt die in Laborversuchen nachgewiesenen Einflüsse auf enzymatische, biochemische und photochemische Prozesse, so ergibt sich daraus die Notwendigkeit, den Schwermetallkonzentrationen in Ökosystemen erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

1986 wurden in Borkenproben, als Indikator für die Belastung von Ökosystemen durch Verkehr, Blei- und Cadmiumgehalte bestimmt. Die Borkenproben wurden von Probebäumen aus verschiedenen Höhenlagen des Wipptales und Seitentälern des Wipptales entnommen. Die Ergebnisse, die sehr drastisch den Zusammenhang zwischen Verkehrsaufkommen und Schwermetallkonzentrationen in Borken zeigen, sind in "Zustand der Tiroler Wälder, Bericht an den Tiroler Landtag 1987" publiziert.

1987 wurde das Beprobungsgebiet auf die gesamte Landesfläche erweitert. Borkenproben wurden von Bioindikatorbäumen entnommen und auf den Bleigehalt hin untersucht. Es zeigte sich in Analogie zu 1986 ein deutlicher Zusammenhang zwischen Bleikonzentration und Verkehrsaufkommen. In stark durch motorisierten Verkehr belasteten Gebieten ist in der Regel eine Akkumulation des Schwermetalls zu registrieren.

Nimmt man die in der Literatur publizierten natürlichen Gehalte in Pflanzen von 0.1 - 6 ppm Blei (je nach Pflanzenart), so sind die Borkenproben von Seitentälern und verkehrsentfernten Bioindikatorbäumen immer im natürlichen Bereich, jene von verkehrsreichen Lagen immer überhöht, im Extremfall bis zum Zehnfachen des natürlichen Gehaltes (siehe Tab. 1).

Betrachtet man die Bleigehalte der Borken von Bioindikatorbäumen aus dem Raum Imst, so zeigt sich bei gleichem Verkehrsaufkommen ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Bleikonzentration und Standort des Bioindikatorbaumes. Der höchste Bleigehalt (13.7 ppm) war in der Borke des 400 m zur nächsten Straße stehenden Baumes, mit fortschreitender Entfernung zur nächsten Straße kam es zu einer Abnahme des Bleigehaltes von 5.9 ppm auf 1.1 ppm.

Ein analoges Ergebnis - Straßendistanz und Bleigehalt - zeigten die Borkenanalysen der Bioindikatorbäume des Raumes Kufstein; mit zunehmender Entfernung zur nächsten Straße sinkt bei gleichbleibender Verkehrsfrequenz der Bleigehalt der Borke.

Tab. 1: Bleigehalte in Borkenproben von Bioindikatorbäumen

Standort	BFI	ppm Blei	Entfernung z. nächsten Straße	Frequenz (=motori- sierter Verkehr)
Wattener Lizum	Hall	3.7	> 5 km	-
Patscherkofel	Hall	7.4	1650	32.773
Tegestal	Imst	1.1	> 5 km	-
Arzl i.P.	Imst	3.2	1250	13.926
Imst, oberhalb Schindler	Imst	13.7	400	11.515
Hochimst, Untermarkter Alm	Imst	2.2	3300	11.515
Hochimst, Wetterkreuz	Imst	4.8	1400	11.515
Karrösten	Imst	5.9	1250	11.515
Samertal	Innsbruck	1.1	> 5 km	-
Nordkettenbahn	Innsbruck	32.3	4400	36.211
Rastelboden	Innsbruck	26.9	5000	36.211
Windautal	Kitzbüchel	1.7	4500	1.841
Sintersbach	Kitzbüchel	2.7	2500	6.864
Erl-Kranzhornweg	Kufstein	45.2	500	20.820
Ebbs-Buchberg	Kufstein	17.1	1250	22.572
Kaisertal	Kufstein	67.6	1500	21.087
Stadtberg	Kufstein	48.7	1800	21.087
Stadtberg	Kufstein	30.3	2300	21.087
Stadtberg	Kufstein	24.3	4000	21.087
Haldensee	Lechtal	2.1	1500	3.396
Martinau	Lechtal	16.9	350	2.783
Kaisers	Lechtal	4.8	3600	1.895
Gaimberg	Lienz	34.1	1800	14.698
Zettlersfeld	Lienz	1.4	4000	14.698
Landeckwald	Matrei i.O.	19.6	100	5.400
Fronstadlalm	Sillian	1.7	2700	3.450
Henneberg	Silz	0.8	3400	15.098
Gries i.S.	Telfs	2.8	400	1.760
Erzherzog-Johann-Klaus	Wörgl	1.9	> 5 km	-
Schönangeralm	Wörgl	11.3	4500	2.501
Höhenstraße-Goldbründl	Zillertal	1.8	4500	1.894

1.3 SCHADSTOFFEINTRAG DURCH NASSE DEPOSITION

Die Erfassung des Schadstoffeintrages aus der nassen Deposition (Regen/Schnee) wurde auch 1987 fortgesetzt, da sich gerade durch langjährige Meßreihen Trends hinsichtlich Schadstoffbelastungen aufzeigen lassen. In der Tab. 1 sind die seit 1985 erhaltenen Ergebnisse dieser Untersuchungen als einzelne Jahreseinträge (jeweils von Oktober bis September des Folgejahres) dargestellt.

Tab. 1: Nasse Deposition im Untersuchungszeitraum 1.10.85-30.9.87 (g/m^2)

10/85-9/86	Nschl. mm	H^+	NH_4^+/N	NO_3^-/N	$\text{SO}_4^{2-}/\text{S}$
Kufstein	972	0.036	0.62	0.45	0.70
Reutte	1366	0.036	0.46	0.41	0.67
Achenkirch	1106	0.025	0.46	0.21	0.67
Innervillgraten	901	0.020	0.38	0.24	0.61
Nöblach	647	0.010	0.32	0.18	0.34
Reichenau*	150	0.010	0.31	0.20	0.49
10/86-9/87					
Kufstein	1239	0.051	0.72	0.59	0.83
Reutte	1424	0.033	0.51	0.43	0.57
Achenkirch	1305	0.015	0.42	0.20	0.74
Innervillgraten	792	0.015	0.34	0.18	0.44
Schmirn	814	0.014	0.35	0.21	0.35
Seegrube	1105	0.013	0.33	0.27	0.48
Reichenau	614	0.005	0.50	0.30	0.64

*Werte erst ab Dezember 1985

Wiederum ist Kufstein die am höchsten belastete Meßstelle in Tirol, was den Eintrag an Ammonium-Stickstoff (NH_4^+/N), Nitrat-Stickstoff (NO_3^-/N) und Sulfat-Schwefel ($\text{SO}_4^{2-}/\text{S}$) betrifft, gefolgt von Achenkirch, Reutte und Innsbruck/Reichenau. Innervillgraten, Innsbruck/Seegrube und Schmirn können als niedrig belastete Meßorte eingestuft werden.

Wichtig bei der Bewertung der nassen Deposition ist aber nicht nur der jährliche Eintrag an Schadstoffen auf den Boden, sondern auch deren Konzentrationen in den Niederschlägen. Man spricht auch von der Regenqualität, die in Tab. 2 als mengengewichtete Konzentrationswerte für die verschiedenen Meßstationen dargestellt sind.

Tab. 2: Konzentrationsmittelwerte im Untersuchungszeitraum 1.10.85 bis 30.9.87; Gewichtete Mittelwerte der Regeninhaltsstoffe (mg/l)

10/85-9/86	pH	H^+	NH_4^+/N	NO_3^-/N	$\text{SO}_4^{2-}/\text{S}$
Kufstein	4.4	0.038	0.64	0.46	0.74
Reutte	4.6	0.026	0.33	0.30	0.49
Achenkirch	4.6	0.023	0.42	0.20	0.67
Innervillgraten	4.6	0.024	0.43	0.26	0.70
Nöblach	4.8	0.016	0.49	0.29	0.53
Reichenau*	4.8	0.014	0.69	0.44	1.08

10/86-9/87					
Kufstein	4.4	0.041	0.58	0.48	0.67
Reutte	4.6	0.024	0.36	0.30	0.40
Achenkirch	4.9	0.012	0.32	0.15	0.57
Innervillgraten	4.7	0.019	0.43	0.23	0.55
Schmirn	4.8	0.017	0.43	0.26	0.43
Seegrube	4.9	0.012	0.30	0.24	0.43
Reichenau	5.1	0.008	0.82	0.49	1.05

* Werte erst ab Dezember 1985

Daraus zeigt sich, daß Innervillgraten beim Sulfat/S mit 0,55 mg/l einen höheren Wert aufweist als Reutte mit 0,40 mg SO_4^{2-} /S/l. Der höhere Eintrag an Sulfat/Schwefel ist somit das Resultat der deutlich höheren Niederschlagsmenge im Jahr 1987 in Reutte (vgl. Tab. 1).

Das gleiche Phänomen tritt auch beim Vergleich der Meßstation Kufstein mit Innsbruck/Reichenau auf. Jedoch weist die letztere Meßstelle 1987 - gleich wie im Jahr zuvor - den höchsten mengengewichteten Sulfat/Schwefelwert aller Tiroler Meßstellen auf. Offensichtlich sind diese Niederschlagsereignisse in Innsbruck/Reichenau nicht nur durch großräumige Schadstoffverfrachtung und Ausregnung zustande gekommen, sonst wäre auch auf der Seegrube ein ähnlicher Wert gemessen worden; hier entstehen hohe SO_4^{2-} /S-Konzentrationen im Niederschlag vielmehr aufgrund der u.a. im Winter erfolgten Absorption von heizungsbedingten SO_2 -Emissionen des Ballungsgebietes Innsbruck zusammen mit erschwerten Abtransportbedingungen (Inversionen). Verdunstungseffekte während des Herunterfallens der Niederschläge können diese großen Unterschiede keineswegs erklären.

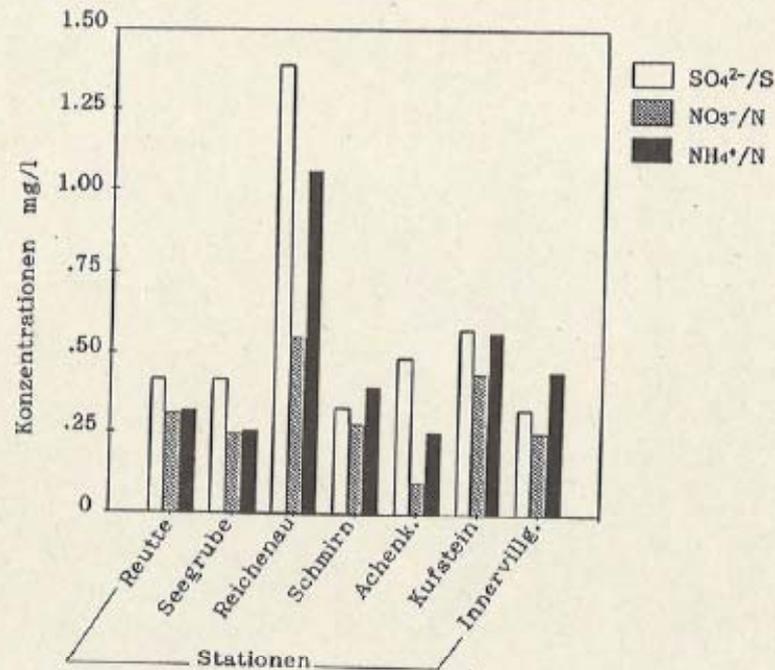
Der Vergleich Reutte mit Innervillgraten zeigt aufgrund des Fehlens großer und nahegelegener Industriebetriebe oder Ballungsräume deutlich, daß sowohl nördlich als auch südlich des Alpenhauptkammes belastete Ereignisse auftreten.

In Innsbruck-Reichenau wird ein zusätzlicher Effekt sichtbar, nämlich das Auswaschen lokaler Luftverschmutzungen.

Diese Erklärung der Absorption von Schadstoffen aus der Luft während des Herunterfallens (eine genaue Darstellung der beiden Effekte "Ausregnen" und "Auswaschen" wurde schon im Zustandsbericht 1985 gegeben) in Innsbruck/Reichenau wird durch den Eintrag an freier Säure zusätzlich belegt; verglichen mit der Reichenau ist dieser Wert auf der Seegrube deutlich höher (siehe Tab. 1). Durch das Auswaschen basischer Stäube aus der Luft verbleibt nur mehr ein geringer Anteil an freien Säuren (H^+) im gesammelten Regen bei der Meßstelle am Inntalboden.

Der Nitrat/Stickstoff- und Chlorid-Eintrag an beiden Stationen sind weder von der Jahreszeit noch von der Seehöhe abhängig.

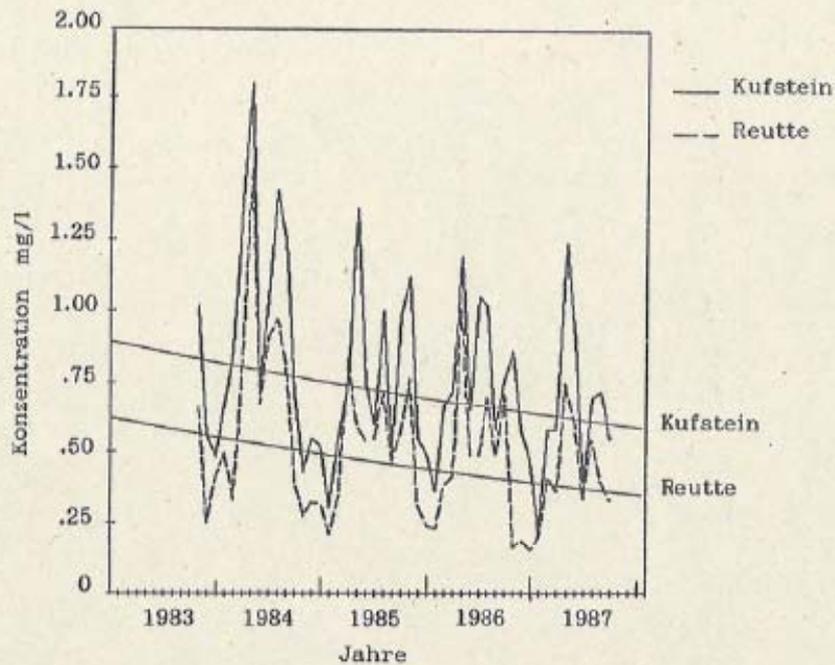
Abb. 1: Medianwerte der Konzentrationen an Inhaltsstoffen im Niederschlagswasser im Zeitraum von Oktober 1986 bis September 1987



In der Abb. 1 sind die sogenannten Medianwerte dargestellt; Medianwerte sind jene Werte bei einer statistischen Auswertung, die für unsymmetrische Verteilungen berechnet werden und somit Ausreißer weniger berücksichtigen als der mengengewichtete arithmetische Mittelwert. Daraus ist wesentlich besser ersichtlich als aus der Tab. 1, daß der Verschmutzungsgrad der Niederschläge in Innsbruck/Reichenau am größten ist.

Interessant ist der Trend der nun schon 4 Jahre laufenden Niederschlagsuntersuchungen (siehe Abb. 2). Für Sulfat-Schwefel (mengengewichtete mittlere Konzentrationswerte) der Stationen in Reutte und Kufstein zeigt sich dabei einerseits ein deutlicher Jahresgang in den monatlichen Werten als auch ein über die Jahre insgesamt leicht fallender Verlauf. Diese Abnahme ist auf die Verringerung der SO₂-Emissionen (weniger und schwefelärmerer Heizmaterialeinsatz) zurückzuführen.

Abb. 2: Gang der mittleren mengengewichteten Konzentrationen an $\text{SO}_4^{2-}/\text{S}$ im Niederschlagswasser im Zeitraum von Oktober 1983 bis September 1987



Für Nitrat im nassen Niederschlag konnte ein solcher Trend nicht festgestellt werden (vgl. dazu Tab. 2).

Es ist in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen, daß in diesem Kapitel nur der nasse Anteil der Luftreinigungsvorgänge erfaßt ist. Dieser Anteil beträgt, wie eine Studie des deutschen Umweltbundesamtes kürzlich gezeigt hat, etwa ein Viertel des gesamten Eintrages an Schadstoffen aus der Luft. Der Großteil des Schadstoffeintrages an Sulfat/S und Nitrat/N erfolgt durch trockene Deposition.

Dies ist im Zusammenhang mit der Schädigung der Wälder in Tirol von Bedeutung; z.B. können die überaus hohen NO_x -Emissionen aus dem Verkehr (siehe Kap. 1.1) - verstärkt durch die orographischen Gegebenheiten und das Ausfiltern durch die Bäume - zu einer Verschiebung des Nährstoffhaushaltes führen. Die einseitig hohe Stickstoffzufuhr bringt die Waldvegetation damit aber bei anderen Nährstoffen wie Phosphor, Magnesium und Kalium in den Mangelbereich.

2. DAS "BLATTSTERBEN" IM JUNI 1987

Am 15.6. wurde aus der Gemeinde Radfeld gemeldet, daß sich bei einzelnen Bäumen - vor allem bei Birnen, Roßkastanien, Birken, Flieder und Holunder - die Blätter plötzlich schwarz verfärbt haben. Ähnliche Informationen trafen wenig später aus dem Achantal, Zirl, Scharnitz, Innsbruck und Schönwies ein.

Diese Meldungen haben große Beunruhigung in der Bevölkerung ausgelöst und eine intensive Ursachenforschung eingeleitet. Pflanzen- und Bodenproben wurden zur Analyse an die Lebensmitteluntersuchungsanstalt Innsbruck, an die Forstliche Bundesversuchsanstalt, an die Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien und an die Veterinärmedizinische Untersuchungsanstalt in Innsbruck übersandt. Gleichzeitig wurde unter Auswertung der verfügbaren Daten ein Zuordnungsversuch zu verschiedenen Emittenten unternommen. Entlang der Straßen- und Bahntransitrouten wurde erhoben, ob allenfalls ein schadhafter Gefahrguttransport als Ursache in Frage kommt.

Erst als die umfangreichen und aufwendigen Analysen keinen Hinweis auf einen Schadstoff als Verursacher erbracht haben, und erst als gleichzeitig alle Zuordnungsversuche zu Emittenten ergebnislos blieben, konnten Luftschadstoffe als Auslöser dieses Ereignisses ausgeschlossen werden. Als Ursache für dieses Blattsterben kann nur ein Klimastreß angenommen werden, der durch einen plötzlichen Übergang von einer ausgeprägt feucht-kalten zu einer sehr warmen Witterung verursacht wurde und der zum Absterben einzelner Pflanzenteile geführt hat. Die Tatsache, daß geschädigte Blätter ausschließlich an den windzugewandten Baumkronen festzustellen waren, unterstützt diese Annahme. Ein aufmerksamer Dorfchronist hat der Landesforstdirektion mitgeteilt, daß in der Gemeinde Ried im vergangenen Jahrhundert eine Eintragung in der Dorfchronik ein ähnliches Phänomen festgehalten hat.

Die in der Öffentlichkeit aufgestellte Vermutung, das Blattsterben sei durch Dioxine aus dem Montanwerk Brixlegg ausgelöst worden, ist mit Sicherheit falsch, dagegen spricht das Verteilungsmuster der einzelnen Schadensgebiete und auch das Ergebnis der vom Umweltbundesamt in Wien in Auftrag gegebenen "Dioxinstudie" (siehe Beurteilung der Immissions-situation im Raum Brixlegg).

Diese Untersuchung hat im unmittelbaren Umkreis des Montanwerkes Dioxine nachgewiesen, Kontrolluntersuchungen im Raum Radfeld, dem Zentrum des "Blattsterbens", haben aber keinen Hinweis auf Dioxine erbracht.

3. DIE WALDZUSTANDSINVENTUR 1987, SCHADENSENTWICKLUNG SEIT 1984

Hauptziel der periodischen Waldzustandsinventur (WZI) ist es, durch jährliche einzelbaumweise Taxation identischer Probestämme die Entwicklung der Waldschäden in ihrer zeitlichen und regionalen Ausbreitung zu erfassen.

Der Zustand der Tiroler Wälder wurde 1987 an 262 Grundnetzpunkten im 4x4 km-Raster (siehe Tab. 1) beurteilt. Gegenüber den ursprünglich 264 Grundnetzpunkten (1984) fielen 7 Probepunkte infolge Nutzung aus. Für 5 hiervon konnten Ersatzprobeflächen gefunden werden, 2 Probeflächen wurden nicht mehr eingerichtet.

Tab. 1: Datenumfang der WZI 1984 - 1987

	1984	1985	1986	1987
Anzahl der Probeflächen	264	300	299	298
davon Grundnetz	264	264	263	262
davon Verdichtungspunkte	-	36	36	36

Schadenssituation und Schadensentwicklung

Der Gesundheitszustand des Tiroler Waldes hat sich weiter verschlechtert. In Tirol sind nunmehr 40 % des Waldbestandes über 60 Jahre sichtbar geschädigt. 32 % weisen leichte, 7 % mittelstarke Schäden auf. 1 % sind stark geschädigt bzw. tot (siehe Tab. 2).

Der Vergleich der bisherigen Inventuren zeigt von 1984 bis 1986 eine Zunahme der Waldschäden von jährlich 4 Prozentpunkten, 1986 auf 1987 eine Zunahme um 2 Prozentpunkte.

Bezogen auf die Tiroler Waldfläche sind ca. 144.000 ha von 437.000 ha Hochwaldfläche geschädigt. Dies bedeutet eine Zunahme der ideellen Schadensfläche seit 1984 um ein Drittel (36.000 ha).

Bei dieser Waldfläche handelt es sich allerdings um eine "ideelle" Waldfläche, da die Schäden nicht auf ein Gebiet konzentriert sondern über den gesamten Tiroler Wald verteilt sind. Jeder geschädigte Baum repräsentiert mit seiner Grundfläche einen Teil dieser "ideellen" Schadensfläche. Bei der Waldzustandsinventur werden Bestände unter 60 Jahren nicht erfaßt. Sie wurden bei dieser Flächenberechnung als ungeschädigt unterstellt, obwohl zumindest in den Hauptschadensgebieten dies nicht mehr zutrifft.

Tab. 2: Gesundheitszustand der einzelnen Baumarten in Beständen über 60 Jahre (in % der Bestandesgrundfläche) in Tirol

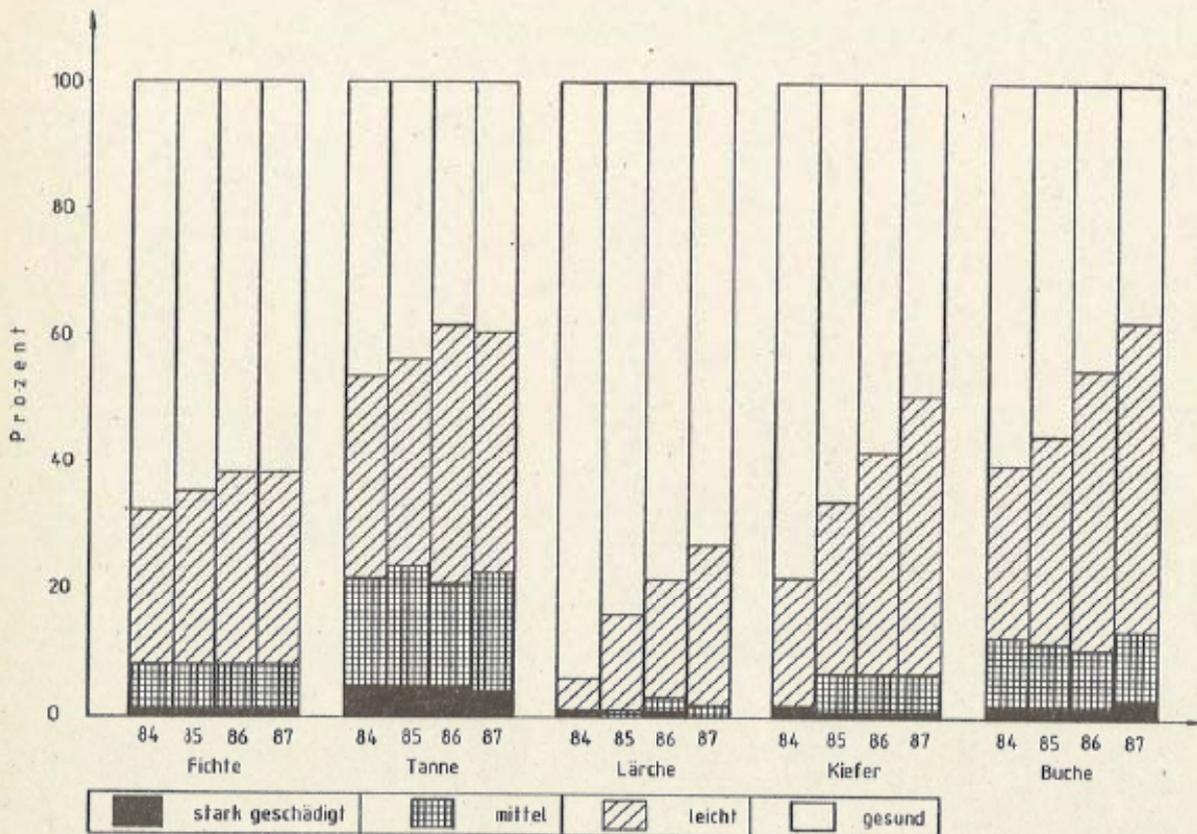
Baumart	Jahr	Schadstufen				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelst. geschädigt	4+5 stark gesch. und tot	
Fichte	1984	68	24	7	1	32
	1985	65	27	7	1	35
	1986	62	30	7	1	38
	1987	62	30	7	1	38
Tanne	1984	46	32	17	5	54
	1985	43	33	19	5	57
	1986	38	41	16	5	62
	1987	39	38	19	4	61
Lärche	1984	94	5	-	1	6
	1985	84	15	1	0	16
	1986	79	18	2	1	21
	1987	73	25	2	0	27
Kiefer	1984	78	20	-	2	22
	1985	66	27	6	1	34
	1986	58	35	6	1	42
	1987	49	44	6	1	51
Zirbe	1984	95	5	-	0	5
	1985	93	7	0	0	7
	1986	85	12	3	0	15
	1987	85	15	0	0	15
Buche	1984	60	27	11	2	40
	1985	55	33	10	2	45
	1986	45	44	9	2	55
	1987	37	49	11	3	63
alle BA	1984	70	21	7	2	30
	1985	66	25	7	2	34
	1986	62	29	7	2	38
	1987	60	32	7	1	40

Baumartenverteilung WZI: 65 % Fichte, 6 % Tanne, 12 % Lärche, 6 % Kiefer
3 % Zirbe, 7 % Buche, 1 % sonstige Laubbölzer

Die Schäden an den einzelnen Baumarten

Die Ergebnisse der WZI für die einzelnen Baumarten sind in Tab. 2 zusammengestellt. Buchen und Tannen sind am stärksten von den Schäden betroffen. Rund zwei Drittel unserer Buchen und Tannen sind nicht mehr gesund. Während im Vergleich zu den Vorjahren der Zustand der Tannen, Fichten und Zirben konstant blieb, haben sich Kiefern und Lärchen deutlich verschlechtert. Am stärksten haben die Kronenverlichtungen von 1984-1987 bei Kiefer, Buche und Lärche zugenommen (siehe Tab. 2 und Abb. 1).

Abb. 1: Verteilung der Schäden bei den Hauptbaumarten (WZI 1987)



Die Schäden in den Bezirken

Die Waldschäden verteilen sich nicht gleichmäßig über ganz Tirol (Tab. 3).

Am stärksten sind die Schäden in den Nordalpen, im Inntal (von Erl bis Telfs) und im Wipptal.

Der Bezirk Reutte ist mit 60 % geschädigter Bestandesgrundfläche am schlechtesten, gefolgt von Kufstein-Kitzbühel mit 46 %. Der Bezirk Schwaz liegt mit 40 % sowie Innsbruck-Stadt und Land mit 39 % geschädigter Bestandesgrundfläche etwa im Landesdurchschnitt. Die Bezirke Lienz mit 28 % und Landeck-Imst mit 29 % geschädigter Bestandesgrundfläche liegen deutlich unter dem Landesdurchschnitt von 40 %.

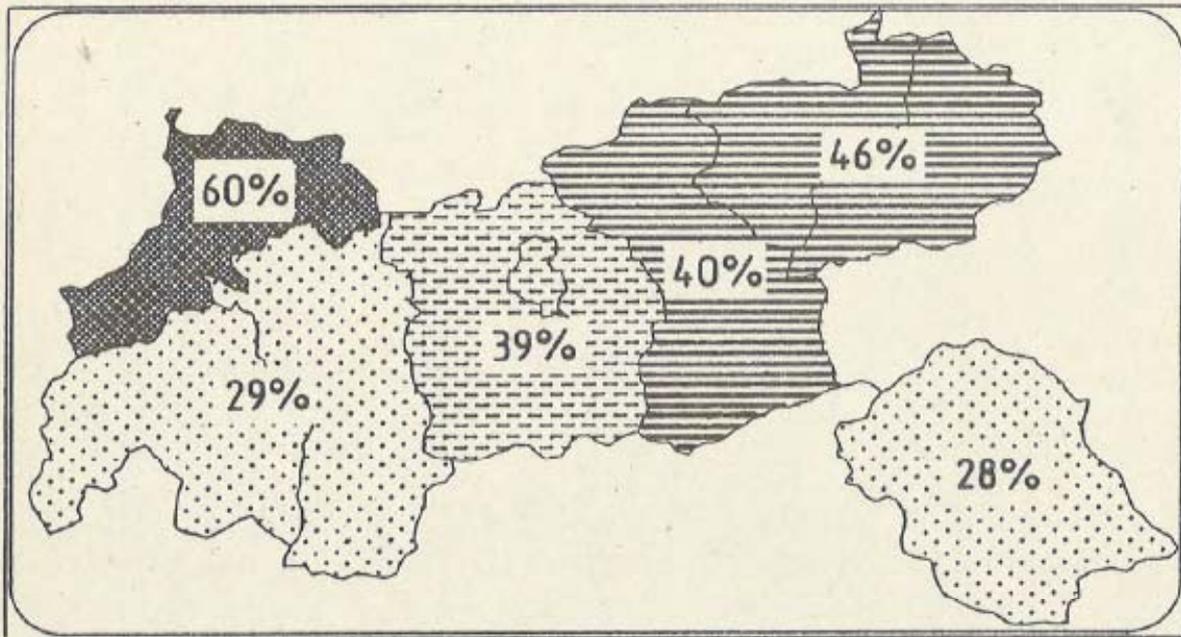
Tab. 3: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre in den Bezirken (in % der Bestandesgrundfläche) in Tirol

Bezirk	Jahr	Schadstufen				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelst. geschädigt	4+5 stark gesch. und tot	
Reutte	1984	57	24	16	3	43
	1985	49	32	16	3	51
	1986	44	35	17	4	56
	1987	40	42	16	2	60
Landeck u. Imst	1984	85	10	4	1	15
	1985	76	20	3	1	24
	1986	75	21	3	1	25
	1987	71	26	3	0	29
Innsbruck Std.+Land	1984	67	28	4	1	33
	1985	68	26	5	1	32
	1986	60	34	5	1	40
	1987	61	31	7	1	39
Schwaz	1984	62	29	7	2	38
	1985	62	29	7	2	38
	1986	59	32	8	1	41
	1987	60	31	7	2	40
Kufstein u.Kitzbühel	1984	67	24	7	2	33
	1985	61	30	8	1	39
	1986	55	37	7	1	45
	1987	54	38	7	1	46
Lienz	1984	83	15	2	0	17
	1985	78	18	3	1	22
	1986	76	19	4	1	24
	1987	72	23	4	1	28
Gesamt Tirol	1984	70	21	7	2	30
	1985	66	25	7	2	34
	1986	62	29	7	2	38
	1987	60	32	7	1	40

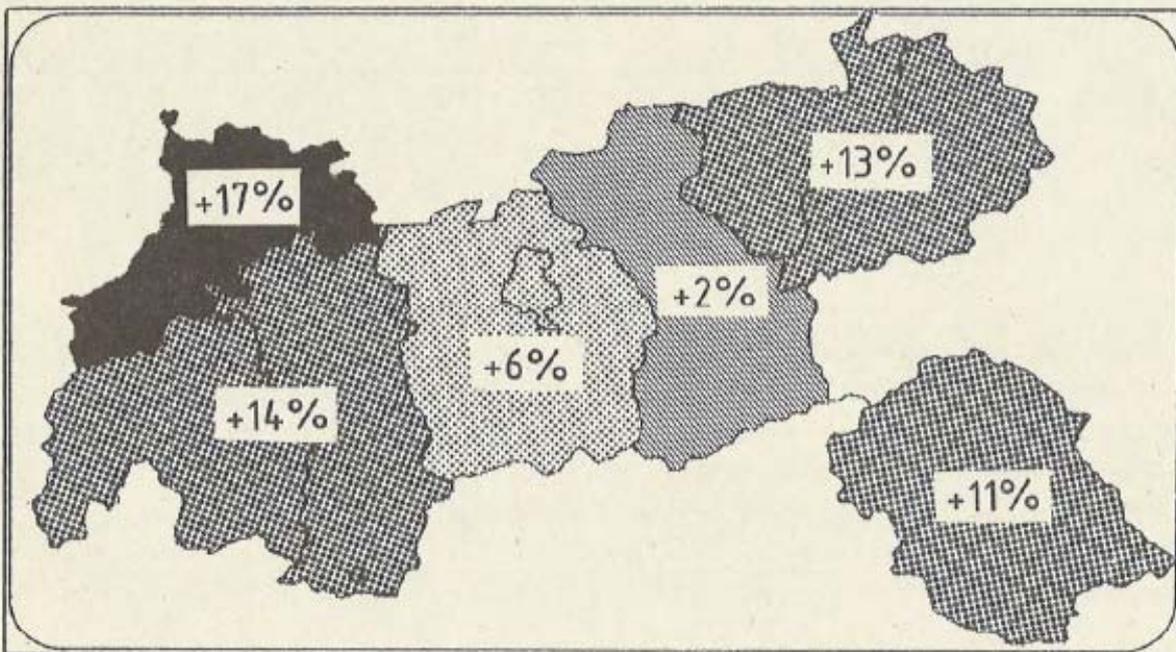
Gerade in den meistbetroffenen Bezirken Reutte und Kufstein-Kitzbühel ist eine hohe Schadenszunahme von 1984 bis 1987 mit 17 bzw. 13 Prozentpunkten zu verzeichnen. In den Bezirken Landeck-Imst sowie Lienz wurde eine Schadenszunahme (1984-1987) von 14 bzw. 11 Prozentpunkten festgestellt. Der Waldzustand von 1984-1987 in den Bezirken Innsbruck-Stadt und Land sowie in Schwaz läßt eine Schadenszunahme von 6 bzw. 2 Prozentpunkten erkennen (Abb. 2).

Abb. 2: Verteilung der Schäden in den Bezirken und Zunahme der Schäden von 1984 bis 1987

Tiroler Waldzustandsinventur 1987
Verteilung der Waldschäden in den Bezirken



Tiroler Waldzustandsinventur 1984-1987
Zunahme der Schäden von 1984 bis 1987



4. NADELANALYSEN AUF SCHWEFEL - ERGEBNISSE DES BIOINDIKATORNETZES

1987 wurden in Tirol 135 Probepunkte des Bioindikatornetztes beerntet; die Schwefelgehalte der Nadeln wurden im Labor der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (Wien) bestimmt.

Ergebnisse:

Gegenüber dem Vorjahr kam es sowohl beim Grundnetz als auch beim verdichteten Netz im Jahre 1987 zu einer Zunahme der Zahl von Punkten mit Grenzwertüberschreitungen und einer Abnahme der Zahl von Punkten, bei denen nach den Ergebnissen der Nadelanalysen Schwefel-Immissionseinwirkungen auszuschließen sind. Von 1986 auf 1987 erhöhte sich der Anteil von Punkten mit Grenzwertüberschreitungen im systematischen Grundnetz von 2 auf 7 Prozent.

Das bisher schlechteste Ergebnis im Jahre 1983, als 9 Prozent der Grundnetzpunkte Grenzwertüberschreitungen aufgewiesen hatten, wurde 1987 nicht ganz erreicht. Der Hauptgrund für die im Berichtsjahr höheren Schwefelwerte in Fichtennadeln als im Vorjahr dürfte bei der für die S-Aufnahme günstigen Witterung (kühl-feucht) liegen.

Diese für die S-Aufnahme günstige Witterung hat auch in "Reinluftgebieten" höhere Schwefelgehalte in Fichtennadeln bewirkt.

Für die Beurteilung der Schwefelwerte der zwei untersuchten Nadeljahrgänge (NJ) der einzelnen Probepunkte wurden die Schwefelwerte (Durchschnittswert aus zwei benachbarten Probebäumen) des Nadeljahrgangs 1 und 2 Klassen mit den in Tabelle 1 angeführten Grenzen zugeordnet.

Tab. 1: Grenzen für die Klassifizierung der Schwefelgehalte der Nadeljahrgänge 1 und 2

Klasse	% S im Nadeljahrgang	
	1	2
1	< 0,081	< 0,101
2	0,081 - 0,110	0,101 - 0,140
3	0,111 - 0,150	0,141 - 0,190
4	> 0,150	> 0,190

Bei Beurteilung der angeführten Klassenwerte bzw. Gesamtklassifikationen (= Summe der Klassenwerte Nadeljahrgang 1 + 2) ergibt sich die in Tabelle 2 ersichtliche Häufigkeitsverteilung der 43 Grundnetzpunkte:

Tab. 2: Bioindikatornetz Tirol
Verteilung der Schwefelwerte der von 1983 bis 1987 bearbeiteten 43 Grundnetzpunkte nach Klassen (Gesamtklassifikation NJ 1+2)

Jahr	Gesamtklassifikation			
	1	2	3	4
1983	2	37	4	-
1984	34	9	-	-
1985	26	15	2	-
1986	17	25	1	-
1987	4	36	3	-

Wie aus Tabelle 2 zu ersehen ist, sank die Zahl der Punkte mit der Gesamtklassifikation 1, für die Schwefel-Immissionseinwirkungen auszuschließen sind, 1987 gegenüber dem Vorjahr wieder deutlich ab und erreichte 1987 nur noch 12 Prozent des Anteils von 1984, als 34 Grundnetzpunkte die Gesamtklassifikation 1 aufgewiesen hatten.

Gegenläufig dazu stieg der Anteil der Punkte mit einer Gesamtklassifikation 2 seit 1984 ständig an und erreichte 1987 im Verlauf der bisherigen 5 Untersuchungsjahre den zweithöchsten Wert.

Legt man zur Beurteilung der Nadelanalysergebnisse (135 Probepunkte) die Grenzwerte der 2. Forstverordnung §5(1)a und b zugrunde, so ergeben sich

für 1986 41 Grenzwertüberschreitungen,
für 1987 45 Grenzwertüberschreitungen

Keine Überschreitungen der Schwefel-Grenzwerte zeigten die Nadelanalysen aus den Bezirksforstinspektionen Lechtal, Matrei und Sillian.

Einzelne Überschreitungen der Schwefelgrenzwerte zeigen die Nadelanalysen folgender Bezirksforstinspektionen: Hall, Imst, Kitzbühel, Landeck, Lienz, Reutte, Ried, Silz, Steinach, Telfs, Zillertal.

Zahlreiche zum Teil auch starke Überschreitungen der Schwefelgrenzwerte wurden in folgenden Bezirksforstinspektionen festgestellt: Innsbruck, Kufstein, St. Johann, Schwaz, Wörgl.

5. SIND UNSERE WALDBÖDEN GEFÄHRDET?

In weiten Teilen Tirols können sich Böden auf längere Zeit nur dort halten, wo sie von Vegetation bedeckt sind. Böden werden auf den steilen Gebirgshängen rein mechanisch nur durch die intensive Durchwurzelung der Vegetation auf dem darunterliegenden Fels verankert. Da sich jede Verlichtung der Assimilationsorgane (Nadelverlust) auch in einem analogen Verlust an Wurzelmasse niederschlägt, bedeutet Nadelverlust immer auch eine schlechter werdende Verankerung der Böden selbst und eine Erhöhung der Erosionsgefährdung. In einem Gebirgsland wie Tirol ist daher weder Wald ohne gesunden Boden, noch ist Boden ohne gesunden Wald auf Dauer vorstellbar.

Die besondere Wichtigkeit des Schutzes unseres Waldbodens zur dauerhaften Erhaltung seiner für unsere Gesellschaft lebenswichtigen Funktionen resultiert vor allem daraus, daß der Boden sobald er in seinen chemischen oder physikalischen Eigenschaften verändert ist, im Gegensatz zu Luft und Wasser nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem finanziellen Aufwand wieder saniert werden kann. Anders als bei landwirtschaftlich genutzten Böden werden die deutlichsten Veränderungen in Waldböden durch den Eintrag von Luftschadstoffen hervorgerufen, während die Auswirkungen der Bewirtschaftung (Biomasseentzug, Bodenverdichtung) eher untergeordnete Bedeutung haben.

Bodenversauerung: Durch den Eintrag von anorganischen Säuren (Schwefelsäure, Salpetersäure), die Reaktionsprodukte der primären Luftschadstoffe SO_2 und NO_x darstellen, kommt es im Boden zu einer Auswaschung basischer Pflanzennährstoffe (Calcium, Kalium, Magnesium) und damit zu einer Versauerung des Mineralbodens. Diese Versauerung schreitet aber nicht überall gleich rasch fort, da manche Böden aufgrund ihres großen "Basenreservoirs" diese Säuren eine Zeitlang neutralisieren können, andere Böden mit geringerer "Pufferkapazität" versauern jedoch sehr schnell.

Hinzu kommt noch, daß die kleinräumige Differenzierung des Schadstoffeintrages, vor allem in einem Gebirgsland wie Tirol, zu einer unterschiedlichen Säurebelastung der Waldböden führt. Während im Bereich des Talbodens neben den Säuren auch große Mengen an neutralisierenden Basen in den Waldökosystemen deponiert werden, überwiegen die sauren Komponenten mit zunehmender Seehöhe immer stärker; die Säurepufferung kann in den höheren Lagen deshalb nur im Waldboden selbst erfolgen.

Nicht übersehen werden dürfen auch die zum Teil beachtlich hohen Ammoniumeinträge aus der Landwirtschaft in den Tal- und unteren Hanglagen. Obwohl das Ammoniumion basischen Charakter hat, wirkt es in Waldökosystemen versauernd, da bei der NH_4^+ -Aufnahme von der Baumwurzel Säure in den Waldboden abgegeben wird.

Bodenversauerung kann aber nicht nur durch saure Niederschläge, sondern auch durch extensive Bewirtschaftung der Wälder bewirkt werden, da jeder Biomasseentzug auch einen unwiederbringlichen Export der in der Biomasse gespeicherten Basen bedeutet. Während die traditionelle Nutzungsart (Derbholz ohne Rinde) in dieser Hinsicht unproblematisch ist, da im Holzkörper vergleichsweise wenig Basen gespeichert sind, bedeutet die Vollbaumentnahme, das ist die Nutzung des gesamten Baumes einschließlich der Zweigmasse, einen beachtlichen Basenexport

(bei gleicher Biomasseentnahme bewirkt die Vollbaumnutzung die 5-fache Versauerung wie die Derbholznutzung in Rinde). Die Vollbaumnutzung ist in Tirol unüblich.

Stickstoff-Eutrophierung: Der Problemerkis der Überdüngung unserer Waldökosysteme durch Deposition atmosphärischer Stickstoffverbindungen scheint zunächst in Widerspruch zur oben erwähnten Notwendigkeit der Düngung bei hohen Biomasseentzügen und fortschreitender Bodenversauerung zu stehen, da gerade Stickstoff derjenige Nährstoff ist, der das Pflanzenwachstum am stärksten fördert. Wie bei landwirtschaftlich genutzten Pflanzen kommt es aber auch bei der Baumvegetation bei einseitiger Stickstoffzufuhr zu einem Wachstumsschub und in der Folge zu einer kritischen Verdünnung der anderen Pflanzennährstoffe wie Phosphor, Kalium, Magnesium oder Calcium, die durch die Niederschläge nicht in "harmonischem Verhältnis" mit dem Stickstoff, entsprechend dem tatsächlichen Bedarf der Pflanzen, zugeführt werden. Nährstoffmangelercheinungen verbunden mit Nadelverlust sowie geringere Durchwurzelungsintensität sind die unmittelbaren Folgen.

Neben diesen Ernährungsstörungen der Waldbäume bewirken erhöhte Stickstoffeinträge auch verstärkte Nitratauswaschung aus dem Boden ins Grundwasser, da die Waldbäume anders als landwirtschaftlich genutzte Pflanzen kaum Nitrat aus dem Boden aufnehmen und damit binden können. Weitere nicht weniger wichtige negative Folgen der Stickstoffüberdüngung der Waldökosysteme sind:

- Änderung des Resistenzverhaltens der Waldbäume gegenüber Schadorganismen, da stickstoffreiches Pflanzengewebe zahlreichen Schädlingen bessere Ernährungsbedingungen bietet.
- Verminderung der Frosthärte.
- Veränderungen des Mykorrhizabesatzes und der Bodenorganismen.

Schwermetallbelastung: Vor allem in der Umgebung von Transitrouten und Ballungsräumen werden auch in Tirol oft beträchtliche Mengen an Schwermetallen in die Waldböden eingetragen, wo die meisten Schwermetalle sehr gut gebunden werden und so immer weiter akkumulieren, bis ein bestimmter von den chemisch-physikalischen Bodeneigenschaften abhängiger Schwellenwert erreicht wird, bei dessen Überschreitung Schwermetalle nicht mehr festgehalten werden können und ins Grundwasser ausgewaschen werden.

Diese Grenze, ab der Waldböden ihre so wesentliche Filterwirkung für Schwermetalle verlieren, wurde in der Vergangenheit in Tirol wohl nur in Ausnahmefällen erreicht (Umgebung des Montanwerkes Brixlegg). Trotzdem ist eine Verringerung der Schwermetallbelastung wichtig, da jeder Schwermetalleintrag in den Waldboden, sei es aus der Atmosphäre oder aus dem Eintrag schwermetallhaltigen Klärschlammes oder Müllkompostes, die Speicherfähigkeit des Bodens für diese Schadstoffe verringert.

6. DIE WINTERLICHE SCHADGASAUFNAHME IMMERGRÜNER NADELBÄUME IN TIROL

Ungeklärt war bisher die Frage, wie sich die winterliche Anreicherung der Luft mit Schadstoffen auf immergrüne Waldbäume auswirkt. Zur Grundbelastung durch den Verkehr kommen Heizungsabgase und die erschwerte Verdünnung dieser Schadstoffe bei Temperaturinversionen (Kaltluftseen) als zusätzliche Belastungsgrößen hinzu. Je nach Mittelungs- und Schadgasart tritt im Winter eine 2- bis 7-fach höhere Schadgasbefrachtung der Luft auf als im Sommer (Werte für Innsbruck). Die zweite Forstverordnung geht davon aus, daß im Winter die Poren der Nadeln immergrüner Koniferen weitgehend geschlossen sind und ein Eindringen von Schadgasen stark behindern. Für SO_2 gelten daher im Winter doppelt so hohe Grenzwerte als im Sommer. In einem vom Land Tirol, der Akademie der Wissenschaften und dem Verein zum Schutze der Umwelt geförderten Projekt wurden nun in zwei "Jahrhundert-Wintern", nämlich dem extrem kalten Winter 86/87 und dem extrem warmen Winter 87/88, die tatsächliche Gasdurchlässigkeit von Koniferennadeln erwachsener Bäume im Freiland, an mehreren Standorten Nordtirols, mit mobilen Analysegeräten untersucht.

Die Messungen ergaben bei Fichte und Kiefer in beiden Wintern beträchtliche Aktivität. Als Schwellentemperatur für die Bereitschaft zur Porenöffnung konnte ein Temperaturminimum der vergangenen Nacht zwischen -4 und -5 Grad Celsius ermittelt werden. Liegt das Temperaturminimum über dieser Grenze (das ist im langjährigen Mittel an 75 - 80 % der Tage der winterlichen Heizperiode der Fall), bestimmen die bisherige Dauer der Frostperiode und die jeweilige Tageserwärmung die Durchlässigkeit der Blatthaut für Schadgase. An sonnigen Wintertagen kann die Durchlässigkeit der Nadeln die Hälfte des Sommerwertes erreichen. Im Hochwinter 87/88 war dies an der Mehrzahl der Tage der Fall. Gleichzeitig wurden fast täglich die Grenzwerte der Schadgasbelastung der Luft für Siedlungsräume überschritten (NO_2). Bei Nachttemperaturen zwischen 0 und +3 Grad und häufig bedecktem Himmel herrschte trotz "milder" Witterung ausgesprochenes "Heizwetter", und der Straßenverkehr, als Hauptluftverschmutzer, war wegen der sommerlichen Fahrbahnverhältnisse höher als der Jahreszeit entsprechend. Die Untersuchungen ergaben weiters, daß die maximale Öffnung der Nadelporen mit der mittäglichen Immissionsspitze zusammenfällt.

Schlußfolgerungen

Auf Grund der festgestellten Diffusionsverhältnisse in den Nadeln, fehlt die Rechtfertigung für eine jahreszeitliche Differenz der Schadgaswerte. Dies umso mehr, als Neutralisation und Abtransport von absorbierten Schadstoffen im Winter in der Pflanze träger ablaufen als im Sommer, was in der winterlichen Zunahme des Schwefelgehaltes in Nadeln zum Ausdruck kommt. Die extrem hohe winterliche Stickoxidbelastung der Luft im Inntal erfordert im Lichte dieser Ergebnisse eine kritische Neubewertung. Die Erkenntnisse der Studie sollten bei einer Novellierung der Forstverordnung berücksichtigt werden.

7. STAND DER VERFAHREN GEGEN FORSTSCHÄDLICHE LUFTVERUNREINIGUNGEN

Das Forstgesetz 1975 bestimmt, daß Betreiber von Anlagen, die forstschädliche Luftverunreinigungen verursachen, zu emissionsmindernden Maßnahmen zu verpflichten sind. Forstschädliche Luftverunreinigungen sind dann gegeben, wenn die in der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen festgesetzten Grenzwerte bestimmter Schadstoffe überschritten werden und dadurch meßbare Schäden an der Waldkultur entstehen. Für den Schadstoff Schwefeldioxid wurde hinsichtlich der Größe der Anlagen ein zeitlicher Stufenplan vorgesehen, der darauf abzielt, daß in Zweijahresstufen in zunehmendem Maße auch die mittleren und kleineren Emittenten von den entsprechenden forstgesetzlichen Bestimmungen erfaßt werden. Zum 1.7.1988 unterliegen nunmehr alle jene Betriebe dem Forstgesetz, die eine Brennstoffwärmeleistung von mehr als 10 MW aufweisen oder mehr als 30 kg SO₂ pro Stunde emittieren. Diese Werte gelten jedoch nur für Altanlagen. Im Falle der Neuerrichtung von Betriebsanlagen sind die entsprechenden Werte um die Hälfte niedriger; somit 5 MW oder 15 kg SO₂ pro Stunde. Durch diese zeitliche Stufenregelung werden nunmehr zu den 10 Schwefeldioxidemittenten in Tirol, auf die bisher schon die forstgesetzlichen Bestimmungen anzuwenden waren, weitere 12 dazukommen.

Ab 1.7.1990 werden weiters alle Schwefeldioxid emittierenden Anlagen erfaßt, die eine Brennstoffwärmeleistung über 2 MW aufweisen oder mehr als 6 kg Schwefeldioxid pro Stunde ausstoßen. Dies sind zusätzlich 29 Anlagen, sodaß dann insgesamt 51 Betriebe die Bestimmungen des Forstgesetzes einzuhalten haben werden. Zu diesen kommen noch vier Anlagen, die Fluor ausstoßen, und eine Anlage, die Schwermetalle emittiert, somit insgesamt 56 Betriebe in Tirol, die ab Juli 1990 verpflichtet sind, die forstgesetzlichen Bestimmungen zu beachten.

Seit Inkrafttreten des Forstgesetzes 1975 wurde in acht Fällen ein forstfachliches Gutachten gemäß § 52 Forstgesetz erstellt, wobei in sechs Fällen ein Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen erkannt werden konnte.

Hiebei lassen sich die von den Bezirkshauptmannschaften ergangenen Beauftragungen zur Erstellung von Gutachten gemäß § 52 Forstgesetz 1975 hinsichtlich des Standes der Erledigung in 5 Gruppen unterteilen:

I. Verursacher wurde durch Gutachten festgestellt - Waldgefährdung konnte beseitigt werden

In drei Fällen wurden nach Vorliegen des Gutachtens folgende emissionsmindernde Maßnahmen vorgenommen:

Die Ziegelei in Hopfgarten hat die forstschädlichen Immissionen durch Einbau einer Abgasreinigungsanlage sofort beseitigt.

Das Fernheizwerk Kufstein konnte die nachhaltige Sanierung durch den Einsatz von Erdgas erreichen.

Die Maschinenfabrik "Jenbacher Werke" hat durch die Umstellung von Heizöl schwer mit 2 % Schwefel auf solches mit nur 1 % der Feststellung Rechnung getragen, daß sie Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen ist.

II. Gutachten liegt vor - Verfahren oder Sanierung noch nicht abgeschlossen

1. Ziegelei des Landesgefängnisses Innsbruck

Das Verfahren für diese Anlage konnte im vergangenen Jahr mit einem rechtskräftigen Bescheid des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft abgeschlossen werden, der den Einbau einer entsprechenden Reinigungsanlage samt Meßgeräten vorsieht. Zwischenzeitlich wurden jedoch noch keine technischen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt, wobei allerdings die Anlage derzeit auch nicht in Betrieb ist. Es darf davon ausgegangen werden, daß im Laufe des Jahres 1988 eine endgültige Klärung darüber erreicht werden kann, ob diese Anlage entsprechend dem forstrechtlichen Bescheid saniert oder der Betrieb endgültig eingestellt wird.

2. Zementwerk Vils

Im November 1986 wurde für diesen Betrieb ein Gutachten ausgearbeitet, in dem der Forstsachverständige zur Auffassung gelangte, daß durch diese Anlage forstschädliche Luftverunreinigungen verursacht werden. Die Betriebsleitung hat diese Feststellung bestritten, und aufgrund von Gesprächen, die zwischen Vertretern des Unternehmens, der Bezirkshauptmannschaft Reutte und dem Gutachter erfolgt sind, wurden 1987 sowohl Immissionsmessungen der Grundbelastung als auch Emissionsmessungen vorgenommen. Damit soll insbesondere klargestellt werden, welchen Anteil die Emissionen des Zementwerkes an der Gesamtbelastung aufweisen. Da im Umgebungsbereich dieses Betriebes keine absoluten Grenzwertüberschreitungen auftreten, sind hinsichtlich der Festlegung der Bezugswerte für die Ermittlung der relativen Überschreitungen noch ergänzende Ermittlungen erforderlich. Auch die Nadelanalysen 1987 haben für den Raum Vils keine absoluten Grenzwertüberschreitungen ergeben. Ob das Zementwerk Vils tatsächlich als Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen seitens der Behörde festgestellt werden kann, wird sich erst nach Vorliegen aller weiteren Untersuchungsergebnisse beurteilen lassen. Grundsätzlich ist zu erkennen, daß die ermittelten Werte des Schwefelgehaltes in den Nadeln im Grenzbereich der zulässigen Werte liegen.

3. Zementwerk Eiberg, Gemeinde Söll

Das forstliche Gutachten gemäß § 52 Forstgesetz wurde für diesen Betrieb im Februar 1987 fertiggestellt und der Bezirkshauptmannschaft Kufstein vorgelegt. Diese hat dem Betreiber das Gutachten zur Stellungnahme übermittelt, der eine Gegendarstellung hiezu abgegeben hat. Nunmehr sind Besprechungen der Behörde mit der Geschäftsleitung und dem forstlichen Gutachter vorgesehen.

III. Gutachtenerstellung wegen geänderter Emissionsverhältnisse aufgeschoben bzw. für 1988 vorgesehen

In mehreren Fällen haben Betreiber von Anlagen vor Erstellung eines entsprechenden Gutachtens (gemäß § 52 Forstgesetz 1975) Maßnahmen zur Emissionsminderung getroffen. Für diese Betriebe wurde z. T. die bisherige Immissionssituation dargestellt, die jedoch für ein rechtliches Verfahren nicht mehr relevant ist. Erst die Ergebnisse der Nadelanalysen 1987 und z. T. auch 1988 werden zeigen, ob es erforderlich sein wird, ein entsprechendes Gutachten zu erstellen und ein Verfahren einzuleiten.

1. Metallwerk Plansee in Breitenwang/Reutte

Im Umgebungsbereich dieses Betriebes sind 1986 eine absolute und mehrere relative Überschreitungen der Grenzwerte aufgetreten, die damals überwiegend dem Metallwerk Plansee zuzuordnen waren. Soweit für 1987 die Ergebnisse der Nadelanalysen vorliegen, ergeben sich keine absoluten Grenzwertüberschreitungen. Die Immissionssituation wurde bereits im Jahre 1986 durch die Umstellung von Heizöl schwer mit 2 % Schwefel auf solches mit nur 1 % Schwefel maßgebend verbessert. Inwieweit trotz dieser Umweltentlastung die forstlichen Grenzwerte noch überschritten werden, wird sich erst nach Vorliegen aller Analyseergebnisse zeigen. Die Immissionssituation des Umgebungsbereiches dieses Werkes wird bis zur endgültigen Klärung, ob tatsächlich keine forstschädlichen Luftverunreinigungen verursacht werden, weiter beobachtet.

2. Montanwerk Brixlegg

Die Austria Metall-Montanwerke Brixlegg sind Betreiber mehrerer Emittenten, wobei bis Anfang 1986 die Abgase des Konverters einige Male am Tag zu sehr hohen SO_2 -Spitzenwerten geführt haben. Durch den Einbau der Entschwefelungsanlage, die Ende 1985 in Betrieb gegangen ist, wurde diese Emissionsquelle entschärft. Es gibt jedoch noch andere Emittenten im Rahmen dieses Unternehmens, insbesondere den Flammofen (Massenstrom 43,1 kg SO_2 pro Stunde), die gelegentlich erhebliche Immissionsbelastungen verursachen. Seitens der Betriebsleitung wurde nunmehr jedoch zu Beginn dieses Jahres eine Umstellung der Heizölqualität vorgenommen. Es wird nicht mehr Heizöl schwer mit 1,7 % Schwefel sondern solches mit nur 1 % Schwefel eingesetzt. Damit ergibt sich für das Jahr 1988 eine neue Immissionssituation hinsichtlich des Schadstoffes Schwefeldioxid. Trotzdem ist es angebracht, Nadelanalysen auch in diesem Jahr für den Raum Brixlegg vorzunehmen, um die tatsächliche Wirkung der bisher durchgeführten Maßnahmen beurteilen zu können, insbesondere ob die Grenzwerte für Schwefel künftig eingehalten werden.

Hinsichtlich der Schwermetallimmissionen an Blei, Zink und Kupfer kann aufgrund der letzten Meßergebnisse davon ausgegangen werden, daß die forstlichen Grenzwerte in den nächstgelegenen Waldteilen gerade erreicht bzw. leicht überschritten werden. Unbeschadet dieser aktuellen Immissionssituation ist darauf hinzuweisen, daß durch den Betrieb des Montanwerkes Brixlegg in den vergangenen Jahrzehnten eine starke Akkumulierung der verschiedenen Schwermetalle in den Böden des Umgebungsbereiches erfolgt ist.

Da die Immissionen bei den genannten Metallen im Bereich der forstlichen Grenzwerte liegen, ist beabsichtigt, im Laufe des Jahres ein entsprechendes Gutachten zu erstellen und die Einleitung eines forstrechtliches Verfahrens zu veranlassen.

Die Immissionsbelastung durch Dioxine wird in diesem Kapitel nicht behandelt, da diese nicht Emissionsstoffe, die forstschädliche Luftverunreinigungen verursachen, im Sinne des Forstgesetzes 1975 sind.

3. Spanplattenwerk Egger, St. Johann

Die Firmenleitung hat anfangs 1985 den Betrieb von Heizöl schwer mit 2 % Schwefel auf solches mit 1 % Schwefel umgestellt. Sowohl die Ergebnisse der Nadelanalysen 1986 als auch jene des Jahres 1987 zeigen im Raum St. Johann eine größere Anzahl von absoluten Grenzwertüberschreitungen. Daher ist es erforderlich, da das dortige Spanplattenwerk nunmehr den Bestimmungen der Zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen unterliegt, ein entsprechendes Gutachten zu erstellen und ein Verfahren gemäß § 51 Forstgesetz einzuleiten. Gleichzeitig sind jedoch auch für das Jahr 1988 die entsprechenden Untersuchungen fortzuführen.

4. Firma Swarovski und Papierfabrik in Wattens

Die Firma Swarovski hat bereits im Jahre 1985 als erstes Tiroler Unternehmen freiwillig auf schwefelärmeres Heizöl umgestellt. In räumlicher Nähe befindet sich eine Papierfabrik, die auch als bedeutender SO_2 -Emittent anzusehen ist. Diese Anlage wird erst mit 1.7.1988 von den forstgesetzlichen Bestimmungen erfaßt werden. Um gegen beide Betreiber gleichzeitig vorgehen zu können, wird dieser Zeitpunkt abgewartet.

Vor Erstellung eines entsprechenden Gutachtens ist allerdings zu klären, bis wann die Erdgasleitung Wattens erreichen wird und inwieweit die einzelnen Anlagenbetreiber diese Energie tatsächlich auch in Anspruch nehmen werden. Hinsichtlich der Firma Swarovski ist die Verwendung von Erdgas, sobald dieses verfügbar sein wird, zu erwarten. Sollte aufgrund der intensiven Bemühungen, die Erdgasleitung möglichst rasch von Kufstein bis nach Innsbruck zu verlegen, bereits Ende 1989 bzw. anfangs 1990 Erdgas im Raum Wattens verfügbar sein, so erscheinen umfangreiche Gutachtertätigkeit und aufwendige Behördenverfahren nicht zweckmäßig.

5. Perlmoser Zementwerke in Kirchbichl

Zu Beginn des Jahres 1987 war noch vorgesehen, die bestehende Zementaufbereitungsanlage durch eine neue und umweltfreundlichere zu ersetzen. Der Antrag auf gewerbebehördliche Genehmigung wurde jedoch im Laufe des vergangenen Jahres zurückgezogen. Damit ist nunmehr zu prüfen, inwieweit durch den bestehenden Betrieb forstschädliche Luftverunreinigungen verursacht werden. Ein entsprechendes Gutachten wird in nächster Zeit erstellt, wobei in den vergangenen Jahren sowohl mehrere absolute als auch relative Grenzwertüberschreitungen des Schwefelgehaltes in den Fichtennadeln aufgetreten und im Nahbereich des Werkes auch gewisse Beeinträchtigungen des Waldbestandes zu beobachten sind.

IV. Bisherige Untersuchungen konnten Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen nicht feststellen

Im Umgebungsbereich verschiedener Betriebe, von denen zu vermuten war, daß sie Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen sind, wurden entsprechende Untersuchungen vorgenommen. Hierbei zeigte sich, daß entweder nur einzelne Grenzwertüberschreitungen aufgetreten sind und diese einem einzigen Verursacher nicht zugeordnet werden konnten oder im Falle von Fluor-Belastungen

keine für den Schadstoff typischen Schäden an Waldbeständen auftraten. Diese Situation hat sich bei einer Glashütte in Kufstein und bei einem Tonwerk in Fritzens ergeben. Im Umgebungsbereich der Biochemie Schaftebau, die im vergangenen Jahr freiwillig auf Heizöl schwer mit 1 % Schwefel umgestellt hat, traten zwar einzelne Schwefel-Grenzwertüberschreitungen auf, eine eindeutige Zuordnung war bisher jedoch nicht möglich. Im übrigen wird dieser Betrieb erst zum 1.7.1990 der Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen unterliegen, sodaß die laufenden Immissionsuntersuchungen des dortigen Raumes vor allem auch zur Immissionsbeurteilung anderer Betriebe im Umgebungsbereich dienen.

V. Emissionsmindernde Maßnahmen von Betrieben in Innsbruck

Obwohl in Innsbruck bisher nur gegen die Ziegelei des Landesgefängnisses ein Verfahren durchgeführt wurde, haben viele andere Betriebe, insbesondere aufgrund von Empfehlungen des Bürgermeisters, von Heizöl schwer mit 2 % Schwefel auf solches mit 1 % Schwefel umgestellt. Hier sind folgende Betriebe zu nennen: Adambräu, Bürgerbräu, Loden-West AG, Milchhof Innsbruck, Vereinigte Fettwarenindustrie Mühlau und die Firma Montana. Darüberhinaus konnte durch Verhandlungen mit der Österreichischen Fernwärmegesellschaft sowie in Gesprächen mit Vertretern der betroffenen Wohngemeinschaften erreicht werden, daß sämtliche Fernwärmeanlagen in Innsbruck künftig anstelle mit Heizöl schwer 1 % Schwefel mit Heizöl leicht Schwecat 2000 r betrieben werden. Da die Umstellung noch nicht gänzlich abgeschlossen ist, wird diese Maßnahme erst im Laufe des Jahres 1988 spürbar zur Immissionsverminderung beitragen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß derzeit 2 Verfahren gemäß § 51 Forstgesetz 1975 anhängig sind. Zwei Anlagen haben durch eine Reinigungsanlage bzw. durch den Einsatz von Erdgas ihre SO_2 -Emission weitgehend beseitigt, eine Anlage hat durch Umstellung von Heizöl mit 2 % Schwefel auf solches mit 1 % ihre Emissionen maßgebend reduziert, für eine Anlage gibt es einen rechtskräftigen Sanierungsbescheid des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, und bei 2 Betrieben konnte im Rahmen der Begutachtung der Verursacher nicht ausreichend definitiv festgestellt werden.

8. WALDZUSTAND UND IMMISSIONSSITUATION - BEZIRKSERGEBNISSE

In diesem Abschnitt werden Waldzustand und Immissionsituation 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 besonders um den Nachweis von Belastungen und nicht um die Beschreibung weniger oder kaum belasteter Regionen.

Grundlage der Besprechung sind die in der Karte (Abb. 1) eingezeichneten und mit den Zahlen 1 bis 20 numerierten Beurteilungsräume. Als Beurteilungsgrundlage dienen die Waldzustandsinventur 1987 sowie die Ergebnisse der langjährigen Immissionsmessungen der Landesforstdirektion Tirol.

Die zur Beurteilung herangezogenen Grenzwerte sind:

A) Schwefeldioxidbelastung (SO₂):

Die Grenzwerte laut 2. Forstverordnung sind:

§ 4 (1) Als Höchstanteile im Sinne des § 48 lit.b des Forstgesetzes 1975, die nach dem Stand 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.

2. Tagesmittelwert (TMW) in den Monaten

- aa) April bis Oktober 0,05 mg/m³
- bb) November bis März 0,10 mg/m³

B) Stickoxide ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$):

Die Österreichische Akademie der Wissenschaften hat im April 1987 Luftqualitätskriterien für Stickoxide bekanntgegeben. Neben Kriterien zum Schutz des Menschen wurden auch solche zum Schutz der Vegetation festgelegt. Als langfristige Zielvorstellung zum Schutz des Ökosystems wurden noch strengere Werte genannt:

Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentration für Stickstoffdioxid = NO_2 in ppb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

zum Schutz der/des	Halbstunden- mittelwert	Tages- mittelwert.	Jahres- mittelwert
Menschen	105ppb=200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	52ppb=100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Vegetation	105ppb=200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	42ppb= 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16ppb=30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ökosystems	42ppb= 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21ppb= 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5ppb=10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Da für Stickstoffmonoxid = NO keine anderen Richtwerte vorliegen, werden zur Beurteilung die Grenzwerte der VDI-Richtlinie 2310 herangezogen. Diese sind für den

Halbstundenmittelwert	800 ppb = 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Tagesmittelwert	400 ppb = 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

C) Ozon (O_3):

Da in Österreich bezüglich Ozon derzeit keine gesetzlichen Regelungen oder Empfehlungen vorliegen, werden zur Beurteilung die Ozongrenzwerte der schweizerischen Luftreinhalteverordnung (gültig seit 1. März 1986) herangezogen. Diese Grenzwerte sind:

98 %-Wert auf der Basis der Halbstundenmittelwerte eines Monats:
50 ppb $\text{O}_3 = 100 \mu\text{g} \text{O}_3/\text{m}^3$

Einstundenmittelwert:
60 ppb $\text{O}_3 = 120 \mu\text{g} \text{O}_3/\text{m}^3$

D) Schwermetall- u.a. Staubbelastungen:

Die Grenzwerte laut 2. Forstverordnung sind:

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

Monatsmittelwert angegeben als	Jahresmittelwert
MgO 0,08 g/m ² .Tag	0,05 g/m ² .Tag
CaO 0,6 g/m ² .Tag	0,4 g/m ² .Tag
	Jahresmittelwert
Pb	2,5 kg/ha.Jahr
Zn	10,0 -"-
Cu	2,5 -"-
Cd	0,05 -"-

Die in § 4 angeführten Werte beziehen sich auf die alleinige Wirkung der jeweiligen luftverunreinigenden Stoffe.

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:

- Geringere Schwefelgehalte als die in lit.b angegebenen 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.
- Findet lit.a keine Anwendung, werden für die ersten drei Nadeljahrgänge die zulässigen Höchstanteile wie folgt festgesetzt:

1. bei Schwefel

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

2. bei Fluor und Chlor

Nadeljahrgänge	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

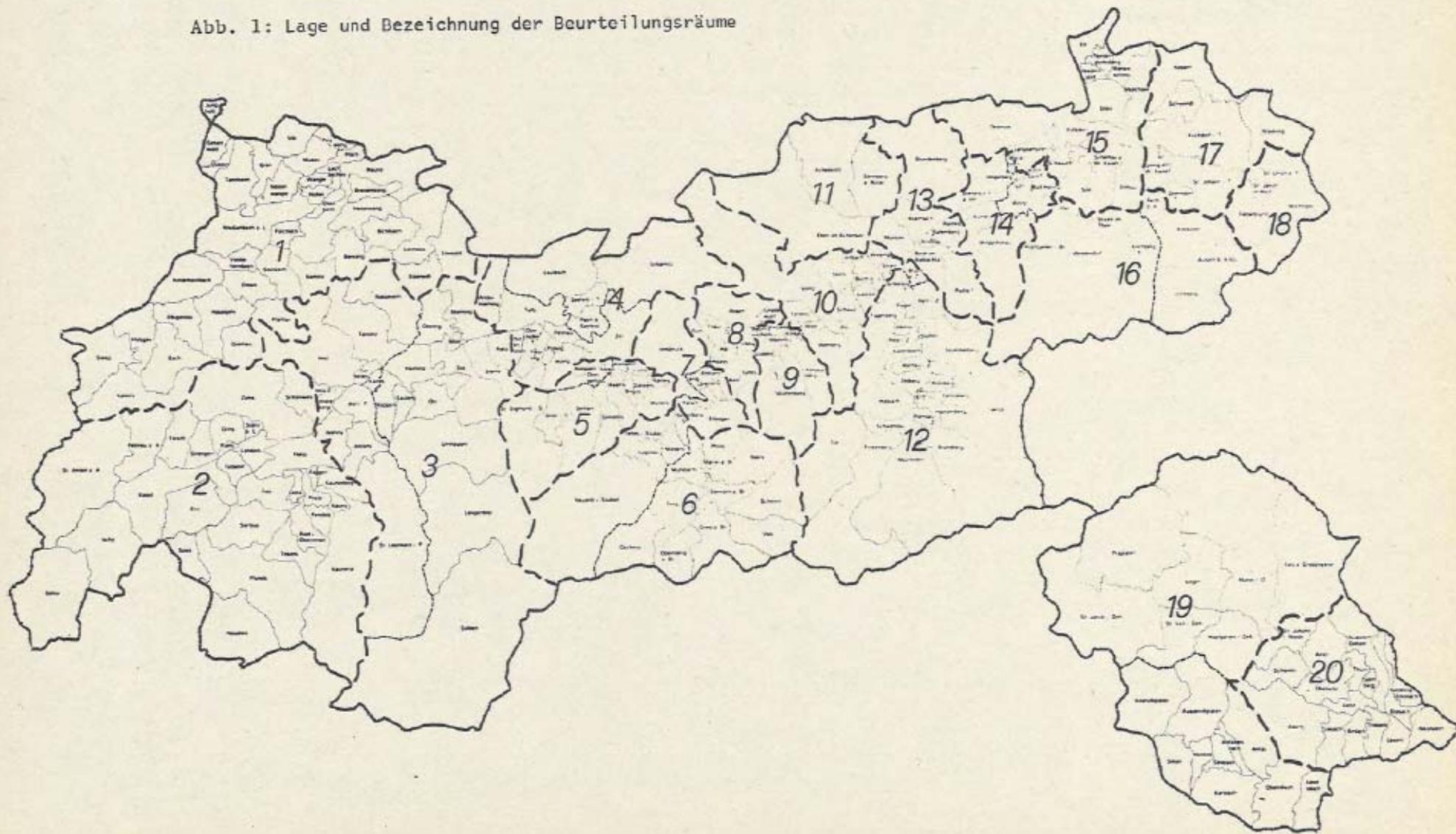
Neben diesen absoluten Werten ist auch das Verhältnis der Nährelemente zueinander (Nährelementquotient) zu berücksichtigen.

(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 alleinige Wirkung der jeweiligen luftverunreinigenden Stoffe.

Abb. 1: Lage und Bezeichnung der Beurteilungsräume



BEZIRK REUTTE

BFI Lechtal, BFI Reutte

a) Waldzustand

Tab. 1: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Reutte, Schadensentwicklung seit 1984

Baumart	Jahr	Schadstufen				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht. geschädigt	3 mittelst. geschädigt	4+5 stark gesch. + tot	
Fichte	1984	57	24	17	2	43
	1985	51	32	14	3	49
	1986	46	35	17	2	54
	1987	44	40	14	2	56
Tanne	1984	44	21	23	12	56
	1985	24	37	24	15	76
	1986	24	33	25	18	76
	1987	21	37	31	11	79
Kiefer	1984	72	25	-	3	28
	1985	66	26	5	3	34
	1986	60	28	10	2	40
	1987	37	53	9	1	63
Buche	1984	50	29	21	-	50
	1985	34	38	28	-	66
	1986	35	43	18	4	65
	1987	18	51	28	3	82
alle BA	1984	57	24	16	3	43
	1985	49	32	16	3	51
	1986	44	35	17	4	56
	1987	40	42	16	2	60

Der Bezirk Reutte, der zur Gänze im Nordalpenbereich liegt, ist mit Abstand der am stärksten geschädigte Bezirk Tirols. 60 % der Bäume über 60 Jahre weisen Kronenverlichtungen auf. Seit der 1. Erhebung 1984 nehmen die Waldschäden laufend zu. Von 10 Bäumen weisen bereits 6 sichtbare Schadsymptome auf!

Der Zustand der am meisten geschädigten Baumarten Tanne und Buche hat sich weiter verschlechtert. Besonders die Baumart Buche ist von dieser Verschlechterung betroffen, sind doch nur mehr 18 % der Buchen gesund. Bereits 42 % der Tannen und 31 % der Buchen weisen mittelstarke bzw. starke Schäden auf. Bei der Kiefer nahm der Anteil der gesunden Bäume um 23 %-

Punkte ab! Die gleichmäßig starke Verschlechterung der Fichte von 1984 bis 1986 war 1987 nicht mehr in diesem Ausmaß zu verzeichnen (siehe Tabelle 1). Die Schäden verteilen sich über das gesamte Außerfern. Besonders schlecht ist der Waldzustand im nördlichen Teil des Bezirkes, vom Zugspitzgebiet über den Ammerwald und 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) Immissionssituation

1. Beurteilungsraum: Bezirk Reutte

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Erhebungen der SO_2 -Immissionsbelastung zeigen, daß in Reutte im Winter nur ganz vereinzelt die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten wurden, die SO_2 -Messungen im Sommer in Vils ergaben keine erhöhten SO_2 -Belastungen. Fallweise wurden bei den benachbarten bayerischen Meßstellen am Wank und am Hochgrat im Winterhalbjahr SO_2 -Belastungen im Bereich der Forstgrenzwerte ermittelt, was in ähnlicher Weise auch die nach Norden exponierten oberen Hanglagen des Außerfern betreffen dürfte. Schwefelwerte in den Fichtennadeln, welche die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschreiten, wurden bei Reutte und auf der Ehrwalder Alm festgestellt.

Die erhöhten Schadstoffeinträge durch sauren Regen zeigten bezüglich des Sulfat-Anteiles zwar einen leichten Rückgang, wogegen der Nitrat-Anteil angestiegen ist.

Bei der Meßstelle am Wank und am Hochgrat wurden ähnlich wie bei Tiroler Meßstellen während der gesamten Vegetationszeit stark erhöhte Ozonbelastungen gemessen. Mit derartigen Belastungen ist auch im Außerfern zu rechnen. Solche Ozonbelastungen führen gemeinsam mit den vermehrten sauren Niederschlägen zu Wachstums minderungen und Vitalitätsbeeinträchtigen der empfindlichen Nadel- und Laubbaumarten.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Reutte - Bezirksforstinspektion - Bahnhofstraße:

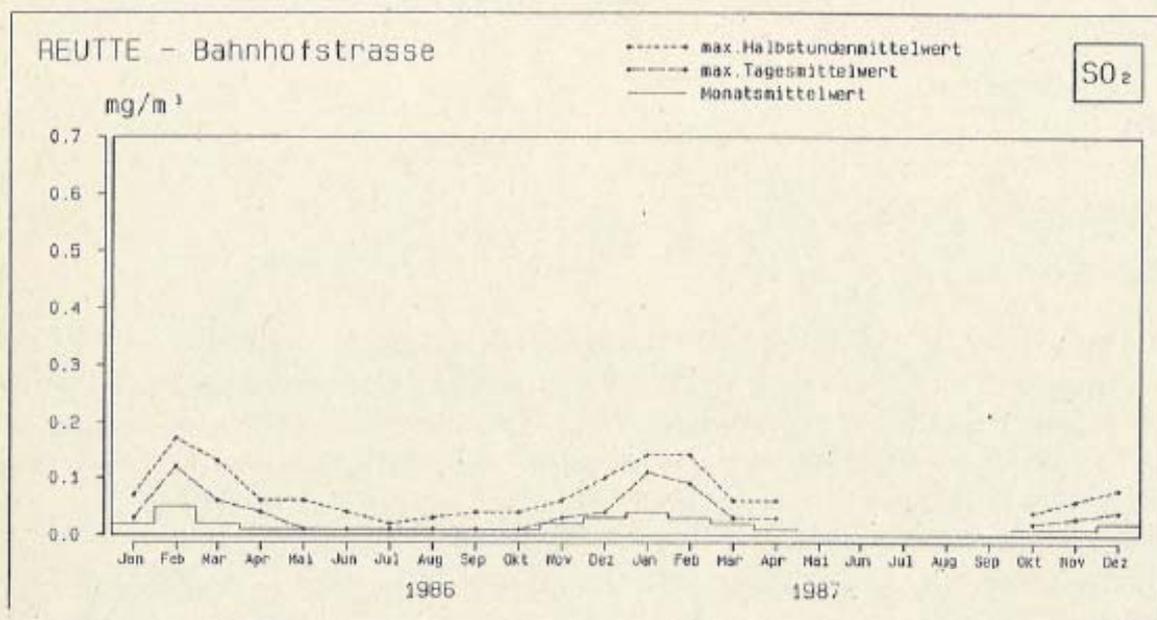
Lage: 930 m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet.

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tages- mittelwert	maximaler Halbstunden- mittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO_2 in mg/m^3	1-3, 10-12/87	0,02	W: 0,11 S: 0,02	W: 0,14 S: 0,04	W: 0,12 S: -

In Reutte wurden einmal im Winterhalbjahr die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten. In mehreren Fällen wurden auch SO_2 -Ferntransporte aus dem nördlichen Ausland festgestellt, wobei am Hochgrat bei Oberstaufen und am Wank gleich hohe oder höhere SO_2 -Konzentrationen aufgetreten sind als in Reutte.

Abb. 2:



Meßstelle Wängle:

Lage: 930 m ü.d.M./Hanglage/landwirtschaftlich genutztes Grünland.

Eintrag pro Jahr

Nasse Deposition im Untersuchungszeitraum 1.10.1986 bis 30.9.1987:

Nschl mm	H ⁺	NO ₃ ⁻ /N in g/m ²	SO ₄ ²⁻ /S
1424	0,033	0,43	0,57

Weitere Ergebnisse siehe Kapitel 1.3.

Meßstellen Wank und Zugspitze sowie Oberstaufen-Hochgratbahn:

Wie aus den lufthygienischen Monatsberichten des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz zu entnehmen ist, wurden hauptsächlich im Winterhalbjahr fallweise erhöhte SO_2 -Belastungen gemessen, wobei bei der Meßstelle Hochgrat der Bereich der SO_2 -Grenzwerte der 2. Forstverordnung erreicht wurde.

Die Ozonbelastungen bei allen drei Meßstellen lagen insbesondere im Sommerhalbjahr großteils erheblich über den Schweizer Ozongrenzwerten.

Meßstelle Vils - Vilsershof:

Lage: 810 m ü.d.M./Talboden/landwirtschaftlich genutztes Grünland.

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO ₂ in mg/m ³	5-10/87	0,01	S: 0,01	S: 0,02	S: 0,01

Am Talboden bei Vils, im Zuwehungsbereich eines Zementwerkes, wurden nach dessen Umbau so geringe SO₂-Belastungen gemessen, daß diese deutlich unter den Grenzwerten der 2. Forstverordnung lagen. Die Belastung von höher gelegenen Hanglagen im Zuwehungsbereich des Zementwerkes kann erst anhand von zu Redaktionsschluß noch ausständigen Nadelanalysen aus dem Jahr 1987 beurteilt werden.

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1986 weisen im Lechtal keine Grenzwertüberschreitungen, jedoch leicht erhöhte Schwefelgehalte in Kaisers und im Madautal auf.

Im Raum Vils wurde 1986 an der Meßstelle Zementwerk eine Grenzwertüberschreitung sowie östlich des Zementwerkes am Stieglberg und beim Ländenhof eine leicht erhöhte Schwefelbelastung festgestellt. In Reutte wurden 1986 bzw. 1987 Grenzwertüberschreitungen (Archbach-Siedlung, Frauenbrünnele, Sindebühel bzw. Ehrwalder Alm) sowie leicht überhöhte Schwefelbelastungen beim Plansewerk, Plattenwald, Sintwag und beim Bezirkskrankenhaus ermittelt.

BEZIRKE LANDECK UND IMST

BFI Landeck, BFI Ried, BFI Imst, BFI Silz

a) Waldzustand:

Tab. 2: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre in den Bezirken Landeck und Imst, Schadensentwicklung seit 1984

Baumart	Jahr	Schadstufen				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelst. geschädigt	4+5 stark gesch. + tot	
Fichte	1984	80	13	6	1	20
	1985	74	21	4	1	26
	1986	72	23	4	1	28
	1987	70	25	4	1	30
Lärche	1984	98	1	-	1	2
	1985	86	13	-	1	14
	1986	87	13	-	-	13
	1987	72	26	2	-	28
Kiefer	1984	92	7	-	1	8
	1985	75	23	2	-	25
	1986	73	25	1	1	27
	1987	61	38	1	-	39
Zirbe	1984	98	2	-	-	2
	1985	91	9	-	-	9
	1986	92	8	-	-	8
	1987	96	4	-	-	4
alle BA	1984	85	10	4	1	15
	1985	76	20	3	1	24
	1986	75	21	3	1	25
	1987	71	26	3	-	29

Der Waldzustand im Tiroler Oberland zeigt von 1986 auf 1987 eine mäßige Verschlechterung, 29 % der Bestandesgrundfläche sind geschädigt. Damit ist die Schädigung geringer als im Landesdurchschnitt. Die Zunahme der Kronenverlichtungen von 1986 auf 1987 um 4 %-Punkte ist auf die Verschlechterung des Zustandes der Baumarten Kiefer und Lärche zurückzuführen. Seit 1984 haben die Waldschäden um 14 % zugenommen (siehe Tabelle 2).

b) Immissionssituation

2. Beurteilungsraum: Bezirk Landeck

Zusammenfassende Beurteilung:

Sowohl im Jahr 1986 als auch im Jahr 1987 zeigten die Nadelanalysen an den westlichen unteren Hanglagen des Landecker Talkessels, in der Gander Au sowie bei Tösens und im Jahr 1986 auch im Bereich Starkenbach erhöhte Schwefelbelastungen.

Beurteilungsunterlagen:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen im Bezirk Landeck weisen im Jahr 1986 erhöhte Schwefelbelastungen im Bereich Starkenbach auf, in den Jahren 1986 und 1987 wurden in der Gander Au in Tösens sowie im Talkessel von Landeck im Hasliwald Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung festgestellt. Die Nadelproben aus abgelegeneren Seitentälern lassen auf keine bzw. nur fallweise geringe Schwefelbelastung schließen.

3. Beurteilungsraum: Bezirk Imst

Zusammenfassende Beurteilung:

Erhöhte Schwefelbelastungen in den Fichtennadeln wurden im Inntal im Bereich der Talsohle sowie der unteren Hanglagen insbesondere in der Umgebung von Imst festgestellt, während solche Belastungen im Ötztal und in den abgelegeneren Hochlagen der Lechtaler Alpen nicht feststellbar waren.

Beurteilungsunterlagen:

Nadelanalysen:

Schwefel:

1986 bzw. 1987 wurden an den Meßstellen Arzl i.P. (an der nach Imst gerichteten Hanglage), am Hangfuß des Tschirgant, in Ötztal-Bahnhof, am Haimingerberg, im Pirchet und in Rietz am Talboden Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung festgestellt.

Leicht erhöhte Schwefelgehalte weisen die Nadelproben vom Locherboden, Haimingerberg sowie aus dem Imster Talkessel (Imsterau, Brennbichl, Altersheim, Karrösten) auf.

b) Immissionssituation:

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

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Schwefelgehalte der Fichtennadeln überschreiten insbesondere bei Zirl im Bereich eines lokalen Emittenten die Grenzwerte der 2. Forstverordnung, während im übrigen Bereich keine deutlich erhöhten Schwefelwerte festgestellt wurden. Die ersten Ergebnisse von Seefeld-Roßhütte lassen erkennen, daß noch im Spätherbst vegetationsbeeinträchtigende Ozonbelastungen auftreten. SO₂-Ferntransporte wurden seit Herbst 1987 nur in geringfügigem Ausmaß registriert.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Seefeld-Roßhütte:

Lage: 1730 m ü.d.M./Hanglage/Grünland

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil	maximaler monatlicher 98%-Wert
SO ₂ in mg/m ³	9-12/87	0,01	W: 0,02 S: 0,01	W: 0,03 S: 0,02	W: 0,02 S: 0,01	-
O ₃ in ppb	10-12/87	38	52	59	-	53

Die Meßstelle liegt in der Almregion emittentenfern. Fallweise wurden im Meßzeitraum leicht erhöhte SO₂-Belastungen registriert, wobei jedoch die Grenzwerte der 2. Forstverordnung bei weitem nicht überschritten wurden. In den Monaten Oktober und Dezember wurden die Ozongrenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung nicht eingehalten.

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1986 zeigen bei der Meßstelle Telfs-St. Moritzen keine erhöhten Schwefelgehalte in Fichtennadeln. Am Talboden bei Hatting sowie im Raum Seefeld-Neuleutasch wurden auch 1987 leicht erhöhte Schwefelwerte festgestellt. Beim Meßpunkt Zirl-Meilbrunnen am Talboden des Inntales wurden 1986 und 1987 Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung festgestellt.

BEZIRKE INNSBRUCK-LAND UND INNSBRUCK-STADT

Stadtmagistrat Innsbruck (Abteilung IX), BFI Telfs, BFI Steinach, BFI Hall

a) Waldzustand:

Tab. 3: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre in den Bezirken Innsbruck-Land und Innsbruck-Stadt, Schadensentwicklung seit 1984

Baumart	Jahr	Schadstufen				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelst. geschädigt	4+5 stark gesch. + tot	
Fichte	1984	62	32	6	-	38
	1985	68	26	6	-	32
	1986	61	33	6	-	39
	1987	64	29	7	-	36
Tanne	1984	40	50	9	1	60
	1985	34	57	8	1	66
	1986	49	46	5	-	51
	1987	40	52	7	1	60
Lärche	1984	88	11	-	1	12
	1985	79	19	2	-	21
	1986	65	31	3	1	35
	1987	72	26	2	-	28
Kiefer	1984	65	32	-	3	35
	1985	54	33	11	2	46
	1986	44	44	10	2	56
	1987	34	52	12	2	66
Buche	1984	47	40	10	3	53
	1985	58	32	9	1	42
	1986	50	37	13	-	50
	1987	38	44	17	1	62
alle BA	1984	67	28	4	1	33
	1985	68	26	5	1	32
	1986	60	34	5	1	40
	1987	61	31	7	1	39

Das Gesamtschadensausmaß in den Bezirken Innsbruck-Stadt und Innsbruck-Land hat 1987 geringfügig abgenommen. Einer leichten Verbesserung bei den Baumarten Fichte und Lärche steht eine Verschlechterung bei Kiefer, Buche und Tanne gegenüber. Derzeit sind 39 % der Bestandesgrundfläche geschädigt, wobei 31 % auf die leichten und 8 % auf die mittleren und starken

Schäden entfallen. Damit haben sich die mittelstarken Schäden um 2 %-Punkte erhöht. Die Zunahme geht auf die Verschlechterung der Tanne, Kiefer und Buche zurück. Erholt hat sich die Lärche, die jedoch nur einen geringen Baumartenanteil besitzt (siehe Tab. 3). Die Hauptschadensgebiete sind das Karwendel, das gesamte Inntal und das Wipptal.

b) Immissionssituation:

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

Zusammenfassende Beurteilung:

1986 wurden in der Axamer Lizum eine Grenzwertüberschreitung für Schwefel in den Fichtennadeln laut 2. Forstverordnung festgestellt. Fluorbelastungen, teilweise gleichzeitig mit Schwefelbelastungen, welche die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschreiten, sind im Bereich westlich des Landesgefängnisses am Höllboden bis zum Völser Tennisplatz aufgetreten. Keine wesentlichen Belastungen wurden im Sellrain und auf der Götzener Ebene festgestellt.

Beurteilungsunterlagen:

Nadelanalysen:

Schwefel:

1986 wurden südlich des Adelshofes bei Axams, bei der Meßstelle Ziegelstadel und in Völs beim Tennisplatz Grenzwertüberschreitungen im Sinne der 2. Forstverordnung festgestellt. Leicht erhöhte Schwefelgehalte wiesen die Nadelproben auf der Götzner Ebene, auf der Kuppe und am Hang des Eidleiteggs beim Ziegelstadel auf. Die Ergebnisse 1987 liegen noch nicht vollständig vor.

Fluor:

Die Nadelanalysen 1986 weisen Grenzwertüberschreitungen im Bereich des Ziegelstadels (Meßstellen Ziegelstadel, Eidleitegg, Kuppe und Hang, Ziegelstadel-Ebene) und beim Tennisplatz-Völs auf. Bei der Meßstelle Ziegelstadel wurde im 1. Nadeljahrgang der zulässige Grenzwert um fast das 20-fache (!) überschritten.

Auf der Götzner Ebene wurden erhöhte Fluorwerte gefunden, die aber keine Grenzwertüberschreitungen darstellen.

6. Beurteilungsraum: Stubaital und Wipptal

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Messungen in Schmirn zeigen wiederholt erhöhte Schadstoffkonzentrationen im "sauren Regen", wobei die Einträge an Nitrat vorwiegend den verkehrsbedingten Belastungen zuzuordnen sind.

Die Nadelanalysen weisen bei Nöblach und am Brennersee unmittelbar benachbart zur Autobahn erhöhte Schwefelbelastungen auf, wobei die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten wurden. Die starken Streusalzschäden entlang der Brennerautobahn sind auf den folgenden Seiten näher beschrieben.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Schmirn-Obern:

Lage: 1630 m ü.d.M./Hanglage/landwirtschaftlich genutztes Grünland

Eintrag pro Jahr

Nasse Deposition im Untersuchungszeitraum 1.10.1986-30.9.1987

Nschl mm	H ⁺	NO ₃ ⁻ /N in g/m ²	SO ₄ ²⁻ /S
814	0,014	0,21	0,35

Weitere Ergebnisse siehe Kapitel 1.3.

Nadelanalysen:

Schwefel:

Entlang der Brennerautobahn traten 1986 an 2 Probepunkten in Nöblach und am Brennersee am Wasser Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung auf, weiters wurden 1986 und 1987 an zahlreichen Probepunkten im Nahbereich der Brennerautobahn leicht erhöhte Schwefelgehalte in Fichtennadeln ermittelt.

Da noch einige Nadelanalysergebnisse 1987 ausständig sind, können weitere Grenzwertüberschreitungen nicht ausgeschlossen werden.

Chlorid:

Waldschäden durch Salzstreuung entlang der Brennerautobahn.

In den Berichten an den Tiroler Landtag über den Zustand der Tiroler Wälder wurden die Waldschäden durch Salzstreuung entlang der Brennerautobahn mehrfach behandelt (siehe Bericht 1987, Seiten 190 ff und 111 ff und Bericht 1986, Seiten 175 ff und Bericht 1985, Seiten 28 ff).

Die Untersuchungen über Salzsäuren in diesen schwer geschädigten Wäldern wurden fortgesetzt, vor allem um genau klären zu können, wie weit der Einfluß der Salzstreuung in die Bestände hineinreicht. Zu diesem Zweck wurde der Chloridgehalt der Fichtennadeln von insgesamt 52 Bäumen im Frühjahr und Herbst in unterschiedlicher Entfernung von der Autobahn untersucht.

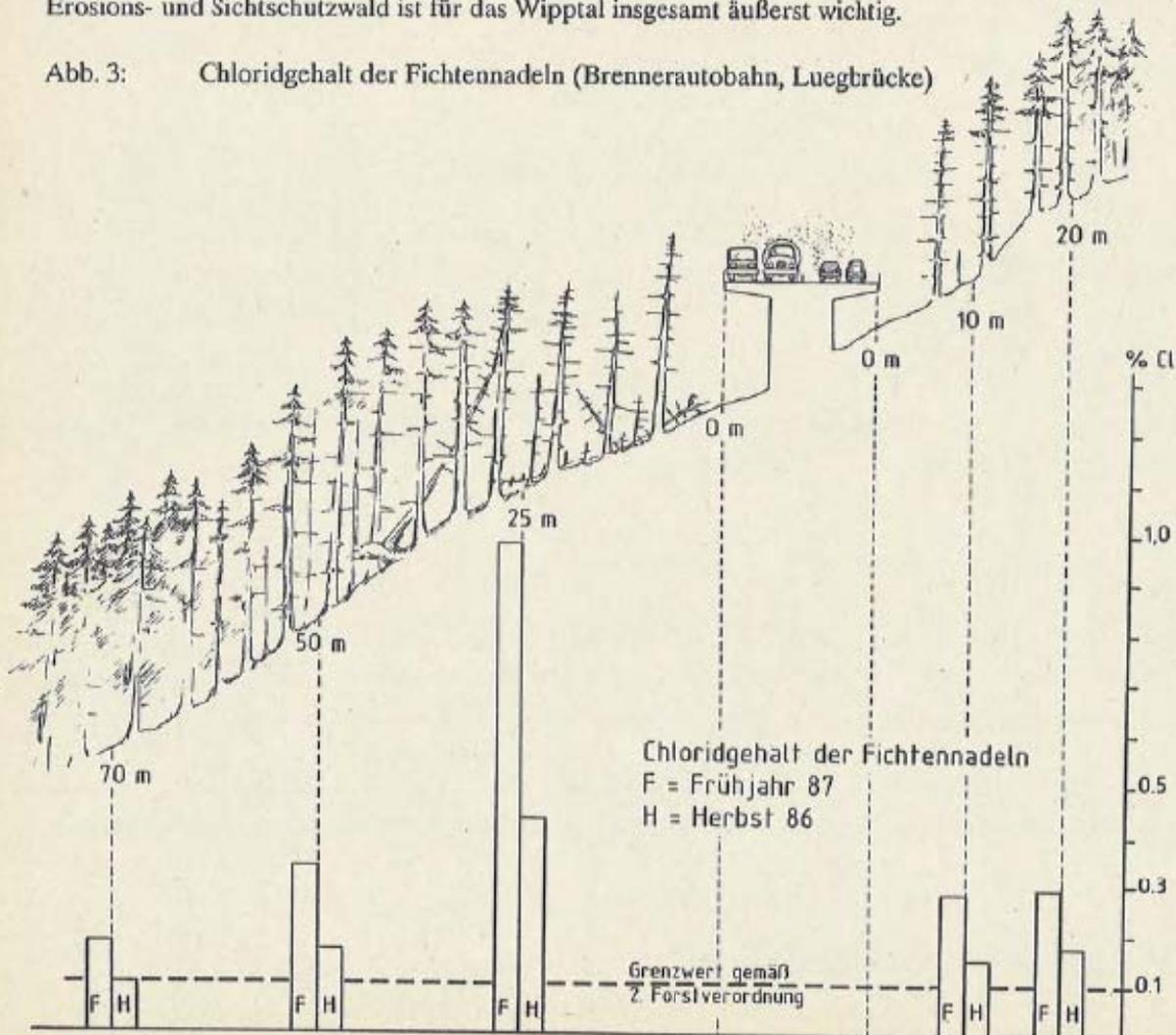
Als Beispiel aus dieser Untersuchungsreihe zeigt Abb. 3 die Chloridgehalte der Fichtennadeln an der Luegbrücke der Brennerautobahn in Gries a.Br.. Im Frühjahr lagen dort von 70 m unterhalb bis 20 m

oberhalb der Autobahnbrücke die Chloridgehalte der Fichtennadela beim 2 bis 10-fachen des Chloridgezwertes der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen. Durch Auswaschung während des Sommers waren die Chloridgehalte derselben Probebäume im Herbst um 30 bis 50 % niedriger als im Frühjahr, lagen aber immer noch über den Grenzwerten, bei denen eine Schädigung von Bäumen eintritt.

Zusammenfassend haben die Chloridanalysen erneut gezeigt, daß die Waldbestände entlang der Brennerautobahn 5 bis 20 m oberhalb der Autobahn und 50 bis 100 m unterhalb der Autobahn durch Streusalz stark belastet sind. Differenzierte Untersuchungen haben nachgewiesen, daß die Schäden sowohl durch direkte Einwirkung von salzhaltigem Sprühnebel auf die Bäume durch Verätzungen als auch durch Aufnahme von salzhaltigem Wasser aus dem Boden über die Baumwurzeln in die Nadeln verursacht werden. Dort, wo salzhaltiges Wasser im Boden mit dem Hangwasserzug hangabwärts transportiert wird, können Salzschiäden an Bäumen auch in mehr als 100 m Entfernung von der Autobahn auftreten.

Wenn keine wirksamen Gegenmaßnahmen gegen die Salzeinwirkung auf die Waldbestände entlang der Brennerautobahn erfolgen (siehe Bericht 1987, Seiten 192 und 197 ff), werden die Waldbestände entlang der Brennerautobahn auf lange Sicht nicht zu erhalten sein. Das trifft nicht nur die Waldbesitzer - durchwegs Agrargemeinschaften und Kleinwaldbesitzer - im Wipptal, die bereits jetzt ohne jede Entschädigung wirtschaftliche Schäden in der Höhe von mehreren Millionen Schilling in Kauf nehmen müssen. Die Erhaltung der Wälder entlang der Brennerautobahn als Lärm-, Immissions-, Erosions- und Sichtschutzwald ist für das Wipptal insgesamt äußerst wichtig.

Abb. 3: Chloridgehalt der Fichtennadeln (Brennerautobahn, Luegbrücke)



7. Beurteilungsraum: Landeshauptstadt Innsbruck und östliches Mittelgebirge

Zusammenfassende Beurteilung:

Die seit mehr als 13 Jahren durchgeführten SO_2 -Messungen im Talkessel von Innsbruck zeigen, daß die SO_2 -Belastung in den Randbereichen der Stadt um mehr als die Hälfte zurückgegangen ist und im Zentrum sogar auf weniger als ein Viertel. Trotzdem kam es im Jänner 1987 noch in weiten Teilen der Stadt, und zwar am Inntalboden sowie auf der nördlichen Mittelgebirgsterrasse, zu Überschreitungen der Grenzwerte der 2. Forstverordnung. Im übrigen Jahr 1987 sind derartige Belastungen nicht mehr aufgetreten.

Die Stickstoffdioxidbelastung hingegen liegt im Stadtgebiet von Innsbruck höher als in den Jahren 1984 und 1985 und ist gegenüber dem Vorjahr gleichgeblieben. Die Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation wurden bei allen Meßstellen im Innsbrucker Stadtgebiet im Talboden überschritten, wobei das Verkehrsaufkommen und die vom Wetter abhängigen Ausbreitungsbedingungen das Ausmaß der Überschreitungen bestimmten. In den Wintermonaten wurden sogar auf der nördlichen Mittelgebirgsterrasse die Richtwerte der Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation wiederholt deutlich überschritten. Bei derartigen Stickstoffdioxidbelastungen ist je nach photochemischen Umwandlungsbedingungen gemeinsam mit den Kohlenwasserstoffen aus dem Straßenverkehr im Umland mit der Ausbildung von stark erhöhten Ozonbelastungen zu rechnen. Tatsächlich wurden auf der nördlichen Mittelgebirgsterrasse und insbesondere im Bereich der Waldgrenze auf der Nordkette stark erhöhte Ozonbelastungen gemessen, welche gegenüber den Vorjahren 1987 zugenommen haben.

Aufgrund der Immissionsmessungen und der Nadelanalysen zeigt sich, daß am Talboden und an den unteren Hanglagen bis zu den Mittelgebirgsterrassen und nur in geringem Maß oberhalb forstschädliche Schwefelbelastungen auftreten. An den mittleren und oberen Hanglagen ist mit zunehmenden Schädigungen durch Ozon in Kombination mit sauren Niederschlägen zu rechnen, welche vom Talboden bis zur Seegrube deutlich erhöhte Werte aufweisen. Im Bereich des Landesgefängnisses sind auch forstschädliche Fluorbelastungen festgestellt worden.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Innsbruck-Stadtzentrum-Bürgerstraße:

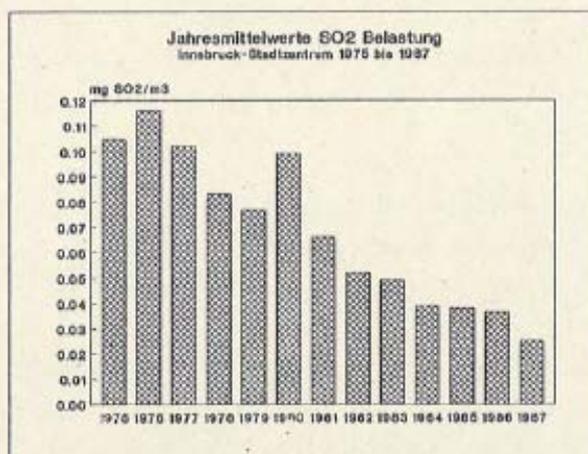
Lage: 580 m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet.

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO_2 in mg/m^3	1-12/87	0,03	W: 0,18 S: 0,04	W: 0,27 S: 0,06	W: 0,17 S: 0,04
NO in ppb	1-12/87	82	384	730	-
NO_2 in ppb	1-12/87	42	109	202	-

Die seit mehr als 13 Jahren durchgeführten SO_2 -Messungen in Innsbruck-Stadtzentrum zeigen, daß sich die bereits mehrere Jahre anhaltende Entwicklung zu niedrigeren SO_2 -Belastungen auch im Jahr 1987 fortgesetzt hat, obwohl der Winter 1986/87 lange und relativ streng war (siehe Abb. 4).

Abb. 4:



Im Innsbrucker Stadtzentrum in der Bürgerstraße wurden im Jänner 1987 die SO_2 -Grenzwerte der 2. Forstverordnung wiederholt überschritten, jedoch in den übrigen Monaten des Jahres trotz des langen und kalten Winters durchwegs eingehalten.

Die Stickstoffmonoxidbelastung war bei dieser Meßstelle häufig hoch, die Grenzwerte der VDI-Richtlinie 2310 wurden jedoch nicht überschritten.

Die Stickstoffdioxidbelastung zeigte mit einem Jahresmittelwert von 42 ppb dieselbe Durchschnittsbelastung wie im Vorjahr und lag damit um weit mehr als das Doppelte über den Richtwerten der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation von 16 ppb NO_2 . Auch die Kriterien für den maximalen Tagesmittelwert bzw. für den max. Halbstundenmittelwert zum Schutz der Vegetation wurden an 145 Tagen des Jahres, hauptsächlich im Winterhalbjahr jedoch auch fallweise in allen Sommermonaten mit Ausnahme des August, überschritten.

Im 1. Februardrittel 1987 wurden an insgesamt 6 Tagen sogar maximale Halbstundenmittel zwischen 170 und 202 ppb NO_2 erreicht. Außerdem war im Jänner und Februar 1987 durch das gleichzeitige Auftreten von Stickstoffdioxidbelastungen von mehr als 45 ppb NO_2 bei gleichzeitiger Anwesenheit von mehr als $0,13 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ mit vegetationsschädigenden Kombinationswirkungen zu rechnen.

Abb. 5:

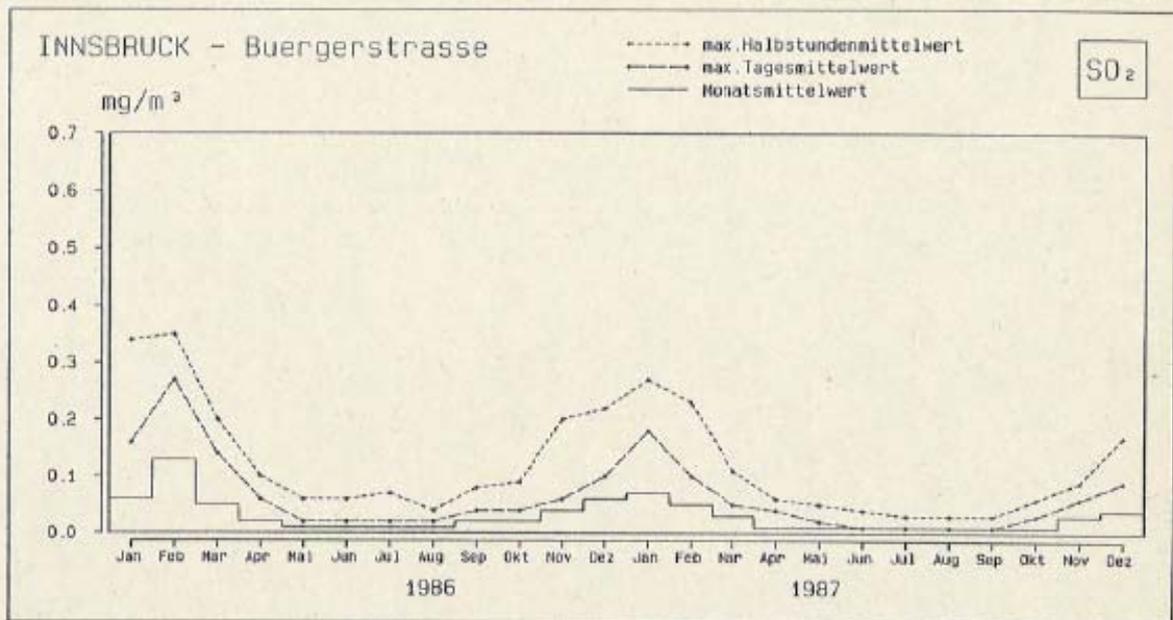


Abb. 6:

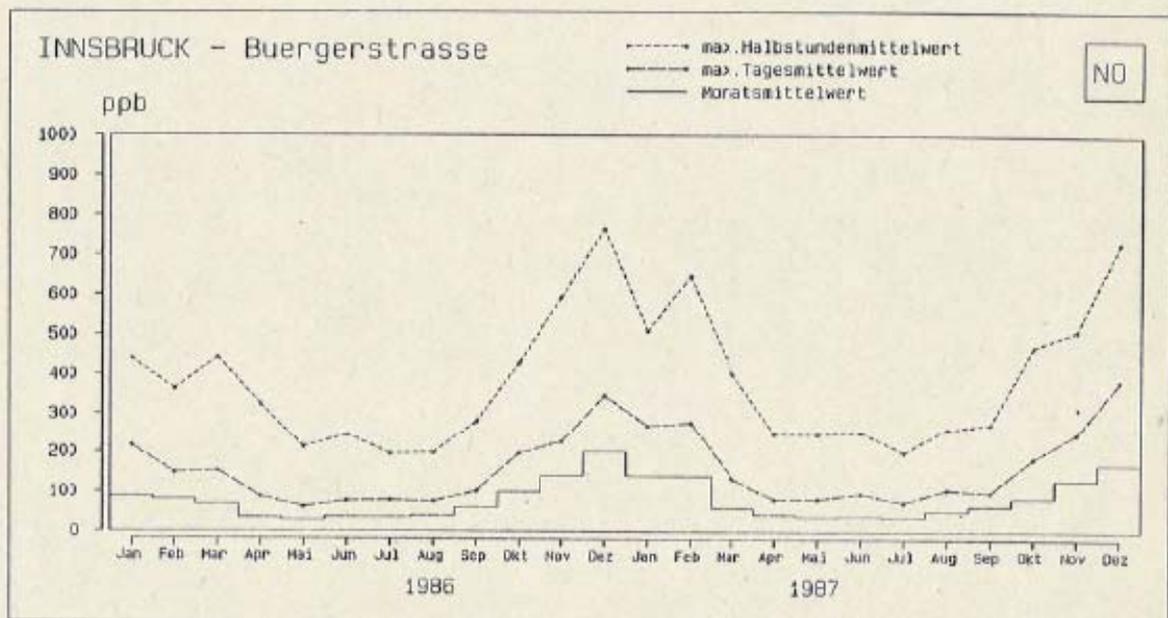
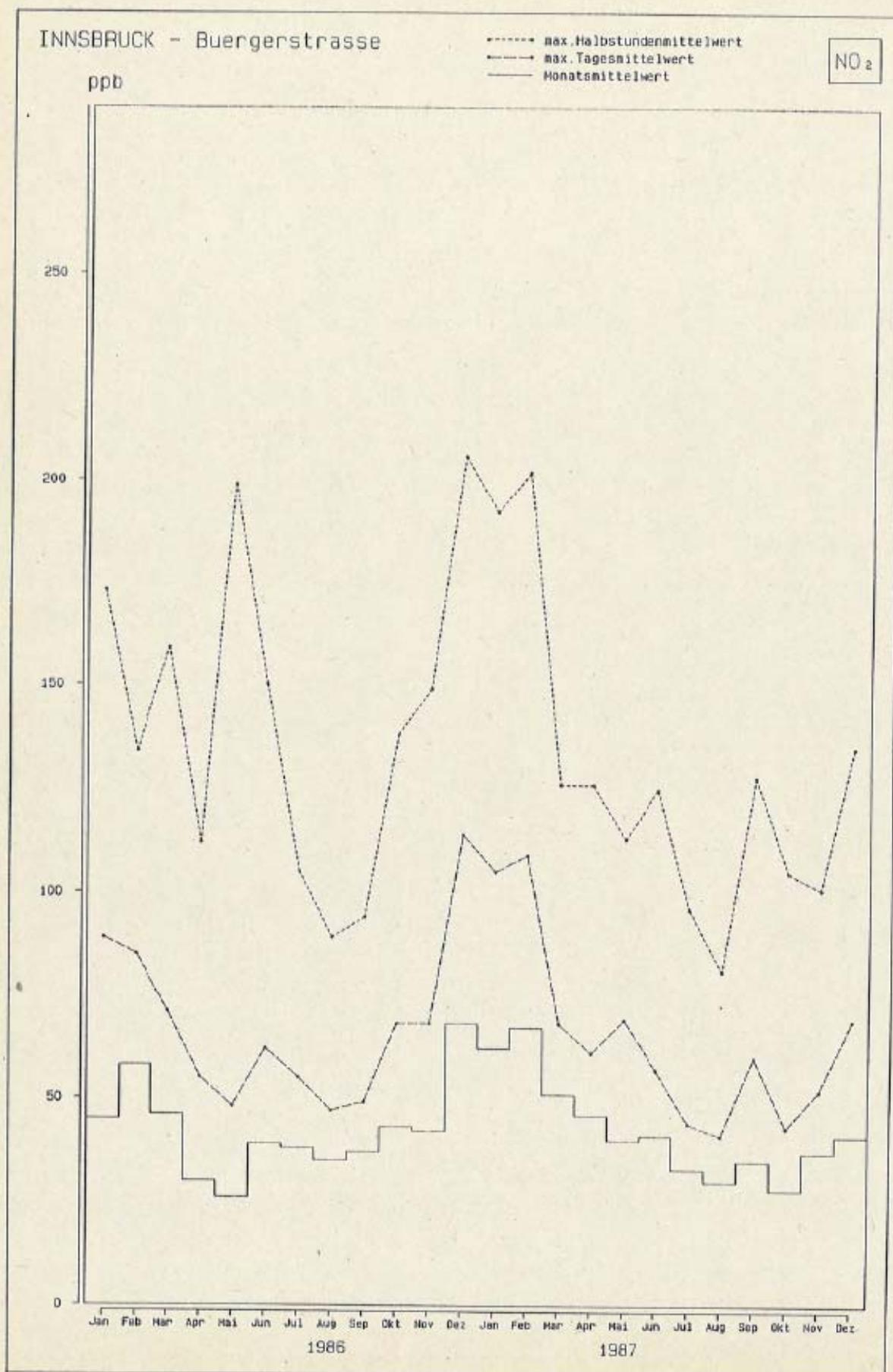


Abb. 7:



Meßstelle Innsbruck-Olympisches Dorf:

Lage: 570 m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet.

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tages- mittelwert	maximaler Halbstunden- mittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO ₂ in mg/m ³	1-12/87	0,02	W: 0,20 S: 0,03	W: 0,34 S: 0,07	W: 0,19 S: 0,04
NO in ppb	1-12/87	43	364	593	-
NO ₂ in ppb	1-12/87	27	89	157	-

Die seit nunmehr 11 Jahren durchgeführten SO₂-Messungen in Innsbruck-Olympisches Dorf zeigen, daß sich die bereits mehrere Jahre anhaltende Entwicklung zu niedrigeren SO₂-Belastungen auch im Jahr 1987 fortgesetzt hat (siehe Abb. 8).

Abb. 8:

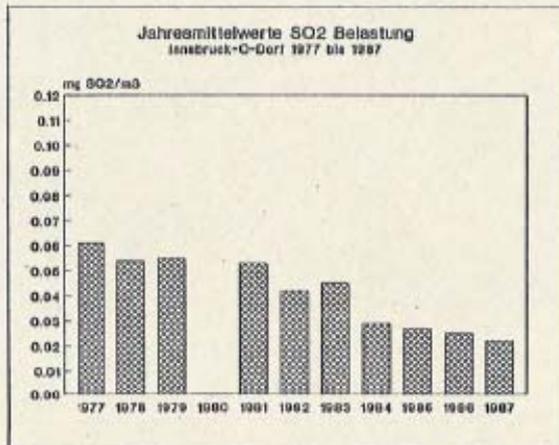
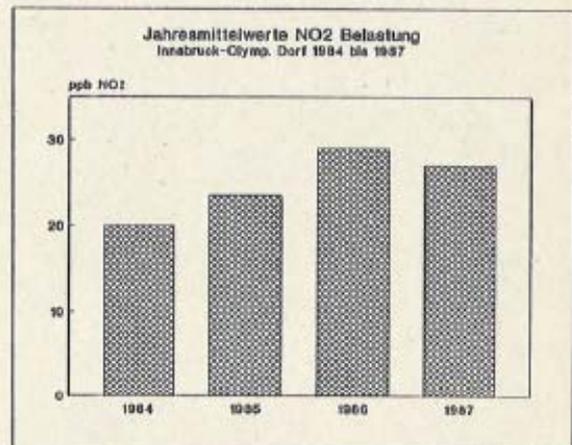


Abb. 9:



Im Jänner 1987 wurden bei der Meßstelle Olympisches Dorf die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung wiederholt deutlich überschritten. In den übrigen Monaten des Jahres 1987 wurden jedoch die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung eingehalten.

Die Stickstoffmonoxidbelastung lag im Jahr 1987 bei dieser nicht stark verkehrsexponierten Meßstelle im Jahresdurchschnitt deutlich unter den Werten vom Stadtzentrum. Trotzdem wurden fallweise beträchtliche NO-Werte gemessen, wobei jedoch die Grenzwerte der VDI-Richtlinien 2310 nicht überschritten wurden.

Die Stickstoffdioxidbelastung lag bei dieser Meßstelle im Jahr 1987 nur geringfügig unter dem Vorjahreswert, aber höher als in den vorangegangenen Jahren (siehe Abb. 9). Der Richtwert der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation wurde deutlich überschritten. Bei dieser Meßstelle wurde in den Wintermonaten Jänner, Februar sowie November, Dezember an insgesamt 40 Tagen auch der Richtwert für den Tagesmittelwert überschritten.

In den Wintermonaten muß auch mit vegetationsschädigenden Kombinationswirkungen durch das gleichzeitige Auftreten von erhöhten SO_2 - und NO_2 -Belastungen gerechnet werden.

Abb. 10:

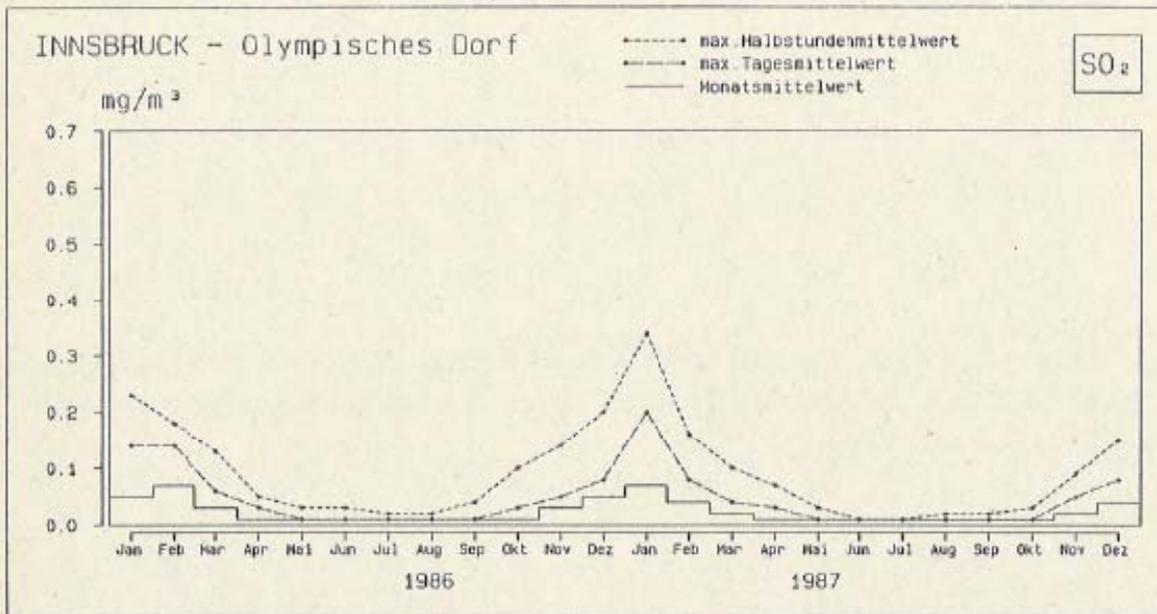


Abb. 11:

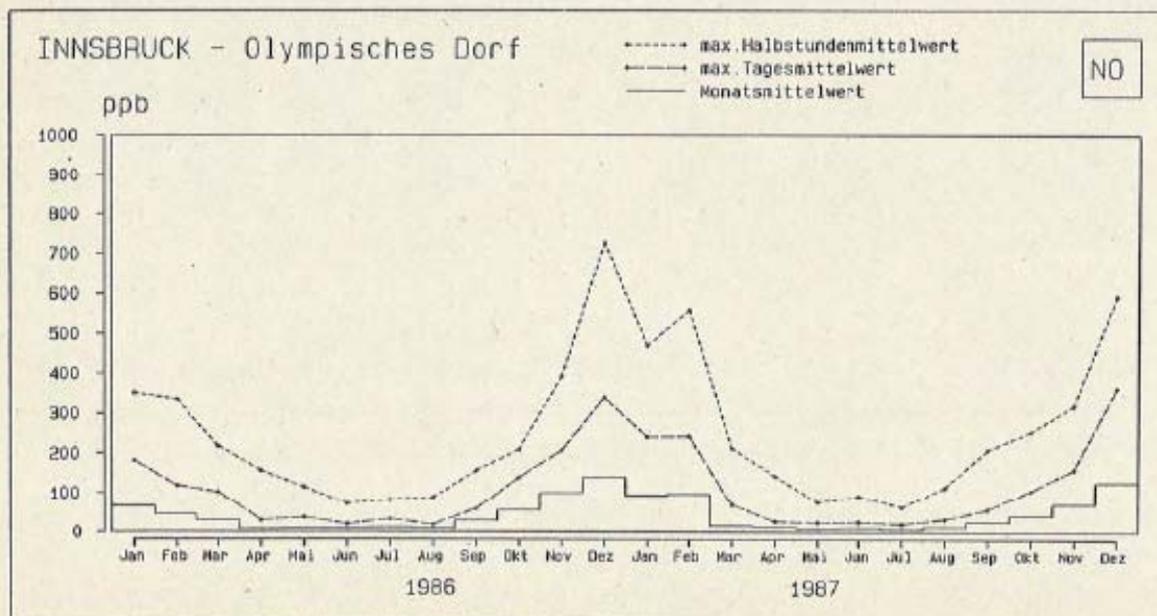
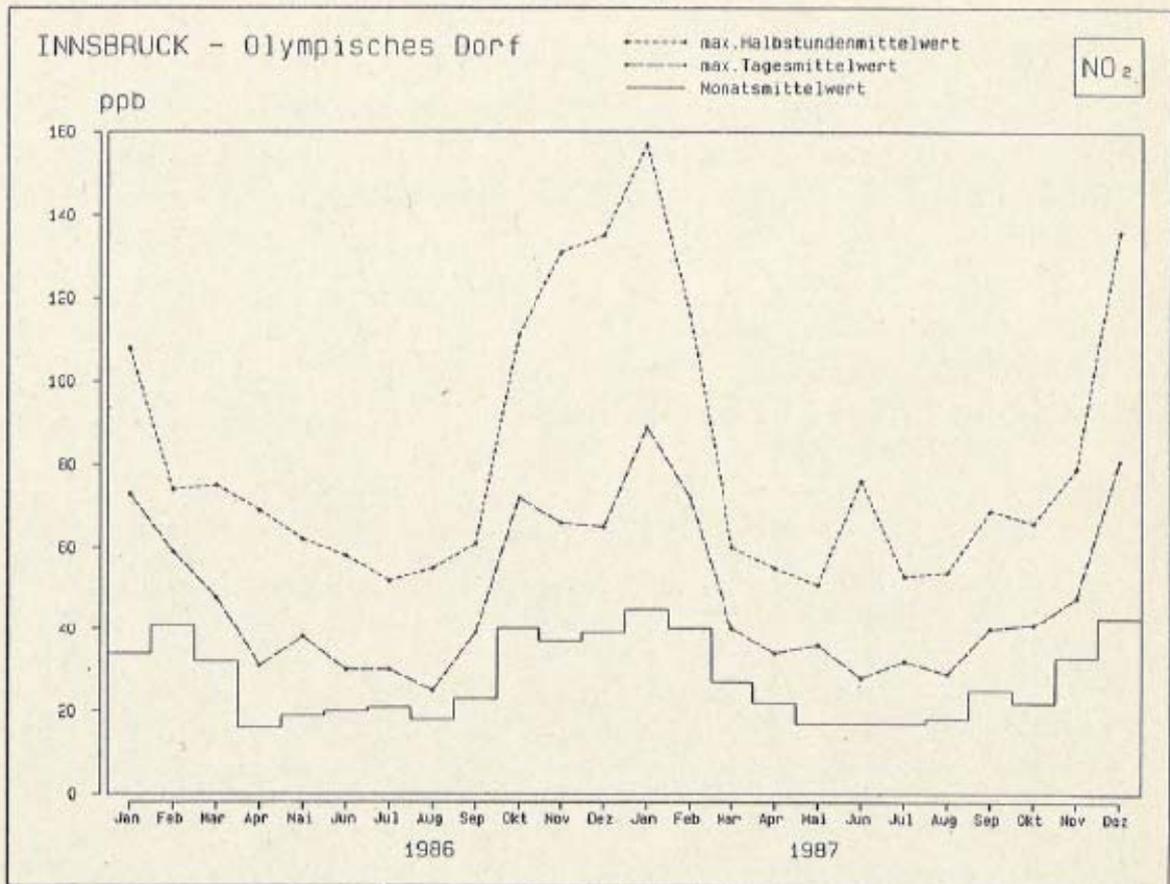


Abb. 12:



Meßstelle Innsbruck-Michael-Gaismayr-Straße:

Lage: 580 m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet.

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO ₂ in mg/m ³	5,6/87	0,01	S: 0,01	S: 0,04	S: 0,02
NO in ppb	5,6/87	13	34	110	-
NO ₂ in ppb	5,6/87	24	45	66	-

Im Untersuchungszeitraum Mai und Juni 1987 lag die SO_2 -Belastung in der Michael-Gaismayr-Straße unter den Grenzwerten der 2. Forstverordnung.

Die Stickstoffmonoxidbelastung war der Jahreszeit entsprechend relativ niedrig.

Die NO_2 -Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation wurden überschritten. Die Stickoxidbelastung insgesamt lag bei dieser Meßstelle entsprechend ihrer Verkehrsbelastung unter den Werten der Meßstelle Bürgerstraße, jedoch über den Werten der Meßstelle im Olympischen Dorf.

Meßstelle Innsbruck-Landhausplatz:

Lage: 580 m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet.

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO_2 in mg/m^3	7,8/87	0,01	S: 0,01	S: 0,02	S: 0,01
NO in ppb	7,8/87	22	71	181	-
NO_2 in ppb	7,8/87	22	47	83	-

Im Untersuchungszeitraum Juli und August 1987 lag am Landhausplatz die SO_2 -Belastung unter den Grenzwerten der 2. Forstverordnung.

Die Stickstoffmonoxidbelastung lag der Jahreszeit entsprechend niedrig.

Die NO_2 -Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation wurden überschritten.

Meßstelle Innsbruck-Rechenhof:

Lage: 870 m ü.d.M./Hanglage/landwirtschaftlich genutztes Grünland.

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tages- mittelwert	maximaler Halbstunden- mittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil	maximaler monatlicher 98%-Wert
SO ₂ in mg/m ³	12/86 - 7/87	0,02	W: 0,11 S: 0,01	W: 0,22 S: 0,03	W: 0,12 S: 0,02	-
NO in ppb	11/86 - 9/87	6	52	180	-	-
NO ₂ in ppb	11/86 - 9/87	11	56	160	-	-
O ₃ in ppb	10/86 - 2/87 5-9/87	23	56	102	-	85

Am Rechenhof wurden im Jänner 1987 die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten. In den übrigen Monaten des Jahres 1987 wurden diese Grenzwerte eingehalten.

Die NO-Belastung lag am Rechenhof ganzjährig relativ niedrig, entsprechend der verkehrsfernen Lage der Meßstelle.

In den Wintermonaten wurden bei bestimmten Zuwehungsverhältnissen aus dem Talboden wiederholt stark erhöhte Halbstundenmittelwerte aber auch Tagesmittelwerte der NO₂-Belastung gemessen, sodaß die Richtwerte der NO₂-Belastung laut Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation beträchtlich überschritten wurden. Auch die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme wurden stark überschritten.

Insbesondere im Sommerhalbjahr wurden die Ozongrenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung zum Teil sogar erheblich überschritten. Mit Wachstums- und Vitalitätseinbußen empfindlicher Nadel- und Laubbaumarten muß gerechnet werden.

Abb. 13:

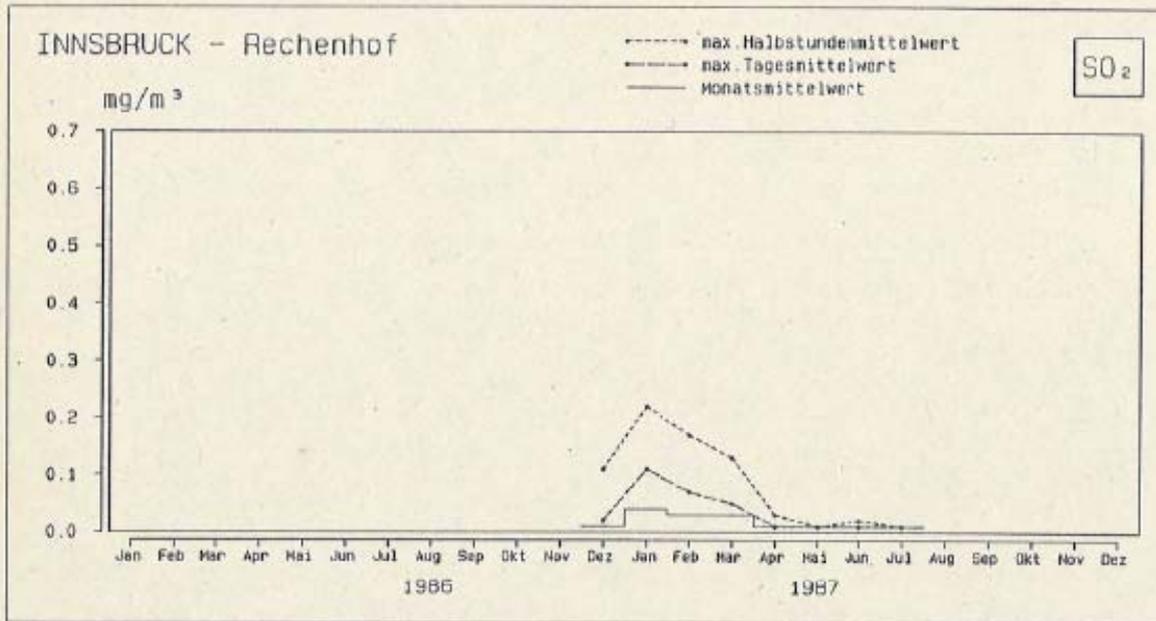


Abb. 14:

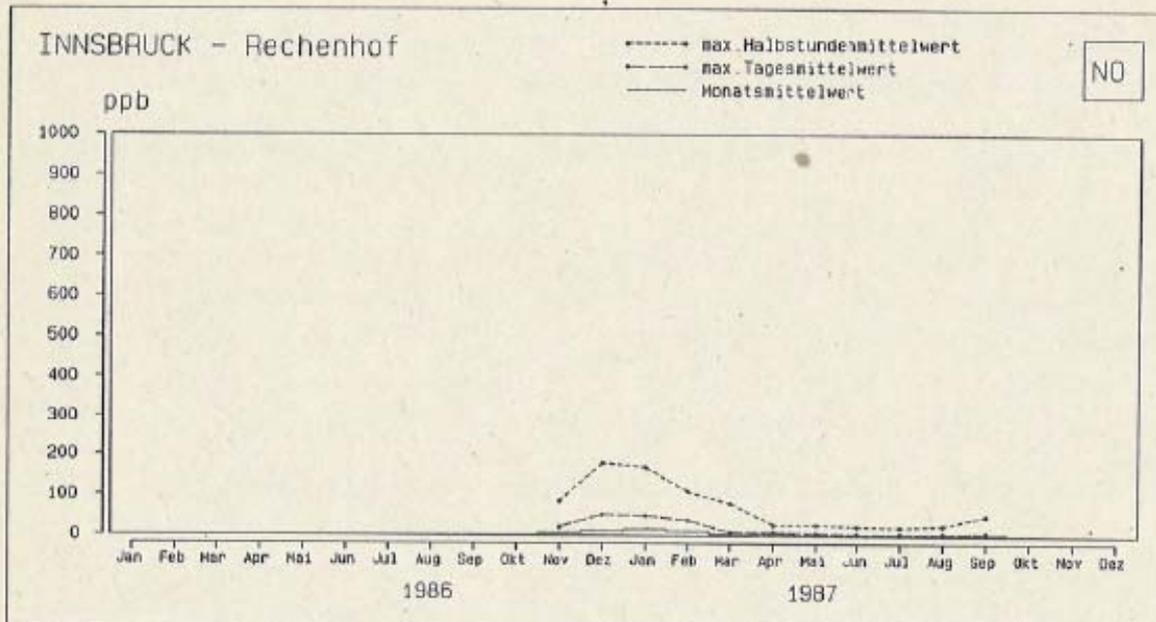


Abb. 15:

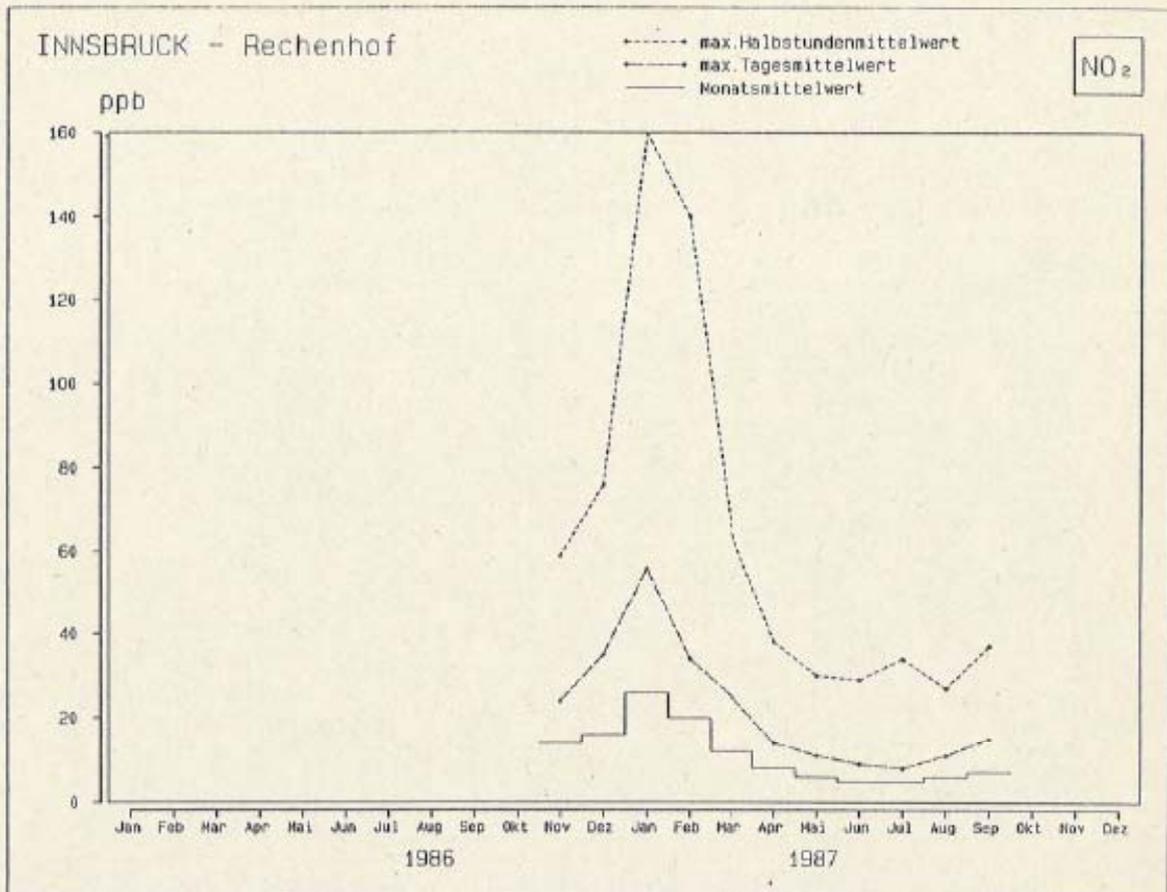
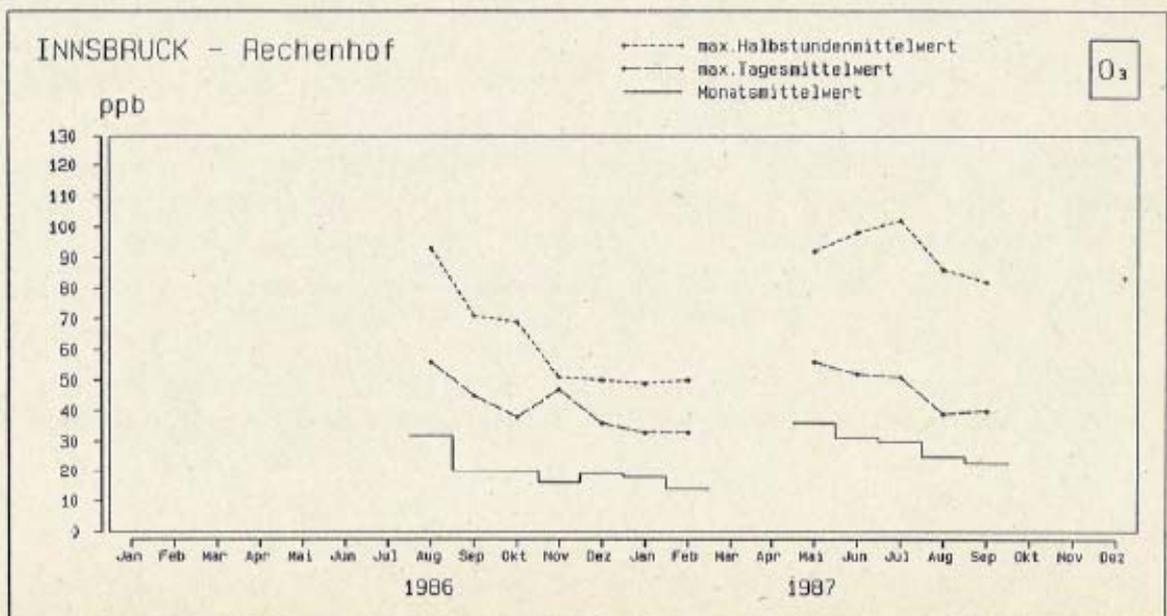


Abb. 16:



Der mittlere Tagesgang der Schadstoffbelastung im Winter läßt erkennen, daß nach Auflösung der Inversionsschicht vorwiegend um die Mittagszeit schadstoffbelastete Luftmassen aus dem Talboden an den Hanglagen aufsteigen. In den Sommermonaten verschiebt sich der Schwerpunkt dieses Schadstofftransportes in die Vormittagsstunden.

Meßstelle Seegrube:

Lage: 1960 m ü.d.M./Hanglage/hochalpine Felsregion.

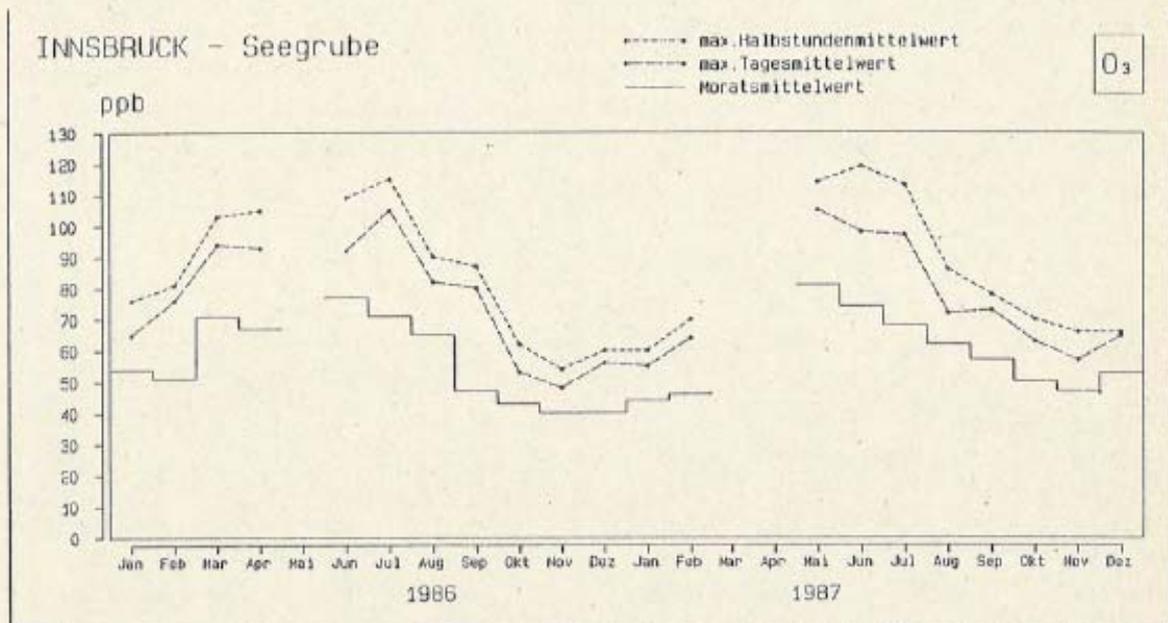
Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximaler monatlicher 98%-Wert
NO in ppb	10-12/87	2	7	49	-
NO ₂ in ppb	10-12/87	2	14	25	-
O ₃ in ppb	1,2,5-12/87	58	105	119	101

In allen Monaten des Berichtszeitraumes wurden auf der Seegrube die Ozongrenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung überschritten. Besonders in den Monaten Mai bis Juli 1987 wurden von insgesamt 83 Meßtagen an 82 Meßtagen Ozonbelastungen von mehr als 50 ppb über mehr als 7 Stunden gemessen. Das bedeutet, daß empfindliche Baumarten während der gesamten Vegetationsperiode Wachstumseinbußen allein aufgrund der O₃-Belastung und damit langfristig Vitalitätseinbußen erleiden.

Seit Oktober 1987 wird auf der Seegrube auch die Stickoxidbelastung gemessen. Die dabei erhobenen Daten zeigen, daß die Stickoxidbelastung insgesamt niedrig ist, daß jedoch trotzdem fallweise durch Transportvorgänge etwas erhöhte Stickoxidbelastungen auch auf der Seegrube auftreten, wobei im Berichtszeitraum maximale Tagesmittelwerte von 7 ppb NO und 14 ppb NO₂ gemessen wurden (maximale Halbstundenmittelwerte bis 25 ppb NO₂). Seit Oktober 1987 sind die Richtwerte laut Österreichischer Akademie der Wissenschaften für Ökosysteme nicht überschritten worden.

Abb. 17:



Ein Vergleich mit den Meßergebnissen der Vorjahre zeigt, daß die Ozonbelastung auf der Seegrube in Hinblick auf sehr hohe Belastungen > 100 ppb jährlich, besonders 1987, deutlich zugenommen hat. So wurden im Zeitraum Mai bis August 1985 insgesamt 9 Halbstundenmittelwerte > 100 ppb gemessen, im Jahre 1986 waren es schon 94 Halbstundenmittelwerte, während im Jahr 1987 im gleichen Zeitraum sogar 195 Halbstundenmittelwerte > 100 ppb auftraten (siehe Kapitel 1, Tab. 1).

Meßstelle Innsbruck-Reichenau:

Lage: 570 m ü.d.M./Tallage/städtisches Wohngebiet
und Meßstelle Seegrube

Eintrag pro Jahr

Nasse Deposition im Untersuchungszeitraum 1.10.1986-30.9.1987:

Innsbruck	Nschl mm	H ⁺	NO ₃ ⁻ /N in g/m ²	SO ₄ ²⁻ /S
Seegrube	1105	0,013	0,27	0,48
Reichenau	614	0,005	0,30	0,64

Weitere Ergebnisse siehe Kapitel 1.3.

Mobile SO₂-Messungen in Innsbruck und Umgebung:

Von Dezember 1986 bis März 1987 wurden an mehreren Meßstellen in Innsbruck und Umgebung mobile SO_2 -Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tab. 4 wiedergegeben. Es zeigt sich dabei, daß die Meßstellen Michael-Gaismayr-Straße, Reichenau-Apotheke bzw. Roßbachstraße und Landhausplatz die höchsten Belastungen aufwiesen. Mittlere Belastungen wurden bei den Meßstellen beim Landesgefängenenhaus, am Lemmenhof und am Schönblickweg festgestellt, während am Grillhof durchwegs die geringsten Belastungen gemessen wurden: Unter einer niederen Inversion wurden in Innsbruck am 14.1.1987 zwischen 0,18 und 0,31 $\text{mg SO}_2/\text{m}^3$ gemessen, während am Grillhof oberhalb der Inversionsschicht nur 0,02 $\text{mg SO}_2/\text{m}^3$ zu registrieren waren.

Tab. 4: SO_2 -Mobilmessungen Innsbruck (in $\text{mg SO}_2/\text{m}^3$)

Meßstelle Meßtag	fortl. Nr.	H. Gais- mair- str.	Landes- gefän- genen- haus	Grill- hof	Lemmen- hof	Schön- blick- weg	Reichenau Apotheke	Reichenau Roßbach- str.	Landhaus- platz
10.12.86	1	0,13	0,04	0,03	0,04	0,09	-	-	0,10
17.12.86	2	0,07	0,03	0,01	0,03	0,01	0,04	-	0,06
22.12.86	3	0,08	0,02	0,01	0,01	0,03	0,09	-	0,10
12.01.87	4	0,09	0,06	0,05	0,05	0,08	0,15	-	0,12
14.01.87	5	0,31	0,10	0,02	0,16	0,12	0,18	-	0,19
26.01.87	6	-	0,05	0,03	0,05	0,04	-	-	0,06
09.02.87	7	0,26	0,09	0,05	0,08	0,03	0,14	0,12	0,20
11.02.87	8	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	-	0,01	0,04
16.02.87	9	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	-	0,03	0,05
24.03.87	10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-	0,01	0,01
25.03.87	11	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	-	0,02	0,02
26.03.87	12	0,04	0,03	0,02	0,02	0,05	-	0,03	0,04
30.03.87	13	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	-	0,02	0,02
Mittelwert		0,09	0,04	0,02	0,04	0,04	-	0,07	0,08

Transmissionsmessungen des Österreichischen Bundesinstitutes für Gesundheitswesen (1986/87; SO_2 und NO_x):

"Für den Vergleich der Meßergebnisse wurden fünf charakteristische Stellen im Raum Innsbruck ausgewählt, für die die Meßwerte aller lufthygienischen Situationen gegenübergestellt werden. Die Tab. 5 enthält die Werte für die NO_2 -Flächengewichte für die Meßpunkte Flughafen, Hungerburg, Olympisches Dorf, Rum und Amras.

Bei den Messungen am frühen Vormittag lag die Hungerburg noch über der bodennahen Inversionsschicht, das Korrelationsspektrometer registrierte dort den Basiswert (die Nachweisgrenze). Im Laufe des Tages stieg die Inversionsschicht regelmäßig an, die Hungerburg geriet in den durch Luftschadstoffe belasteten Bereich. Die NO_2 -Flächengewichte erreichten dort 20 mg/m^2 . Aufgrund der während der Messungen vorhandenen schwachen westlichen bis südlichen Luftströmung war die NO_2 -Belastung in der Umgebung des Flughafens mit 2 bis 7 mg/m^2 relativ gering. Im südlichen Talbereich wurden bei Amras 5 bis 13 $\text{mg NO}_2/\text{m}^2$ nachgewiesen. Durch die Verlagerung der Luftmassen in östliche Richtung wurden die höchsten NO_2 -Flächengewichte in der Umgebung des Olympischen Dorfes und an den Nachmittagen auch in Rum festgestellt. Im Olympischen Dorf wurden tagsüber 13 bis 31 $\text{mg NO}_2/\text{m}^2$ und in Rum in der zweiten Tageshälfte 16

bis $27 \text{ mg NO}_2/\text{m}^2$ registriert. Allgemein betrachtet war die NO_2 -Belastung am Nachmittag höher als am Vormittag, da es durch die Sonneneinstrahlung zu einer Ozon-Bildung kam und daher eine chemische Umwandlung von Stickstoffmonoxid in Stickstoffdioxid eintrat.

Die SO_2 -Konzentrationen sind für die ausgewählten Meßpunkte in Tab. 6 angegeben. Während der durchgeführten Transmissionsmessungen war die SO_2 -Belastung teilweise hoch; die in Tirol geltenden SO_2 -Grenzwerte des Luftqualitätskriteriums der Akademie der Wissenschaften wurden auch für die Zone 2 eingehalten. Relativ geringe SO_2 -Konzentrationen von 30 bis $70 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden in der Umgebung des Flughafens und in Amras nachgewiesen. An der Hungerburg steigen die SO_2 -Immissionen am 3.12.1986 deutlich an und erreichten am Nachmittag $170 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die höchsten SO_2 -Konzentrationen wurden im Olympischen Dorf mit 100 bis $200 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt. Die Verlagerung der Luftmassen in östliche Richtung führte zu einem Ansteigen der SO_2 -Immissionen in Rum bis zu $170 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Konzentrationen von NO und NO_2 sind in den Tab. 7 und 8 gegenübergestellt. Durch die Morgenverkehrsspitze und der Inversionsschicht in geringer Höhe wurden die höchsten NO -Konzentrationen am frühen Vormittag registriert. Besonders klar wird diese Aussage durch die Situation am 4. Dezember 1986 verdeutlicht. Während die Hungerburg über der bodennahen Inversion lag (10 ppb NO , 5 ppb NO_2), wurden im Talbereich Werte zwischen 400 und 700 ppb NO festgestellt. Der in Oberösterreich festgesetzte Grenzwert für Halbstundenmittelwerte (450 ppb NO) wurde in großen Teilen des Untersuchungsgebietes während dieser Situation überschritten. Die gleichzeitig auftretenden NO_2 -Konzentrationen lagen zwischen 50 und 120 ppb und erreichten den in Oberösterreich geltenden NO_2 -Grenzwert von 150 ppb nicht. Der neue österreichische Grenzwert der NO_2 -Konzentration (105 ppb) wäre in einem großen Gebiet zwischen dem Olympischen Dorf und Hall überschritten worden.

Abgesehen von dieser Situation am 4. Dezember 1986 waren die NO - und NO_2 -Immissionen durchwegs geringer. Am Flughafen wurden 60 bis 70 ppb NO und 20 bis 30 ppb NO_2 und in Amras wurden 90 bis 130 ppb NO_2 nachgewiesen. In der Umgebung der Hungerburg wurden je nach Inversionshöhe 50 bis 110 ppb NO sowie 30 bis 70 ppb NO_2 registriert. Durch die bodennahe Luftströmung wurde im Gebiet zwischen dem Olympischen Dorf und der Ortschaft Rum auch die höchste NO_x -Belastung festgestellt. Es wurden dort je nach Tageszeit 130 bis 360 ppb NO und 50 bis 70 ppb NO_2 gemessen."

Tab. 5: Typische NO₂-Flächengewichte an verschiedenen Stellen im Raum Innsbruck während der durchgeführten Transmissionsmessungen

Nummer der Karte	Meßtag	Uhrzeit	NO ₂ -Flächengewicht in mg/m ²				
			Flughafen	Hungerburg	Olymp. Dorf	Rum	Amras
6.1	2.12.1986	11.15 - 13.00	7	20	31	27	10
7.1		13.30 - 15.30	7	20	25	23	13
8.1	3.12.1986	9.30 - 12.00	2	0 ^{x)}	13	5	5
9.1		12.00 - 14.00	5	15	15	16	10
10.1	4.12.1986	8.45 - 10.45	2	0 ^{x)}	14	7	6

x) Nachweisgrenze

Tab. 6: Typische SO₂-Konzentrationen an verschiedenen Stellen im Raum Innsbruck während der durchgeführten Transmissionsmessungen

72

Nummer der Karte	Meßtag	Uhrzeit	SO ₂ -Konzentration in µg/m ³				
			Flughafen	Hungerburg	Olymp. Dorf	Rum	Amras
6.4	2.12.1986	11.15 - 13.00	40	60	100	140	60
7.4		13.30 - 15.30	30	60	100	90	50
8.4	3.12.1986	9.30 - 12.00	50	100	150	150	70
9.4		12.00 - 14.00	40	170	130	110	50
10.4	4.12.1986	8.45 - 10.45	40	50	200	170	70

Tab. 7: Typische NO-Konzentrationen an verschiedenen Stellen im Raum Innsbruck während der durchgeführten Transmissionsmessungen

Nummer der Karte	Meßtag	Uhrzeit	NO-Konzentration in ppb				
			Flughafen	Hungerburg	Olymp. Dorf	Rum	Anras
6.2	2.12.1986	11.15 - 13.00	60	70	130	180	90
7.2		13.30 - 15.30	60	50	150	130	120
8.2	3.12.1986	9.30 - 12.00	70	100	300	360	130
9.2		12.00 - 14.00	60	110	150	140	90
10.2	4.12.1986	8.45 - 10.45	400	10	700	450	400

Tab. 8: Typische NO₂-Konzentrationen an verschiedenen Stellen im Raum Innsbruck während der durchgeführten Transmissionsmessungen

73

Nummer der Karte	Meßtag	Uhrzeit	NO ₂ -Konzentration in ppb				
			Flughafen	Hungerburg	Olymp. Dorf	Rum	Anras
6.3	2.12.1986	11.15 - 13.00	20	35	50	60	30
7.3		13.30 - 15.30	25	30	50	50	30
8.3	3.12.1986	9.30 - 12.00	30	50	50	70	40
9.3		12.00 - 14.00	30	70	60	60	40
10.3	4.12.1986	8.45 - 10.45	60	5	120	120	50

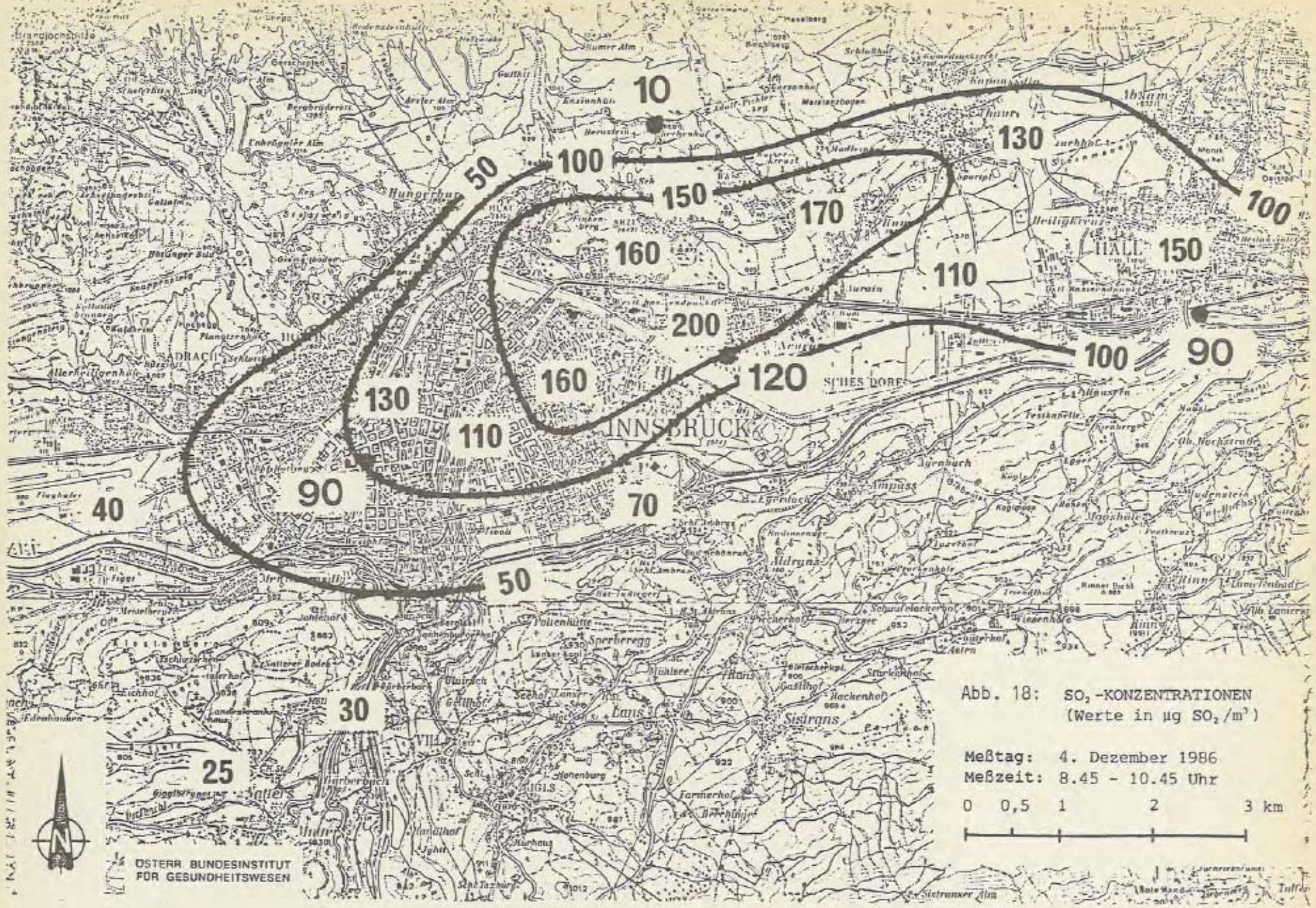


Abb. 18: SO₂-KONZENTRATIONEN
(Werte in µg SO₂/m³)

Meßtag: 4. Dezember 1986
Meßzeit: 8.45 - 10.45 Uhr



OSTERR. BUNDESINSTITUT
FÜR GESUNDHEITSWESEN

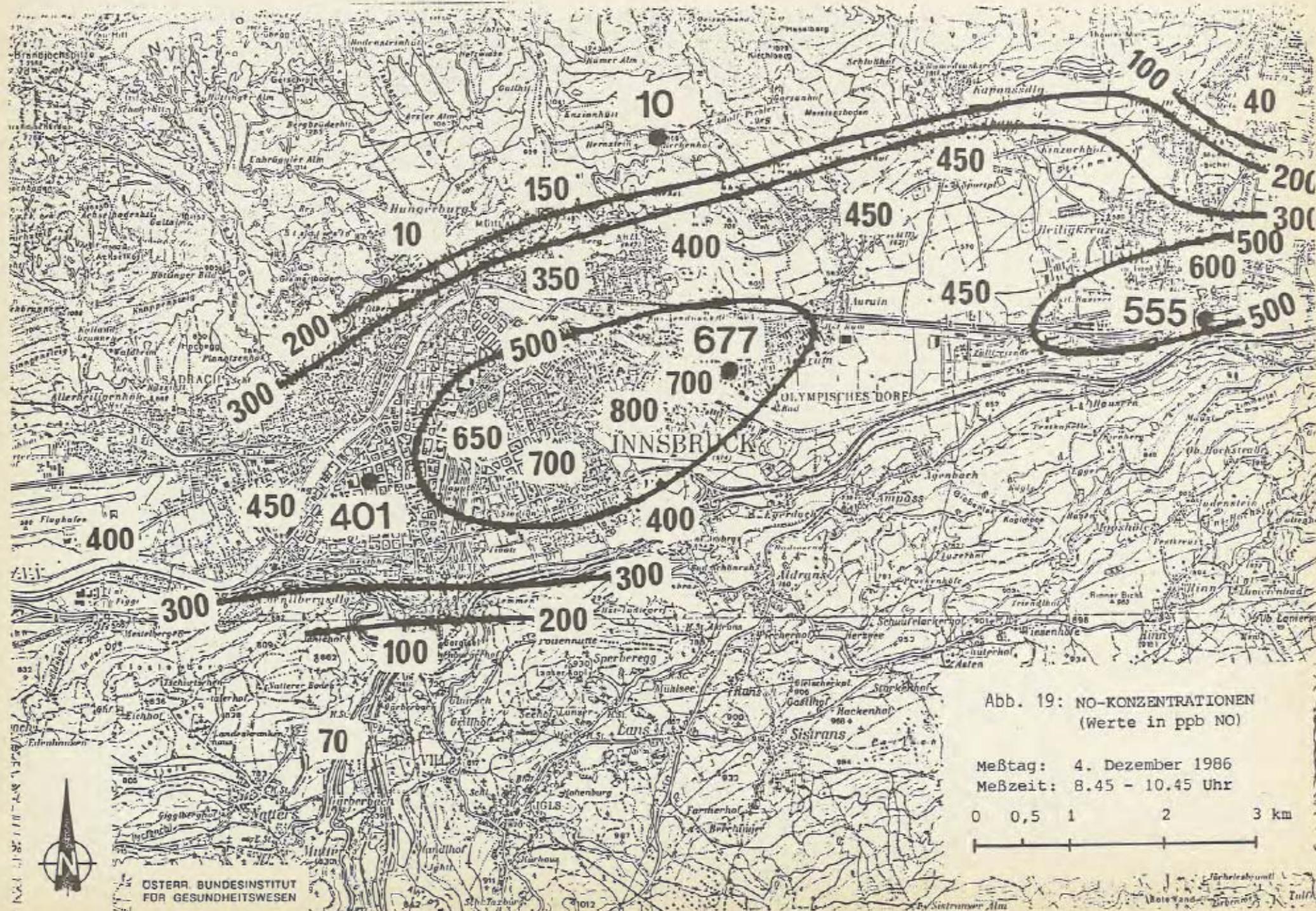


Abb. 19: NO-KONZENTRATIONEN
(Werte in ppb NO)

Meßtag: 4. Dezember 1986
Meßzeit: 8.45 - 10.45 Uhr



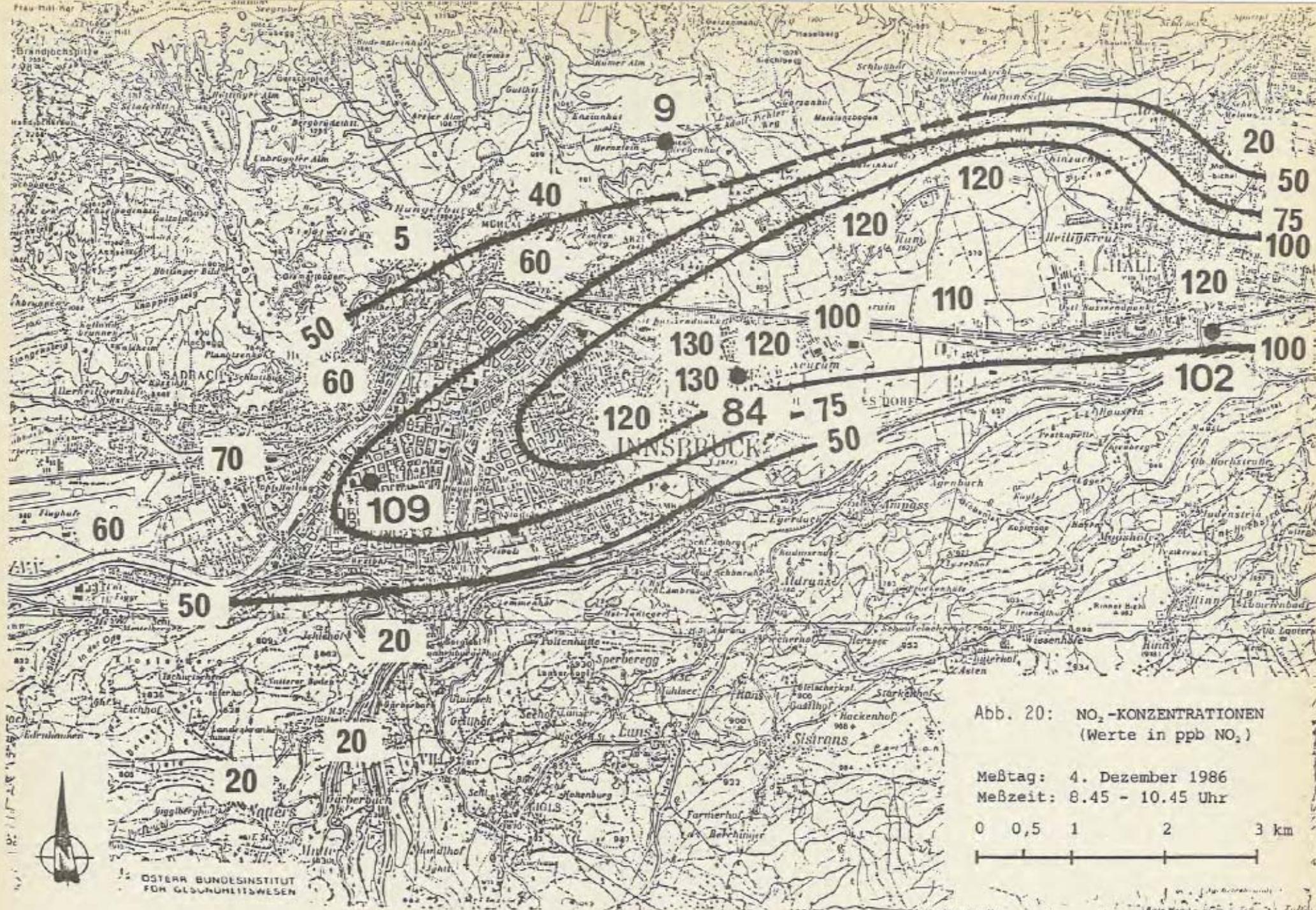


Abb. 20: NO₂-KONZENTRATIONEN
(Werte in ppb NO₂)

Meßtag: 4. Dezember 1986
Meßzeit: 8.45 - 10.45 Uhr

0 0,5 1 2 3 km

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelproben 1986 bzw. 1987 zeigen am Talboden des Innsbrucker Beckens Grenzwertüberschreitungen an folgenden Probepunkten an: Sternbachgraben (Mühlau), Hungerburgbahn, Ölberg, südöstlich Ziegelstadel, Schaeenburgasse, Andreas-Hofer-Weg, Tummelplatzweg. Weiters wurden Grenzwertüberschreitungen am Grillhof (Vill), in Igls (Kurhaus) sowie am Patscherkofel festgestellt. Alle übrigen Proben aus dem Raum Innsbruck zeigen leicht erhöhte Schwefelgehalte in Fichtennadeln.

Fluor:

Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung wurden 1986 an den Probepunkten Mentlberg, in der Öd und südöstlich Ziegelstadel festgestellt.

Für 1987 liegen noch keine Daten vor.

8. Beurteilungsraum: Hall und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Die SO_2 -Messungen zeigen, daß bei ungünstigen Wetterlagen besonders in Hall, aber auch in Rum und Thaur im Winter vereinzelt immer noch stark erhöhte SO_2 -Belastungen auftreten, jedoch in der übrigen Zeit keine Grenzwertüberschreitungen für SO_2 gemäß 2. Forstverordnung festgestellt wurden. Die Jahresmittelwerte der SO_2 -Belastung haben bei der Meßstelle Hall seit 1984 nicht mehr abgenommen.

Insbesondere in den Wintermonaten bei Inversionslagen und schlechten Ausbreitungsbedingungen kommt es häufig von Hall bis Rum und Thaur zu hohen Stickoxidbelastungen, wobei sowohl die Grenzwerte nach VDI-Richtlinie 2310 für NO als auch die Richtwerte für NO_2 nach der Österreichischen Akademie der Wissenschaft zum Schutz der Vegetation zum Teil sogar beträchtlich überschritten werden. Besonders bemerkenswert ist die deutliche Zunahme der Häufigkeit und der Intensität hoher Ozonbelastungen nunmehr auch am Talboden des Inntales. Forstschädliche Schwefelbelastungen treten vorwiegend in den talnahen Hanglagen auf, während vom Tal bis in die obersten Hanglagen mit Wachstumsbeeinträchtigungen und Vitalitätsminderungen durch hohe Ozonbelastungen in Kombination mit sauren Niederschlägen zu rechnen ist.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Hall i.T. - Münzergasse:

Lage: 560 m ü.d.M./Tallage/ländliches Wohngebiet

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil	maximaler monatlicher 98%-Wert
SO ₂ in mg/m ³	1-12/87	0,02	W: 0,20 S: 0,03	W: 0,35 S: 0,04	W: 0,18 S: 0,03	-
NO in ppb	1-12/87	85	505	987	-	-
NO ₂ in ppb	1-12/87	34	82	134	-	-
O ₃ in ppb	1-2/87	14	53	115	-	89

Die Erhebung der SO₂-Belastung bei der Meßstelle Hall zeigt, daß sich im Jahr 1987 die SO₂-Belastung gegenüber 1986 nicht vermindert hat (siehe Abb. 21). Im Jänner 1987 wurden die Grenzwerte der 2. Forstverordnung zum Teil beträchtlich überschritten, jedoch in den übrigen Monaten des Jahres 1987 sind keine Grenzwertüberschreitungen der Schwefeldioxidbelastung aufgetreten.

Abb. 21:

Abb. 22:

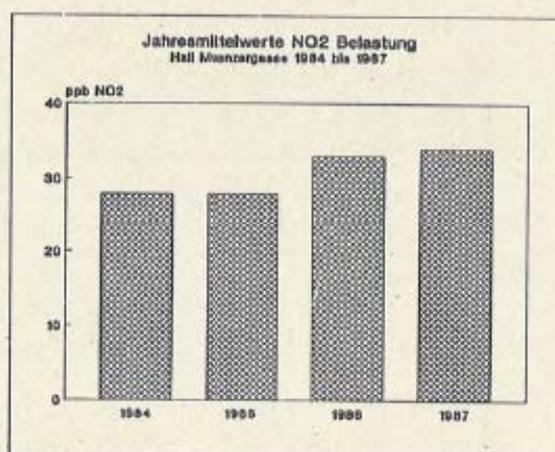
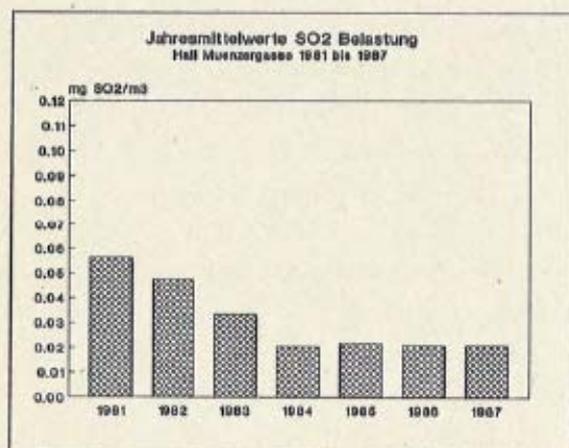
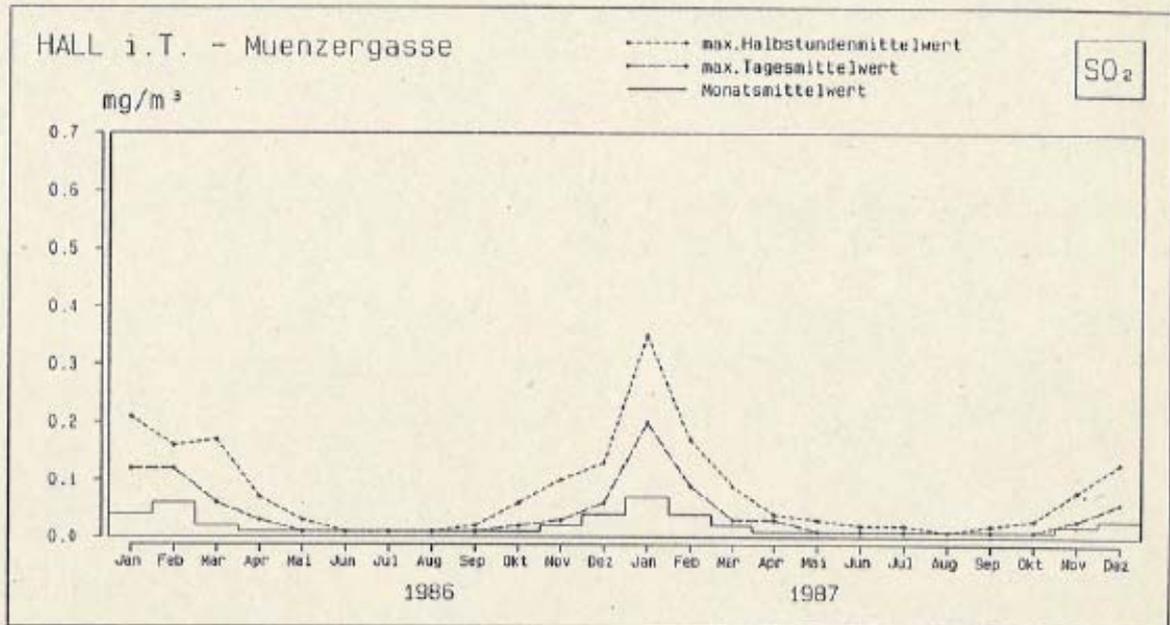
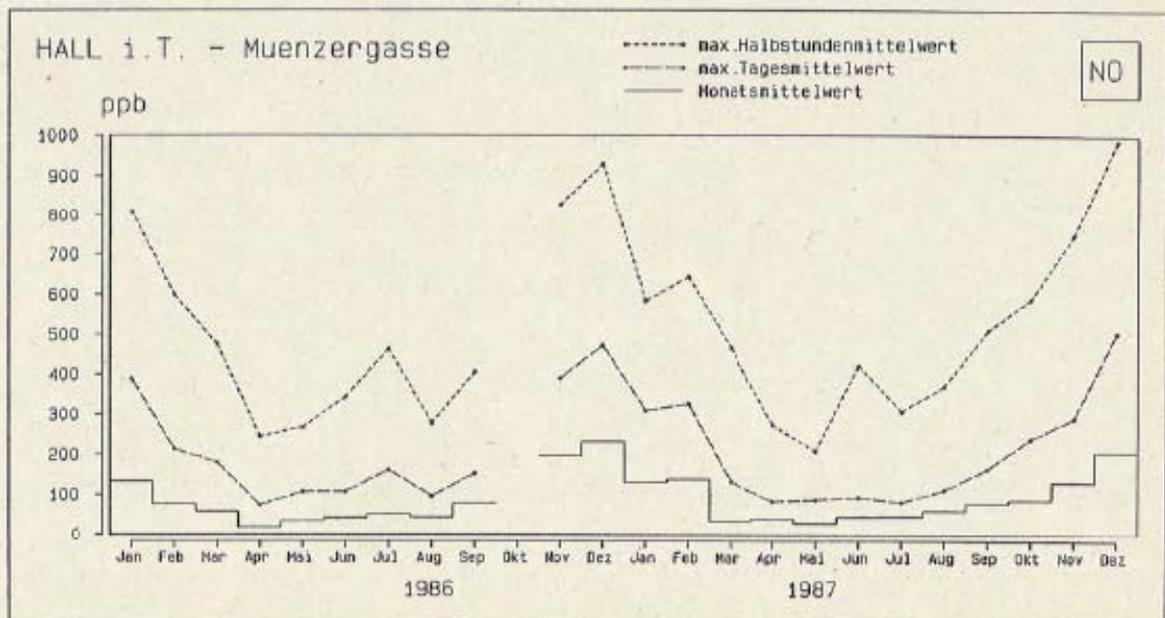


Abb. 23:



Obwohl die Meßstelle Münzergasse nur autobahnbeeinflusst und nicht autobahnnahe gelegen ist und kein erhebliches lokales Verkehrsaufkommen herrscht, wurden hier die höchsten Stickstoffmonoxidbelastungen in Tirol registriert. Besonders im Dezember 1987 wurden dabei mehrfach die Grenzwerte der VDI-Richtlinie 2310, sowohl hinsichtlich des Tagesmittelwertes als auch hinsichtlich des maximalen Halbstundennittelwertes überschritten, was auf eine sehr starke Beeinflussung durch die Autobahn schließen läßt.

Abb. 24:



Der Jahresmittelwert der Stickstoffdioxidbelastung ist neuerlich etwas angestiegen und zeigt seit 1984 einen deutlich zunehmenden Trend (siehe Abb. 22). Die Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation wurden bei dieser Meßstelle sowohl hinsichtlich des Jahresmittelwertes als auch hinsichtlich der maximalen Tages- bzw. Halbstundenmittelwerte an insgesamt 63 Tagen des Jahres überschritten, wobei sich die Überschreitungen in den Wintermonaten besonders häuften.

Die Ozonbelastung bei der Meßstelle Hall i.T. zeigt seit dem Jahr 1982 eine deutliche Zunahme der Konzentration und der Häufigkeit hoher Werte (siehe Kapitel 1, Tab. 1).

Abb. 25:

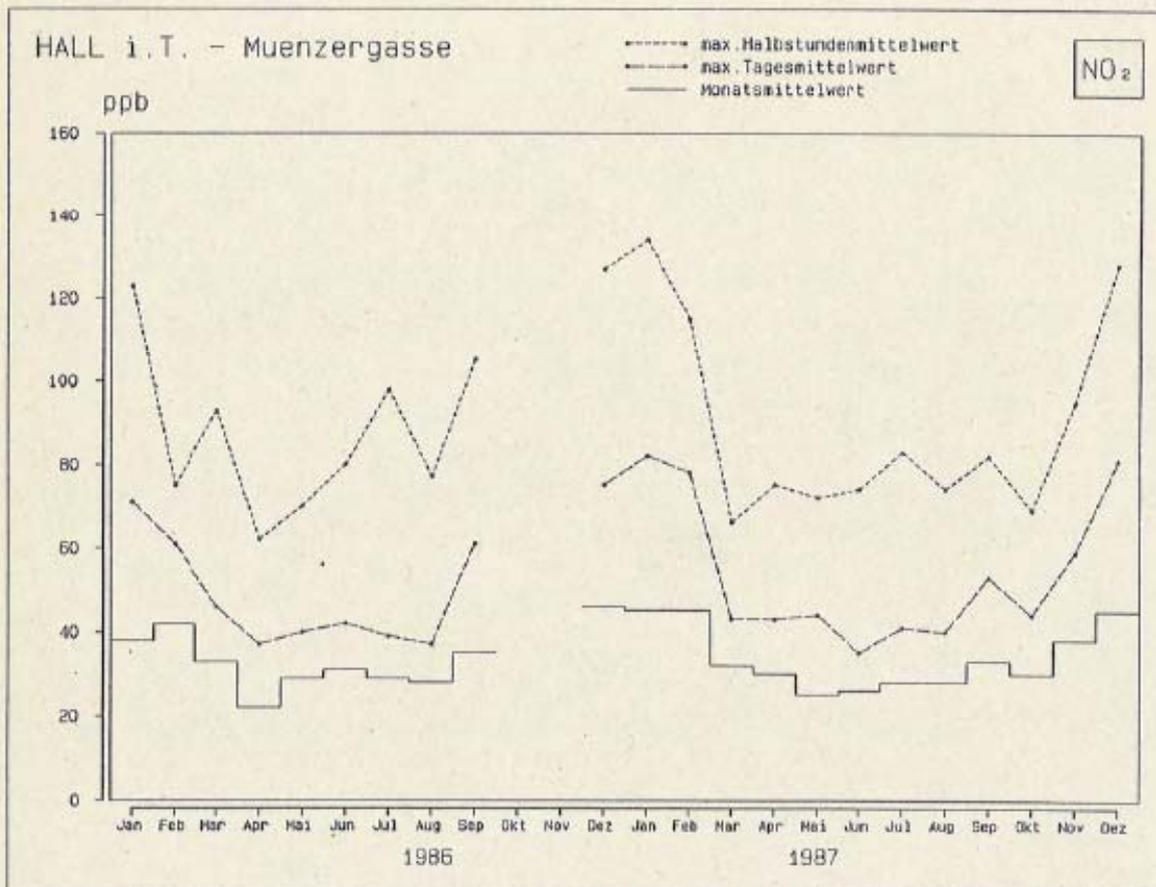
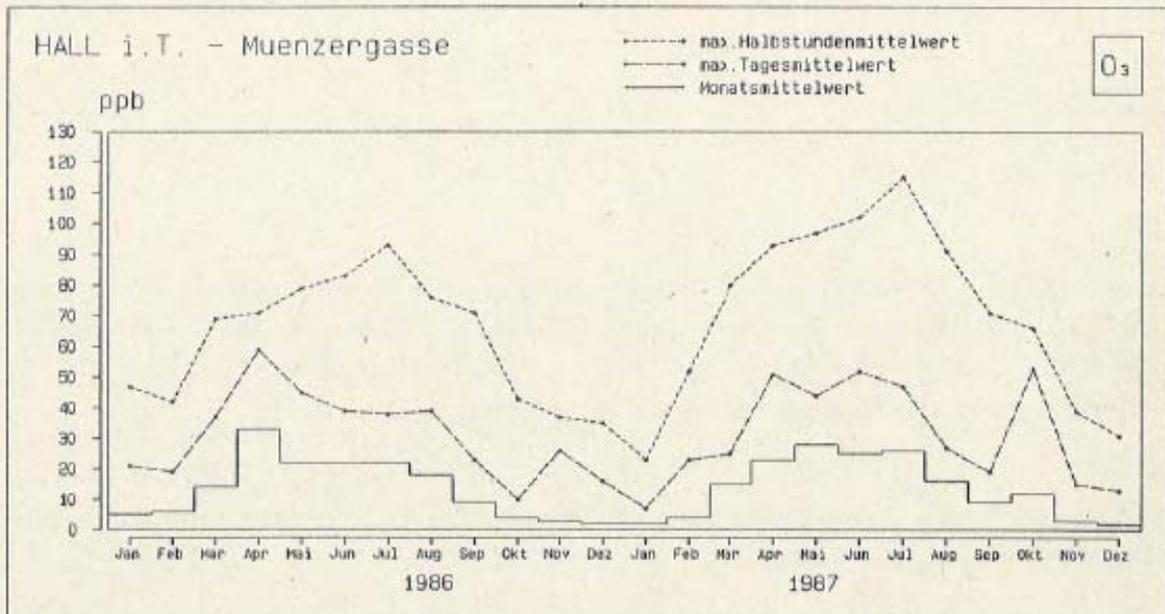


Abb. 26:



So wurde im Jahr 1987 ein maximaler Halbstundenmittelwert von 115 ppb Ozon gemessen, während in den früheren Jahren nur Werte zwischen 77 und 93 ppb erhoben wurden. Auch die Häufigkeit von Halbstundenmittelwerten über 80 ppb hat von 0 bis 37 Werten auf 201 Werte im Jahr 1987 zugenommen. Ebenso ist die Anzahl jener Tage, an denen über einen Zeitraum von mehr als 7 Stunden Ozonbelastungen von mehr als 50 ppb auftraten, von 20 im Jahr 1982 auf 42 im Jahr 1987 während der Hauptvegetationszeit von April bis Juli gestiegen. Somit traten vermehrt Ozonbelastungen auf, bei deren alleiniger Einwirkung bereits mit einer Wuchs- und Vitalitätsminderung empfindlicher Pflanzen gerechnet werden muß. Auch die Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung für Ozon wurden im Sommerhalbjahr zum Teil bei weitem überschritten.

Transmissionsmessungen des Österreichischen Bundesinstitutes für Gesundheitswesen siehe Seite 70.

Nadelanalysen:

Schwefel:

Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung traten 1986 bzw. 1987 insbesondere in Talbodennähe (Ampaß, Häusern, Kienberg, untere Lend, Schloß Melans, Grünegg, Mils-Stichweg, Planitz 2, Kampfl) auf. Leicht erhöhte Schwefelwerte in Fichtennadeln wurden 1986 in Absam-Eichat festgestellt.

9. Beurteilungsraum: Wattens und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Forstschädliche Schwefelbelastungen zeigten die Nadelanalysen sowohl auf den nördlichen als auch auf den südlichen talnahen Hanglagen. Im Bereich der nördlichen unteren Hanglagen wurde auch eine forstschädliche Fluorbelastung festgestellt.

Beurteilungsunterlagen:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung traten 1986 in talnahen Lagen auf (oberhalb Würth, oberhalb Bärenbach, Eggenhof, Spielplatz Fritzens, Kandlerbauer, Volders Donauparcours, Wattens Rodelbahn Zielhaus, Vögelsberg Rodelbahn, Haslach). Die restlichen Probepunkte des Beurteilungsraumes zeigen leicht erhöhte Schwefelwerte in Fichtennadeln an.

Fluor:

Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung wurden 1986 an einer Meßstelle zwischen Fritzens und Baumkirchen festgestellt.

BEZIRK SCHWAZ

BFI Schwaz, BFI Zillertal

a) Waldzustand

Tab. 9: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Schwaz, Schadensentwicklung seit 1984

Baumart	Jahr	Schadstufen				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelst. geschädigt	4+5 stark gesch. + tot	
Fichte	1984	61	31	7	1	39
	1985	61	33	5	1	39
	1986	61	31	7	1	39
	1987	65	28	6	1	35
Tanne	1984	39	35	19	7	61
	1985	28	22	42	8	72
	1986	18	36	38	8	82
	1987	19	29	43	9	81
Lärche	1984	79	19	-	2	21
	1985	78	18	4	-	22
	1986	75	23	2	-	25
	1987	70	27	3	-	30
Kiefer	1984	65	31	-	4	35
	1985	64	23	13	-	36
	1986	35	53	12	-	65
	1987	47	45	8	-	53
Zirbe	1984	95	5	-	-	5
	1985	92	8	-	-	8
	1986	79	16	5	-	21
	1987	71	28	1	-	29
Buche	1984	36	42	19	3	64
	1985	37	47	13	3	63
	1986	42	49	7	2	58
	1987	27	56	11	6	73
alle BA	1984	62	29	7	2	38
	1985	62	29	7	2	38
	1986	59	32	8	1	41
	1987	60	31	7	2	40

40 % der Bestände im Bezirk Schwaz sind geschädigt, davon 31 % leicht, 7 % mittelstark und 2 % stark. Dies bedeutet eine geringfügige Verbesserung des Waldzustandes gegenüber dem Jahre 1986, wobei die Verbesserung im Bereich der leichten und mittelstarken Schäden jedoch durch die Verschlechterung im Bereich der starken Schäden aufgewogen wird. Schwaz zählt zu den am stärksten geschädigten Bezirken. Besonders deutlich geschädigt sind die Baumarten Tanne, Kiefer und Buche, wobei sich die Tannen und Buchen gegenüber 1986 verschlechtert und die Kiefer verbessert hat! Nur noch 19 % der Tannen sind gesund. Mehr als die Hälfte ist mittelstark oder stark geschädigt. Die Schäden konzentrieren sich vor allem auf den Alpennordrand (Achentäl, Steinberg, Hinterriß, Bächental) und das Inntal. Im Zillertal ist der Waldzustand gegenüber 1986 gleichgeblieben, wobei überwiegend Bestände in den unteren Tallagen Schädigungen erkennen lassen.

b) Immissionssituation

10. Beurteilungsraum: Schwaz und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Die zahlreichen Grenzwertüberschreitungen der Schwefelbelastung in den Nadelproben gemäß 2. Forstverordnung im Bereich der Stadt Schwaz und ihren nördlichen und südlichen unteren bis mittleren Hanglagen weisen auf erhöhte SO_2 -Immissionen in diesem Raum hin. Die höher gelegenen und abgelegenen Gebiete sind hiervon nicht betroffen.

Beurteilungsunterlagen:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1986 bzw. 1987 ergaben Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung für Probepunkte in Talbodennähe (Terfens-Gemeindestichweg-Pferdestall, westl. Pill, Arzberg, Palais Enzenberg, Münchnerstraße, Kraken, Alte Landstraße, Fiecht, Stans Burglift, Stans-Ried, Hubenwald, Tratzberg, Hotel Toleranz, Wiesing) sowie an einzelnen höhergelegenen Punkten (Asten, Pfitscherhof, Pirchneraste). Im weiteren Umfeld von Schwaz und Jenbach sowie in höheren Lagen sind meist leicht erhöhte Schwefelgehalte in den Fichtennadeln festzustellen.

11. Beurteilungsraum: Achental

Zusammenfassende Beurteilung:

Aus dem Achental liegen keine Hinweise auf erhöhte Schwefelbelastungen der Fichtennadeln aus lokalen Emittenten vor. Die häufig deutlich belasteten sauren Niederschläge führen in Kombination mit erhöhten Ozonbelastungen, wie sie in benachbarten Meßstellen in Tirol und im deutschen Nordalpenbereich gemessen wurden, zu Wachstums- und Vitalitätsbeeinträchtigungen der empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Achenkirch, Ampelsbacherhof:

Lage: 990 m ü.d.M./Hügellage/landwirtschaftlich genutztes Grünland.

Meßergebnisse:**Eintrag pro Jahr**

Nasse Deposition im Untersuchungszeitraum 1.10.1986-30.9.1987:

Nschl mm	H ⁺	NO ₃ ⁻ /N in g/m ²	SO ₄ ²⁻ /S
1305	0,015	0,20	0,74

Bei dieser Meßstelle wurden im Beurteilungszeitraum somit im Tirolvergleich die zweithöchsten Sulfat-Einträge registriert. Weitere Ergebnisse siehe Kapitel 1.3.

Meßstellen Wank und Zugspitze und Roßhütte siehe Beurteilungsraum 1 (Reutte) und 4 (Telfs und Umgebung, Salzstraße und Seefelder Plateau).

Nadelanalysen:

Die Analysen 1986 und 1987 lassen keine erhöhten Einwirkungen von Schwefel auf Fichtennadeln erkennen.

12. Beurteilungsraum: Vorderes Zillertal und Hinteres Zillertal**Zusammenfassende Beurteilung:**

Die Schwefelbelastungen der Fichtennadeln lassen lokal auf fallweise etwas erhöhte Belastung durch lokale Emittenten schließen. Besonders auffallend war im vergangenen Jahr die Zunahme der Ozonbelastung, gemessen im Bereich der oberen Hanglagen und der Waldgrenze im hinteren Zillertal. Bei derartigen Ozonbelastungen ist mit einer Wachstums- und Vitalitätsminderung der empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten zu rechnen.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Mayrhofen-Ahornbergstation:

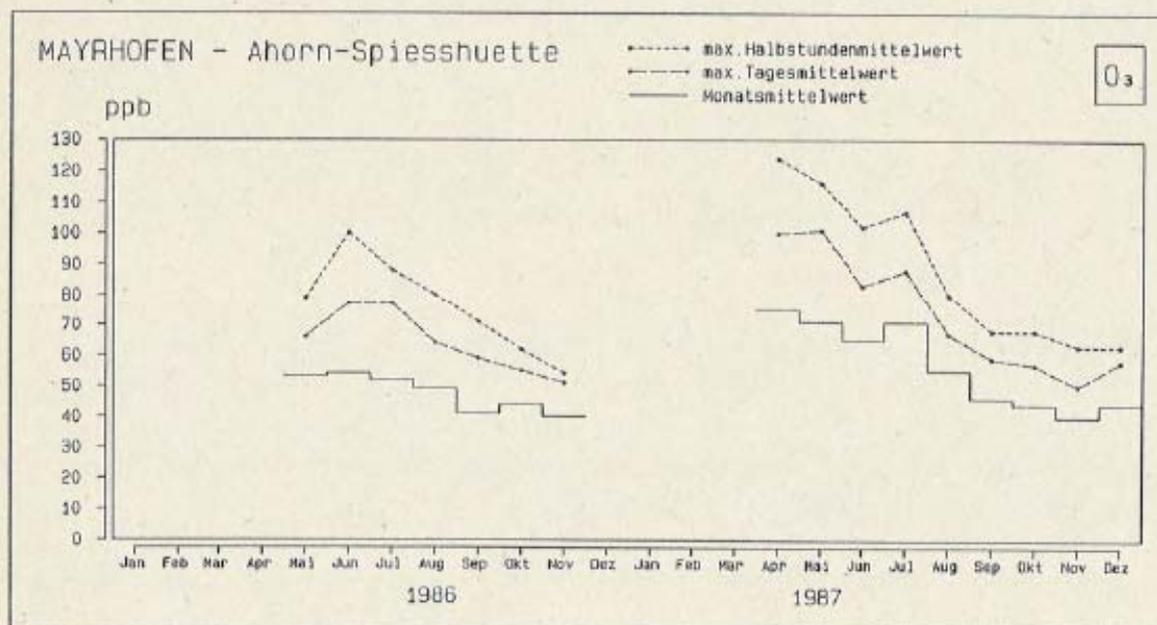
Lage: 1910 m ü.d.M./Berglage/hochalpine Felsregion

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximaler monatlicher 98%-Wert
O ₃ in ppb	4-12/87	56	101	124	106

Die Ozonbelastungen haben bei dieser Meßstelle gegenüber den Vorjahren im Tirolvergleich am stärksten zugenommen. In den Jahren 1984 und 1985 wurden hier keine Halbstundenmittelwerte über 80 ppb gemessen, im Jahr 1986 bereits 81mal und im Jahr 1987 sogar 895mal (siehe Kapitel 1, Tab. 1). Im Zeitraum von Mai bis August, also in der Vegetationszeit, traten an 111 Tagen, das ist 91 % der Meßdauer, Halbstundenmittelwerte von mehr als 50 ppb über einen Zeitraum von 7 Stunden auf. Derartige Belastungen waren im Jahr 1985 nur in 26 % des Vergleichszeitraumes registriert worden. Das bedeutet, daß an empfindlichen Nadel- oder Laubbaumarten mit zunehmenden Wachstumseinbußen und Vitalitätsminderung gerechnet werden muß. Auch wurden die Ozonegrenzwerte der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung beträchtlich überschritten.

Abb. 27:



Nadelanalysen:

Schwefel:

1986 wurden am Fügenberg und im Zillergrund 1987, am Stummerberg und Hainzenberg Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung festgestellt.

BEZIRKE KUFSTEIN UND KITZBÜHEL

BFI Wörgl, BFI Kufstein, BFI Kitzbühel, BFI St. Johann

a) Waldzustand

Tab. 10: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre in Bezirken Kufstein und Kitzbühel, Schadensentwicklung seit 1984

Baumart	Jahr	Schadstufen				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelst. geschädigt	4+5 stark gesch. + tot	
Fichte	1984	66	26	7	1	34
	1985	60	32	7	1	40
	1986	58	35	6	1	42
	1987	58	35	6	1	42
Tanne	1984	46	32	17	5	54
	1985	49	32	16	3	51
	1986	41	44	12	3	59
	1987	45	39	14	2	55
Lärche	1984	98	2	-	-	2
	1985	91	9	-	-	9
	1986	80	18	2	-	20
	1987	62	36	2	-	38
Buche	1984	71	20	6	3	29
	1985	62	29	6	3	38
	1986	48	43	7	2	52
	1987	44	48	6	2	56
alle BA	1984	67	24	7	2	33
	1985	61	30	8	1	39
	1986	55	37	7	1	45
	1987	54	38	7	1	46

Die Bezirke Kufstein und Kitzbühel gehören neben Reutte zu den schwerst geschädigten Gebieten in Tirol. Seit 1984 hat die geschädigte Bestandesgrundfläche um 13 %-Punkte zugenommen. 46 % der Bestände über 60 Jahre sind bereits geschädigt. 38 % zeigen leichte, 7 % mittlere und 1 % starke Kronenverlichtungen. Die Hauptbaumart Fichte verzeichnet eine Zunahme der Schädigung von 1984 bis 1987 um 8 %-Punkte. Besonders negative Tendenz zeigen die Baumarten Lärche und Buche mit einer Zunahme von 36 bzw. 27 %-Punkten seit 1984. Mittlerweile sind 38 % der Lärchen und 56 % der Buchen geschädigt. Bei der Tanne sind bereits 55 % sichtbar geschädigt. Die Schadenszunahme ist nicht auf bestimmte Gebiete beschränkt, sondern erfolgt ziemlich gleichmäßig im gesamten Unterland (siehe Tab. 10). Starke Schäden treten im Raum Kufstein, Brandenburg, Erpfendorf, Kössen, Jochberg und Walchsee auf; im Raum Brixlegg wurden besonders starke Schäden festgestellt (absterbende Bestände am Matzenköpf).

b) Immissionsituation:

13. Beurteilungsraum: Brixlegg und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Wie die Immissionsmessungen im Raum Brixlegg zeigen, ist die Schwefeldioxidbelastung im Jahresdurchschnitt auf unter die Hälfte des Vergleichsjahres 1985 zurückgegangen. Auch haben sich Häufigkeit und Konzentration der früheren SO_2 -Spitzenbelastungen sehr deutlich verringert. Trotzdem wurden werksnah in allen Monaten des Jahres 1987 die Grenzwerte der 2. Forstverordnung zum Teil sogar erheblich überschritten. Auch bei den Meßstellen Percha bzw. Hagau wurden fallweise Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Auch die Schwefelgehalte der Nadelanalysen weisen weiter eine sehr starke Belastung in der Umgebung der Montanwerke Brixlegg auf. Die in der Nähe der Montanwerke in den Hauptwindrichtungen sehr stark erhöhte Schwermetallniederschlagsbelastung (gemessen wurde: Kupfer, Blei und Zink) hat sich gegenüber den Vorjahren im wesentlichen nicht verändert, bei Kupfer und Blei sogar teilweise zugenommen. Die vom Umweltbundesamt durchgeführten Boden- und Nadelanalysen auf Schwermetalle und Dioxin zeigten in Werksnähe stark erhöhte Belastungen, die die Messungen der Landesforstdirektion hinsichtlich der Schwermetalle aus den früheren Jahren bestätigen und ergänzen. Die extrem starke Gesamtschadstoffbelastung in diesem Raum, talauf- und talabwärts der Montanwerke, führt zu schwersten Beeinträchtigungen.

Beurteilungsunterlagen:

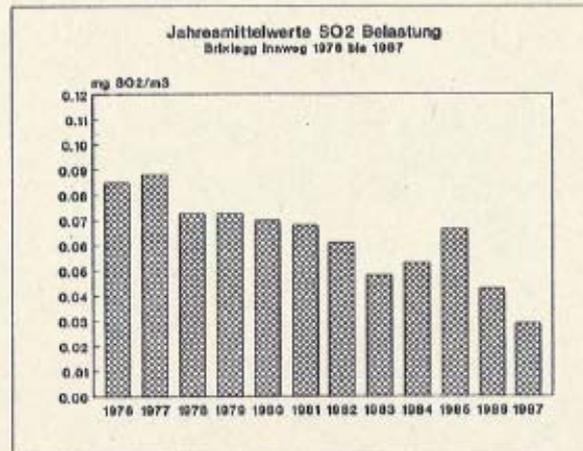
Meßstelle Brixlegg, Innweg:

Lage: 520 m ü.d.M./Talboden/ländliches Wohngebiet

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO_2 in mg/m^3	1-12/87	0,03	W: 0,25 S: 0,11	W: 0,75 S: 0,59	W: 0,25 S: 0,18

Abb. 28:



Der Jahresmittelwert der SO₂-Belastung im Jahr 1987 erreichte mit 0,03 mg SO₂/m³ einen Wert von weniger als der Hälfte des Jahresmittelwertes 1985.

Obwohl in die Abgasreinigungsanlage am Konverter andere SO₂-Emittenten der Montanwerke Brixlegg nicht eingebunden sind, hat sowohl die Häufigkeit als auch die Konzentration der früheren SO₂-Spitzenbelastungen deutlich abgenommen: Im Jahr 1985 waren noch insgesamt 90 Halbstundenmittelwerte von mehr als 0,80 mg SO₂/m³ gemessen worden, während derartige Belastungen im Jahr 1987 überhaupt nicht mehr registriert wurden. Auch die Konzentration von maximal 3,12 mg SO₂/m³ als Halbstundenmittelwert im Jahr 1985 ist auf einen maximalen Halbstundenmittelwert von 0,75 mg SO₂/m³ im Jahr 1987 zurückgegangen. Trotzdem wurden im Dezember 1987 maximale Tagesmittel von 0,20 und 0,25 mg SO₂/m³ gemessen. Die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung wurden in allen Monaten des Jahres 1987 wiederholt zum Teil erheblich überschritten.

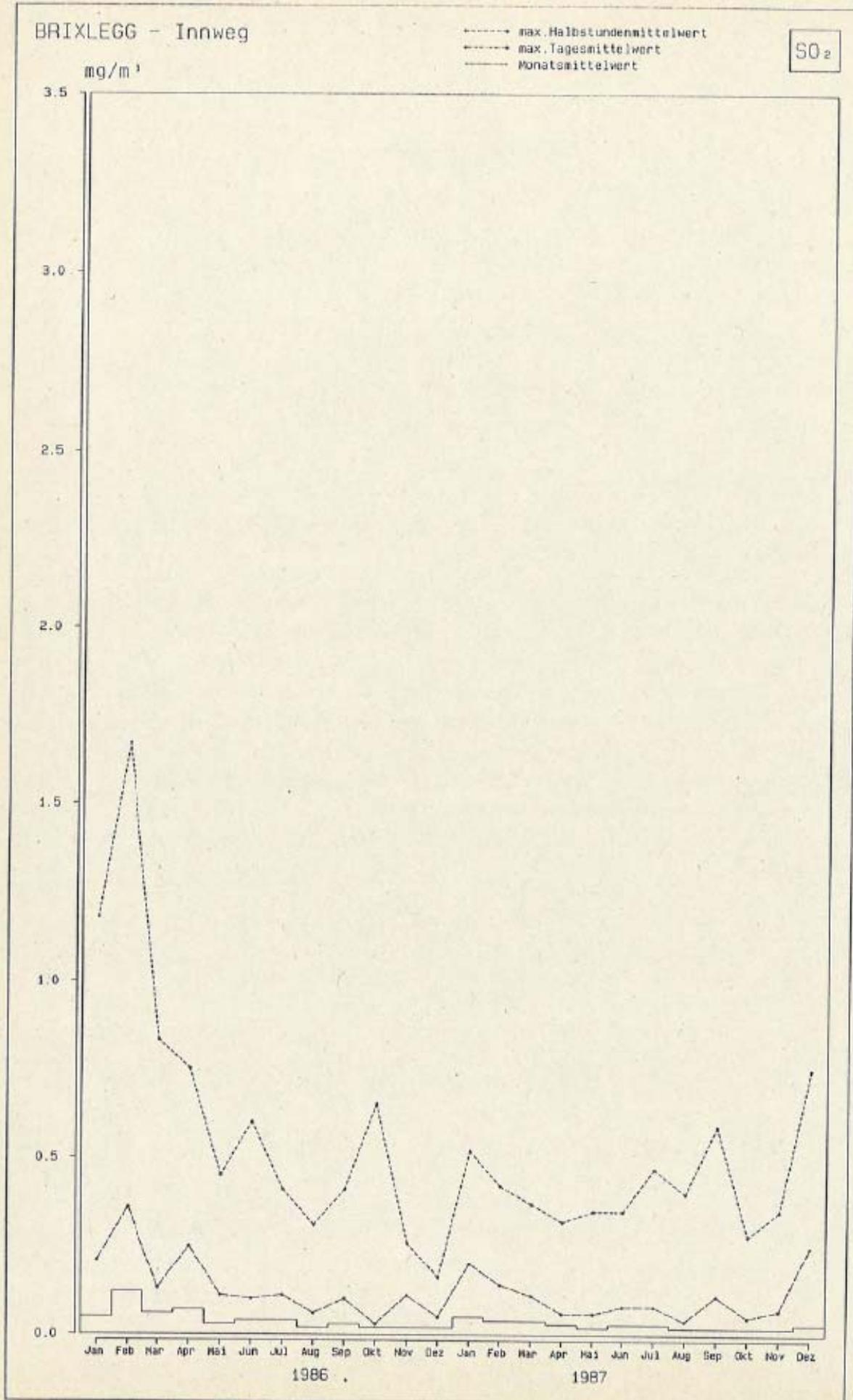


Abb. 30: Bleibelastung im Staubniederschlag

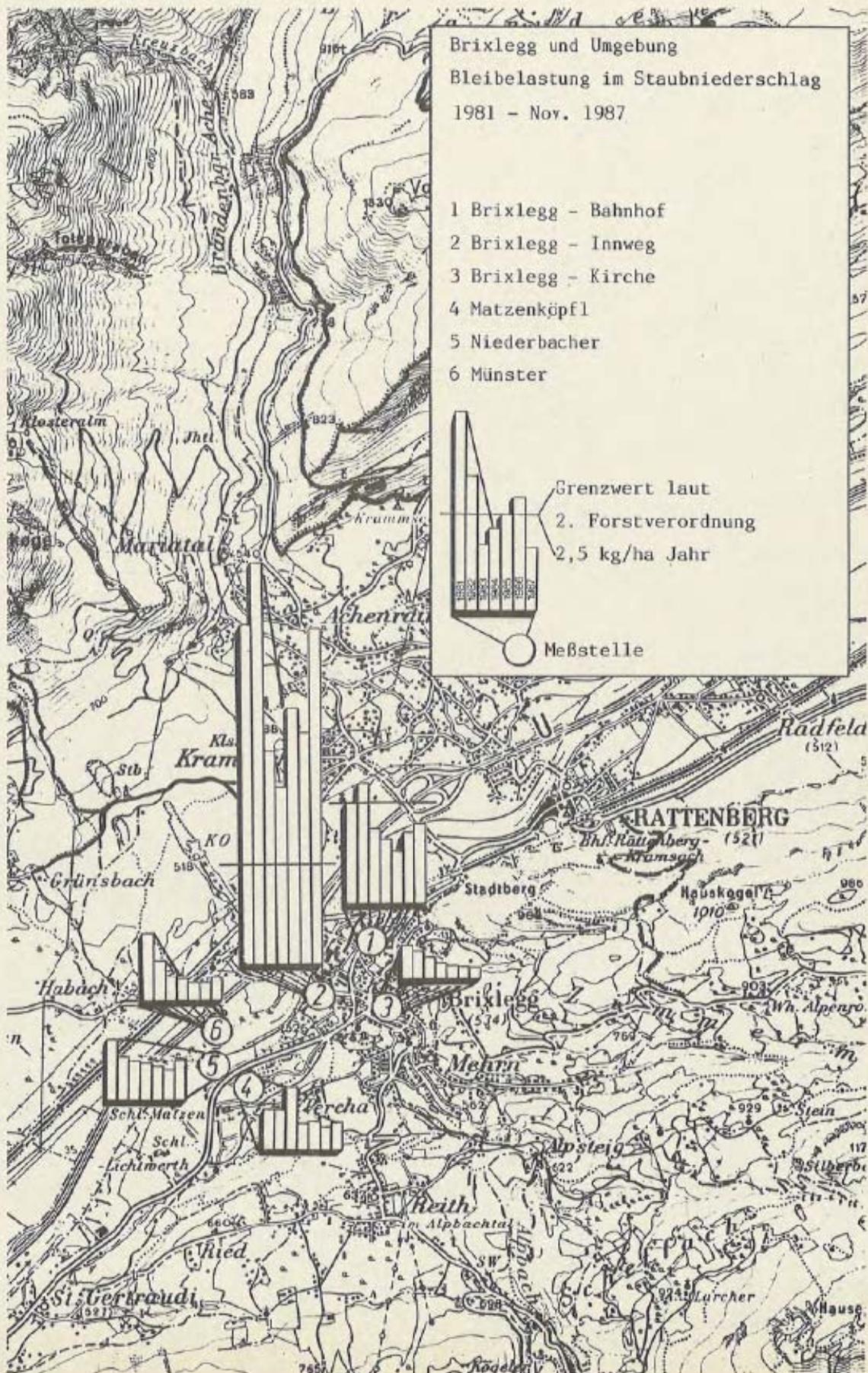
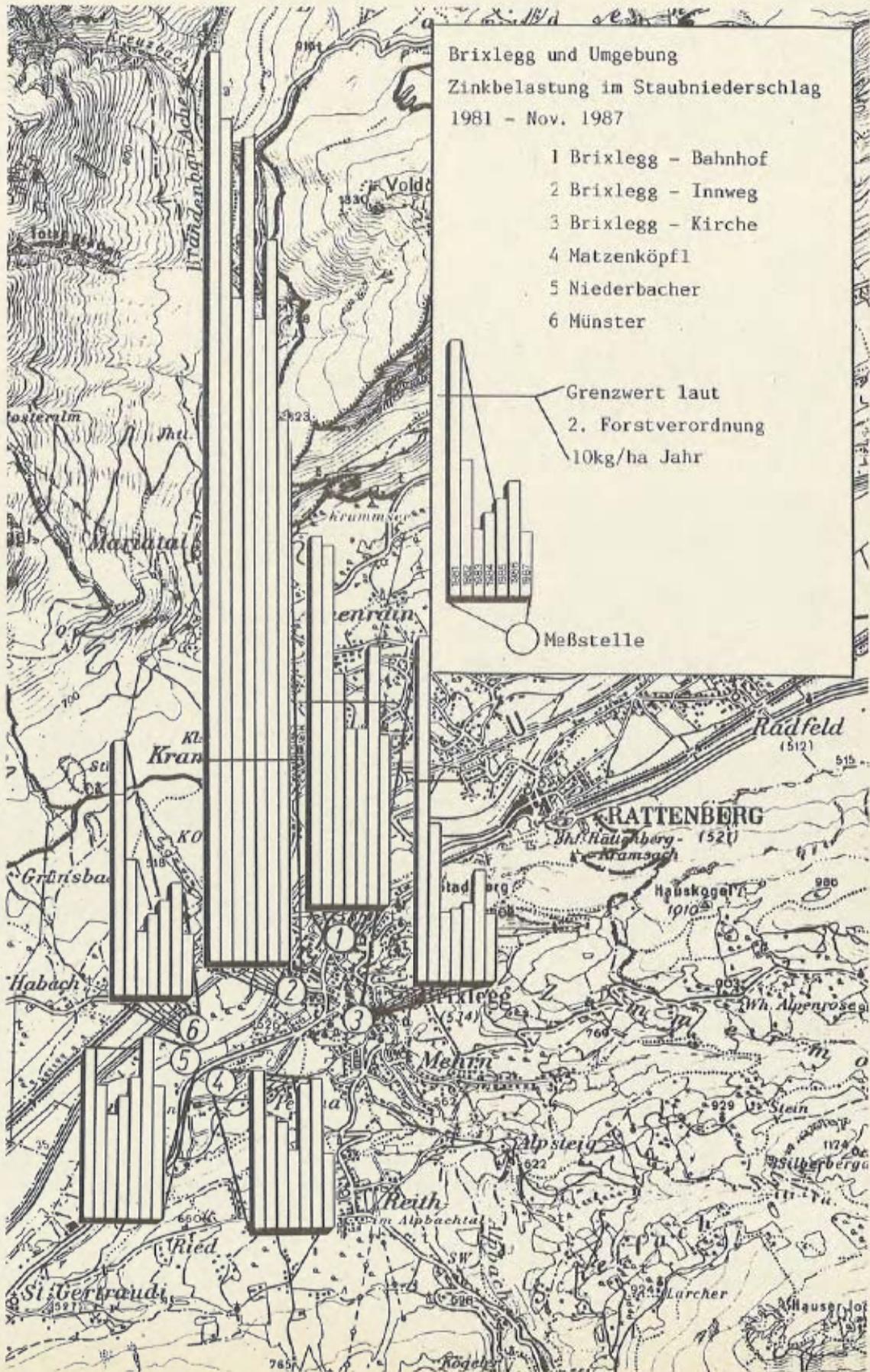


Abb. 32: Zinkbelastung im Staubbiederschlag



Meßstelle Reith i.A.-Matzenau:

Lage: 520 m ü.d.M./Talboden/landwirtschaftlich genutztes Grünland

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO ₂ in mg/m ³	11/86 - 4/87	0,03	W: 0,12 S: 0,04	W: 0,22 S: 0,12	W: 0,13 S: 0,06

Am Talboden bei Matzen wurden 1 km von Brixlegg entfernt im Berichtszeitraum fallweise die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten.

Meßstelle Reith i.A.-Percha:

Lage: 560 m ü.d.M./Hanglage/landwirtschaftlich genutztes Grünland

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO ₂ in mg/m ³	6-10/87	0,01	S: 0,03	S: 0,24	S: 0,04

An der Hanglage südlich von Brixlegg wurden im Berichtszeitraum fallweise die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten.

Meßstelle Brixlegg-Tiwag:

Lage: 520 m ü.d.M./Talboden/ländliches Wohngebiet

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO ₂ in mg/m ³	12/87	0,03	W: 0,05	W: 0,11	W: 0,06

Im Meßzeitraum Dezember 1987 sind bei der Meßstelle Brixlegg-Tiwag keine Überschreitungen der SO_2 -Grenzwerte der 2. Forstverordnung aufgetreten.

Staubniederschlagsmeßnetz Brixlegg-Reith i.A.-Münster-Kramsach:

Die Erhebung der Staubniederschlagsbelastung sowie deren Gehalt an Blei, Zink und Kupfer (siehe Abb. 30, 31, 32) wurde wie im Vorjahr an 8 Meßstellen durchgeführt. Eine zusätzliche neunte Meßstelle wurde in Voldöpp errichtet. Derzeit stehen zur Beurteilung die Ergebnisse von Jänner bis inklusive November 1987 zur Verfügung. Diese Ergebnisse zeigen, daß die Gesamtstaubniederschlagsbelastung im abgelaufenen Jahr bei der Meßstelle am Innweg gegenüber den stark erhöhten Werten des Vorjahres wieder zurückgegangen ist und bei den übrigen Meßstellen sich gegenüber dem Vorjahr kaum verändert hat. Die Abb. 30 zeigt, daß die Bleibelastung im vergangenen Jahr bei fast allen Meßstellen, am deutlichsten bei der stark belasteten Meßstelle am Innweg, zugenommen hat. Bei dieser Meßstelle wurde auch der Grenzwert laut 2. Forstverordnung deutlich überschritten. Die Kupferbelastung lag bei den Meßstellen am Innweg und am Bahnhof erheblich über dem Grenzwert der 2. Forstverordnung, und in der Matzenau am Fuße des Matzenköpfls wurde dieser Wert erreicht. Die Zinkbelastung ist im vergangenen Jahr gegenüber dem Vorjahr etwas zurückgegangen, zeigte aber immer noch bei der Meßstelle am Innweg deutlich erhöhte Werte gegenüber den Grenzwerten der 2. Forstverordnung. Durch lang anhaltende stark erhöhte Schwermetalleinträge ist mit Anreicherungen in den Böden zu rechnen, was schwerste Beeinträchtigungen in der Land- und Forstwirtschaft zur Folge hat.

Dioxin- und Schwermetalluntersuchungen durch das Umweltbundesamt Wien:

Im Sommer 1987 wurde vom Umweltbundesamt Wien eine Untersuchung der Umgebung der Montanwerke Brixlegg auf Schwermetall- und Dioxinbelastungen durchgeführt. Dabei kam das Umweltbundesamt zu folgendem ersten Ergebnis:

"Die Gehalte des Bodens an den Elementen Kupfer, Zink und Blei wurden schon 1978 in der Studie des Österreichischen Bundesinstituts für Gesundheitswesen "Umweltbestandesaufnahme durch Fernerkundung und Bodenmessung - Unteres Inntal" umfassend dokumentiert. Spätestens seit damals ist die hohe Belastung des Bodens im Raum Brixlegg mit diesen Elementen bekannt. Von der Landesforstdirektion Tirol wird neuerdings zusätzlich zu diesen Elementen auch Cadmium und Nickel jährlich im Boden untersucht.

Über eine Reihe weiterer Schwermetalle, über die bisher im Raum Brixlegg keine Untersuchung existierte, liegen nun Meßergebnisse vor. Die Belastung des Bodens mit den Elementen Arsen, Quecksilber und Antimon ist ebenfalls außerordentlich hoch."

Tab. 11: Schwermetalle im Boden in Brixlegg, Kramsach, Reith i.A., in mg/kg (Meßergebnisse des Umweltbundesamtes Wien)

Standort	Zn	Cd	Cu	Sn	Ni	As	Hg	Pb	Sb	Cr	Co	Fe(%)
Innweg	4460	49.7	3200	161	89.4	175	4.3	1070	187	37.1	17.5	3.14
Sportplatz	3130	16.2	2710	95.6	74.0	251	21.8	1430	965	36.6	18.7	2.90
Matzenköpfl	1030	10.3	3690	177	75.8	1180	65.0	1960	2700	28.0	12.4	2.84
Niederfeldweg	2490	8.1	1170	106	58.0	79.5	5.4	609	300	32.7	15.2	2.87
Autobahnzubringer	519	4.8	367	14.4	39.6	36.0	2.1	159	75	32.1	13.6	2.68
Innufer / Kramsach	1570	8.4	1530	54.9	65.6	102	2.8	606	237	26.5	13.9	2.33
Waldrand - Kramsach	164	1.0	78	3.3	32.3	27.8	2.8	111	68	37.7	11.3	2.45
Schulgasse	720	3.3	518	44.3	36.0	90.4	10.2	549	405	36.9	14.9	3.00
Hauptschule	181	1.0	85	2.8	33.0	38.2	3.0	105	117	37.0	14.4	3.27
häufig												
von	3	0.1	1	1	2	0.1	0.01	0.1	0.01	2	1	
bis	50	1	20	20	50	20	1	20	0.5	50	10	
Richtwert Boden	300	2	100	50	50	20	2	100	5	100	50	
Grenzwert Klärschlamm 2000	2000	10	500		100	20	10	500		500	100	

Im einzelnen brachte die Untersuchung folgendes Ergebnis:

"Die Gehalte des Bodens im Raum Brixlegg an Eisen, Chrom, Kobalt, Selen, Vanadium und Molybdän liegen im normalen Bereich. Es ist keine Abhängigkeit zur Entfernung von der Kupferhütte erkennbar. Die Gehalte des Bodens an den Elementen Zink, Kupfer, Cadmium, Quecksilber, Blei, Antimon und Zinn sind zum Teil außerordentlich hoch. Bei Cadmium und Zink nehmen die Gehalte in allen Richtungen mit der Entfernung von der Kupferhütte ab. Die Werte für Arsen, Quecksilber, Blei und Antimon nehmen von der Kupferhütte zum Matzenköpfl zu und in alle anderen Richtungen ab. Bei Kupfer und Zinn ist ebenfalls eine Abnahme der Gehalte des Bodens in alle Richtungen feststellbar außer zum Matzenköpfl, wo die Konzentrationen etwa gleich hoch wie in Werksnähe liegen.

Die tolerierbaren Gehalte bei Kulturböden werden für Antimon etwa bis zum 500-fachen, für Arsen bis zum 60-fachen, für Quecksilber und Kupfer bis zum 30-fachen, für Blei bis zum 20-fachen, für Cadmium und Zink bis zum 15-fachen und für Zinn bis zum 3-fachen überschritten.

Aus dieser Untersuchung kann nicht im einzelnen gesagt werden, wie weit die außerordentlich hohen Schwermetallbelastungen auf Emissionen aus der Kupferhütte zurückzuführen sind. In diesem Bergbauggebiet muß auch mit natürlichen und historischen Belastungen des Bodens mit einigen Schwermetallen gerechnet werden. Für Blei, Kupfer und Zink wurden allerdings von der Landesforstdirektion Tirol bereits hohe Immissionen festgestellt."

Die von der Landesforstdirektion durchgeführten Schwermetallniederschlagsanalysen zeigen, daß in den vergangenen 8 Jahren am Innweg, also im Bereich der höchsten Belastungen, insgesamt 320 kg Zink, 177 kg Kupfer und 61 kg Blei pro Hektar niedergegangen sind.

Die Ergebnisse der Dioxinuntersuchung durch das Umweltbundesamt im Raum Brixlegg haben ergeben:

"Im Sommer dieses Jahres wurden in einer Fichtennadelprobe vom Matzenköpfl bei Brixlegg stark erhöhte Werte an Dioxinen und Furanen festgestellt. In der Folge wurde vom Umweltbundesamt eine Untersuchung zur Feststellung der räumlichen Ausdehnung, der Höhe und des Verursachers dieser Belastung begonnen, deren Ergebnisse nun vorliegen. Sie lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

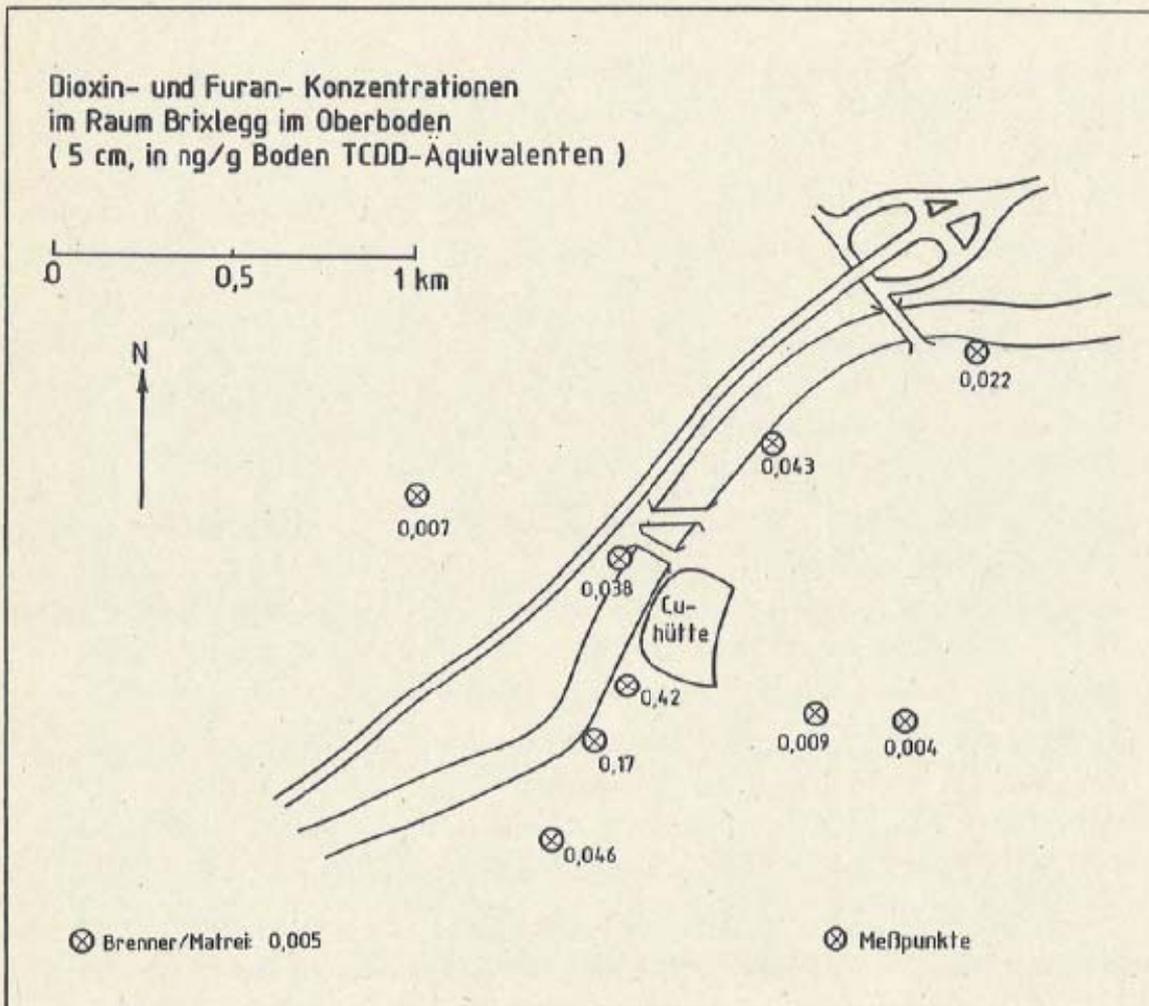
- o In der Umgebung der Kupferhütte Brixlegg, in der kupferhältiges Elektronikabfallmaterial verarbeitet wird, wurden im Boden stark erhöhte Gehalte an chlorierten Dioxinen und Furanen festgestellt.
- o In unmittelbarer Werksnähe wurden im Boden die höchsten Konzentrationen dieser Substanzen gefunden. Die Konzentrationen nehmen mit der Entfernung von der Kupferhütte in allen Richtungen ab.
- o Die Belastung des Bodens mit Dioxinen und Furanen ist in den Hauptwindrichtungen (nordöstlich und südwestlich des Werksgebietes) wesentlich stärker als in den Richtungen quer zur Hauptwindrichtung.
- o Die höchste Belastung des Bodens mit Dioxinen und Furanen wurde in Werksnähe südwestlich des Werksgebietes gefunden. Der Wert beträgt 0,42 ng/g Boden TCDD-Äquivalente. Er liegt damit unter der Hälfte des in der BRD diskutierten Richtwertes für Wohngebiete, der 1 ng/g Boden beträgt. (Ab diesem Wert wird Bodenaustausch empfohlen! Anm.d.Red.)
- o Die Zone, die mit über 0,040 ng/g Boden TCDD-Äquivalenten belastet ist (in der BRD diskutierter Richtwert unter dem eingeschränkte landwirtschaftliche Nutzung möglich ist), erstreckt sich in nordöstlicher und südwestlicher Richtung vom Werkszentrum ca. 600 m weit in beide Richtungen. In nordwestlicher Richtung erreicht diese Zone etwa das gegenüberliegende Innufer. In südöstlicher Richtung (Ortszentrum) sind die Belastungen gering.
- o Als Vergleichsstandort wurde der Boden direkt neben der Brennerautobahn bei Matrei untersucht. Die Belastung mit Dioxinen und Furanen (berechnet nach TCDD-Äquivalenten) liegt an der Brennerautobahn um den Faktor 80 unter dem am höchsten belasteten Punkt in Werksnähe und etwa gleich niedrig wie im Ort Brixlegg (südöstlich des Werksgebietes).
- o Zur Feststellung des zeitlichen Verlaufs der Belastung wurden Fichtennadeln vom Matzenköpfl (700 m südöstlich des Werkszentrums) getrennt nach Nadeljahrgängen untersucht. Es zeigt sich, daß alle untersuchten Nadeljahrgänge (1984-1987) mit steigender Tendenz zu den älteren Nadeln mit Dioxinen und Furanen belastet sind. Das bedeutet, daß sich die Immissionen an Dioxinen und Furanen mindestens über die letzten Jahre erstreckt haben und auch im Jahr 1987 aufgetreten sind.

- o Das Muster der Verteilung der einzelnen Vertreter dieser Substanzgruppe läßt bei allen untersuchten Proben im Raum Brixlegg auf eine thermische Emissionsquelle schließen.
- o Von der Landesforstdirektion Tirol werden seit einigen Jahren Staubbiederschlagsmessungen im Raum Brixlegg durchgeführt. Die Menge an Staubbiederschlag, die in den letzten Jahren in verschiedenen Entfernungen zur Kupferhütte festgestellt wurde, stimmt gut mit der Verteilung der Dioxin- und Furanbelastungen an den entsprechenden Meßpunkten überein.

Aus der räumlichen Verteilung der Belastung des Bodens mit Dioxinen und Furanen, der Übereinstimmung mit der Windverteilung und der Verteilung von Staubbiederschlag ergibt sich, daß die Kupferhütte Brixlegg mit größter Wahrscheinlichkeit der Verursacher für diese Belastungen ist."

Die Lage der Meßpunkte und deren Belastung ist aus der Abb. 33 ersichtlich.

Abb. 33:



Diese neuesten Ergebnisse gemeinsam mit den bereits bekannten Belastungen weisen das betroffene Gebiet als extrem belastet aus, schwerste Schäden sind die Folge.

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Analysen 1986 und 1987 weisen in diesem Beurteilungsraum die höchsten Schwefelgehalte in Fichtennadeln von ganz Tirol aus. Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung traten an zahlreichen Probepunkten auf, wobei die meisten Probepunkte in unmittelbarer Nähe von Brixlegg liegen. An 2 Probepunkten (Matzenköpfl - Brixlegg) wurden die Grenzwerte besonders stark überschritten. In höheren Lagen des Inntales sowie in Brandenburg sind nur leicht erhöhte Schwefelgehalte festzustellen.

Fluor:

Leicht erhöhte Fluorwerte wurden 1986 westlich von Kramsach (Sagzahnstuben) sowie nördlich Voldöpp ermittelt.

Da noch einige Nadelanalysen aus 1987 ausständig sind, können weitere Grenzwertüberschreitungen nicht ausgeschlossen werden.

14. Beurteilungsraum: Wildschönau sowie Wörgl und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

Die SO_2 -Grenzwerte der 2. Forstverordnung wurden im Stadtgebiet von Wörgl im Jänner 1987 überschritten, in den übrigen Monaten des Jahres knapp eingehalten. Die Nadelanalysen aus den talnahen Hanglagen zeigen, daß dort immer noch forstschädliche Schwefelbelastungen auftreten, während die höher gelegenen Waldgebiete keine solchen Belastungen aufweisen. Die Stickstoffdioxidbelastung war ganzjährig und besonders im Winter erhöht, sodaß die Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaft zum Schutz der Vegetation deutlich überschritten wurden. Die im Sommerhalbjahr gemessenen NO_2 -Belastungen erreichten häufig Werte, bei denen je nach photochemischen Umwandlungsbedingungen gemeinsam mit Kohlenwasserstoffen aus den Autoabgasen mit hohen Ozonbelastungen (mehr als 100 ppb) an den benachbarten höher gelegenen Hanglagen gerechnet werden muß, welche insbesondere gemeinsam mit sauren Niederschlägen zu Wuchsminderungen und Vitalitätsbeeinträchtigungen empfindlicher Nadel- und Laubbaumarten führen.

Beurteilungsunterlagen

Meßstelle Wörgl-Stelzhammerstraße:

Lage: 510 m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO_2 in mg/m^3	1-12/87	0,02	W: 0,14 S: 0,01	W: 0,19 S: 0,06	W: 0,13 S: 0,06
NO in ppb	1-4, 8-12/87	46	212	395	-
NO_2 in ppb	1-4, 8-12/87	25	77	98	-

Bei der Meßstelle Stelzhammerstraße wurden im Jänner 1987 die SO_2 -Grenzwerte der 2. Forstverordnung einige Male überschritten. In den übrigen Monaten des Jahres 1987 wurden diese Grenzwerte eingehalten.

Die Stickstoffmonoxidbelastung war zeitweise erhöht, jedoch wurden die Grenzwerte der VDI-Richtlinie 2310 nicht erreicht.

Die Stickstoffdioxidbelastung zeigte hauptsächlich in den Wintermonaten wiederholt stark erhöhte Werte, sodaß die Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaft zum Schutz der Vegetation sowohl für den Jahresmittelwert als auch für die maximalen Tagesmittelwerte deutlich überschritten wurden.

In den Wintermonaten muß auch mit vegetationsschädigenden Kombinationswirkungen durch das gleichzeitige Auftreten von erhöhten SO_2 - und NO_2 -Belastungen gerechnet werden.

Abb. 34:

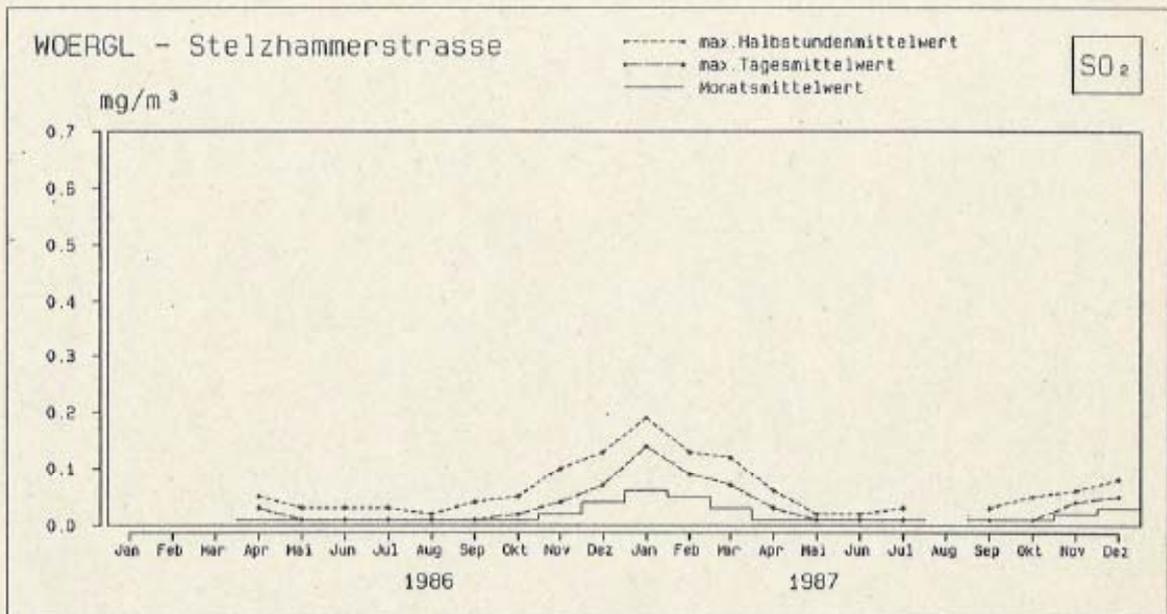


Abb. 35:

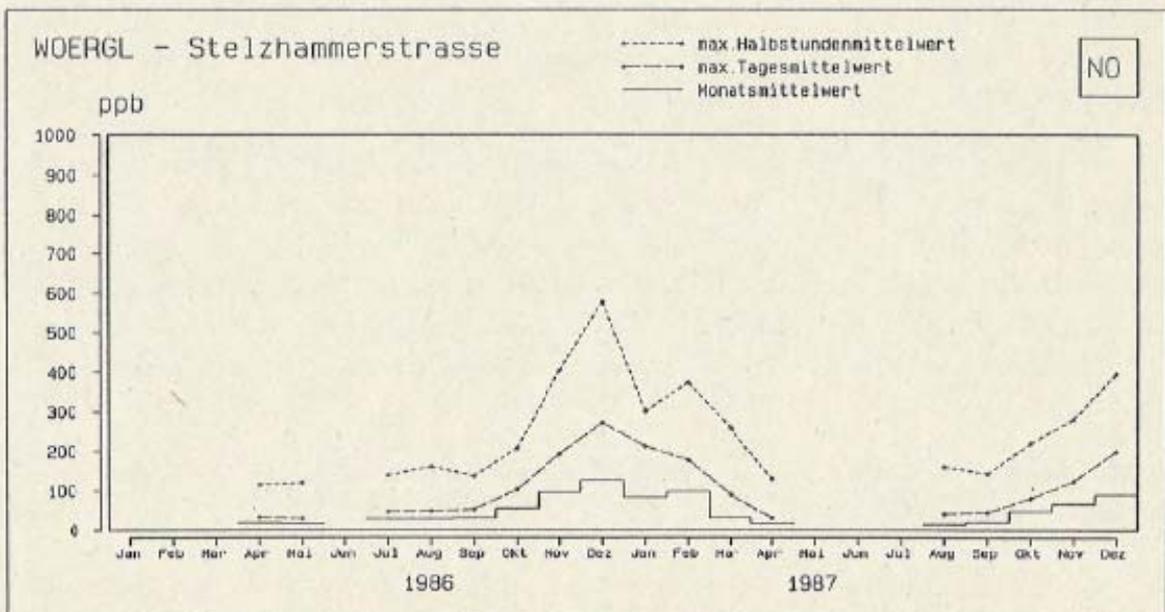
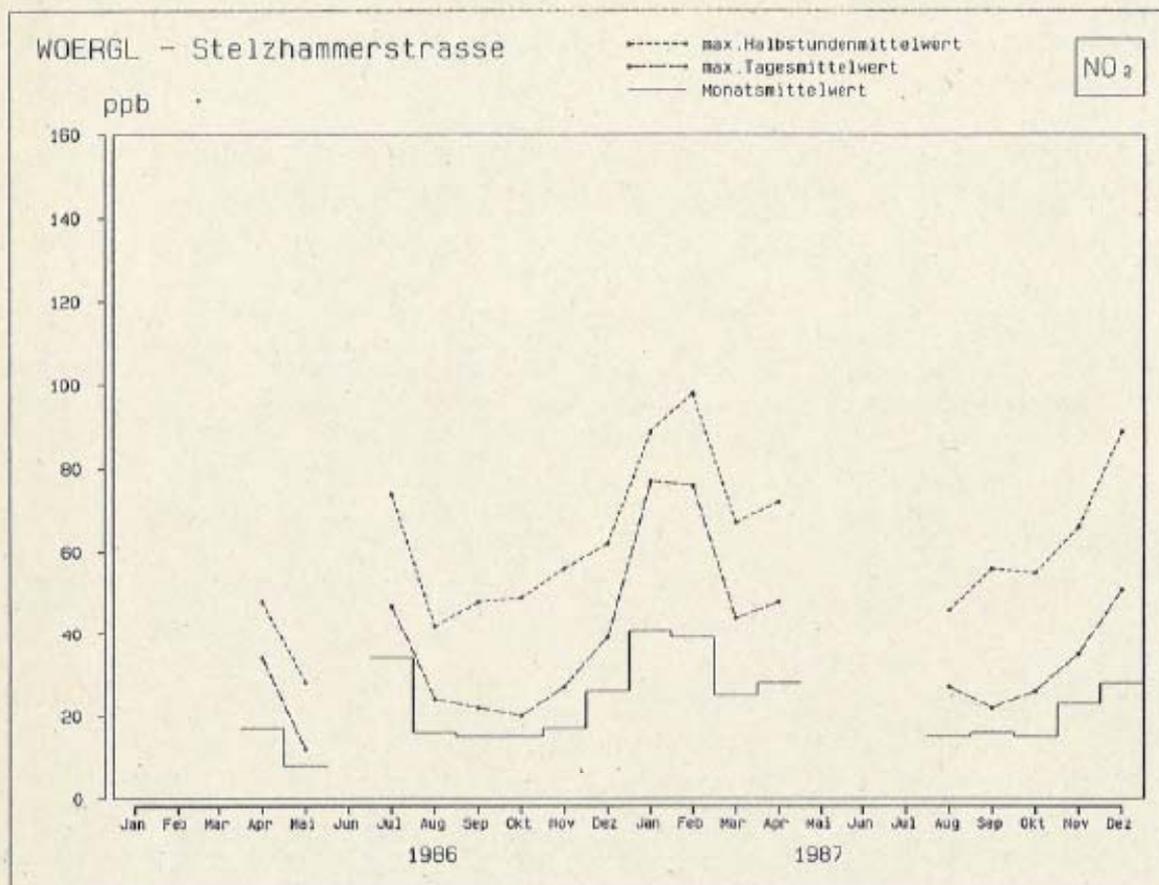


Abb. 36:



Nadelanalysen:

Schwefel:

Am Talboden wurden 1986 und 1987 deutlich höhere Schwefelgehalte in Fichtennadeln festgestellt als in höherer Lage.

Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung traten 1986 westlich von Kundl, bei Kundl, südlich Kleinsöll, Angerberg - südlich Köpfen und südöstlich Thal, Breitenbach-Talerleiten, Angerberg-Hof sowie südlich von Wörgl (E-Werk) und im Raum Kirchbichl (Kastengstatt, Schrollwald, Schrollsiedlung, Häring, Gschallerwald, bei Steinbach, Grenzhäusel-Häring) auf. Im gesamten Talbodenbereich von Kundl bis Kirchbichl sowie am Angerberg und Breitenbach wurden 1986 und/oder 1987 zahlreiche Nadelproben mit leicht erhöhten Schwefelgehalten festgestellt.

Fluor:

Im Bereich Kirchbichl oberhalb der Schrollsiedlung wurden 1986 leicht erhöhte Fluorwerte in Fichtennadeln festgestellt.

Da noch einige Ergebnisse der Nadelanalysen 1987 ausständig sind, können weitere Grenzwertüberschreitungen nicht ausgeschlossen werden.

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

Zusammenfassende Beurteilung:

Im Stadtzentrum von Kufstein wurden die SO_2 -Grenzwerte der 2. Forstverordnung auch im Winter knapp eingehalten, während sie bei der Meßstelle Endach bis zum April wiederholt überschritten wurden. Die Nadelanalysen zeigten bei den westlichen und östlichen Kufsteiner Hanglagen Grenzwertüberschreitungen für Schwefel vom Talboden bis in mittlere und höhere Hanglagen ebenso wie im Bereich der unteren Hanglagen von Langkampfen und in Eiberg/Schwoich. Das Ausmaß des sauren nassen Niederschlags erreicht bei der Meßstelle am Niederndorferberg sowohl bezüglich des Sulfat-Eintrags als insbesondere hinsichtlich des Nitrat-Eintrags die höchsten Werte in Tirol, wobei der Nitrat-Eintrag den Sulfat-Eintrag übertrifft.

Obwohl die Stickstoffdioxidbelastung nicht stark verkehrsexponiert erhoben wurde, wurden die Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaft zum Schutz der Vegetation überschritten. Ganzjährig werden wiederholt NO_2 -Belastungen gemessen, bei denen je nach photochemischen Umwandlungsbedingungen gemeinsam mit Kohlenwasserstoffen aus den Autoabgasen mit Ozonbelastungen von mehr als 100 ppb an den benachbarten oberen Hanglagen gerechnet werden muß. Solche Ozonbelastungen führen insbesondere gemeinsam mit den intensiven sauren Niederschlägen zu Wachstumsminierungen und Vitalitätsbeeinträchtigungen der empfindlichen Laub- und Nadelbaumarten.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Kufstein-Boznerplatz (Bezirksforstinspektion):

Lage: 500 m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO_2 in mg/m^3	1-12/87	0,01	W: 0,10 S: 0,02	W: 0,20 S: 0,04	W: 0,10 S: 0,02
NO in ppb	1-12/87	20	139	292	-
NO_2 in ppb	1-12/87	18	76	130	-

Die SO_2 -Grenzwerte der 2. Forstverordnung wurden bei dieser Meßstelle im Jänner 1987 knapp nicht überschritten und in den übrigen Monaten des Jahres eingehalten.

Die Stickstoffmonoxidbelastung erreichte bei dieser Meßstelle entsprechend der relativ verkehrsarmen Lage keine sehr hohen Werte, wobei die Grenzwerte der VDI-Richtlinie bei weitem eingehalten wurden.

Die Stickstoffdioxidbelastung war insbesondere in den Wintermonaten wiederholt deutlich erhöht, sodaß die Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaft zum Schutz der Vegetation sowohl hinsichtlich des Jahresmittelwertes als auch des Tagesmittelwertes und des maximalen Halbstundenmittelwertes überschritten wurden.

Vereinzelt sind auch vegetationsschädigende Kombinationswirkungen durch gleichzeitig erhöhte SO_2 - und NO_2 -Belastung in den Wintermonaten zu erwarten.

Abb. 37:

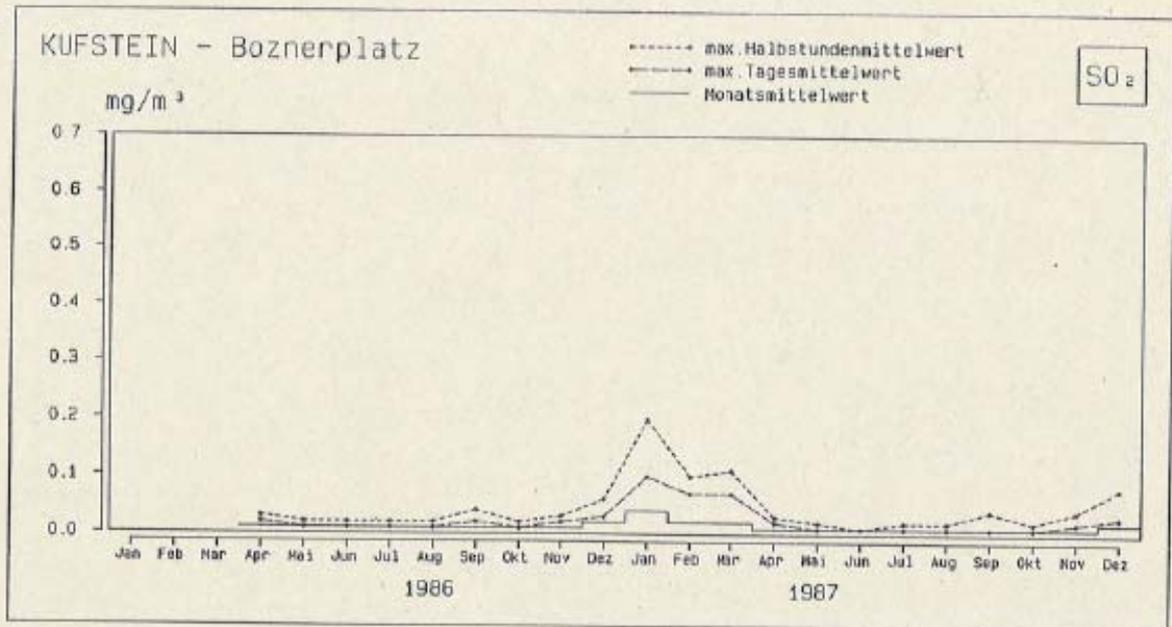


Abb. 38:

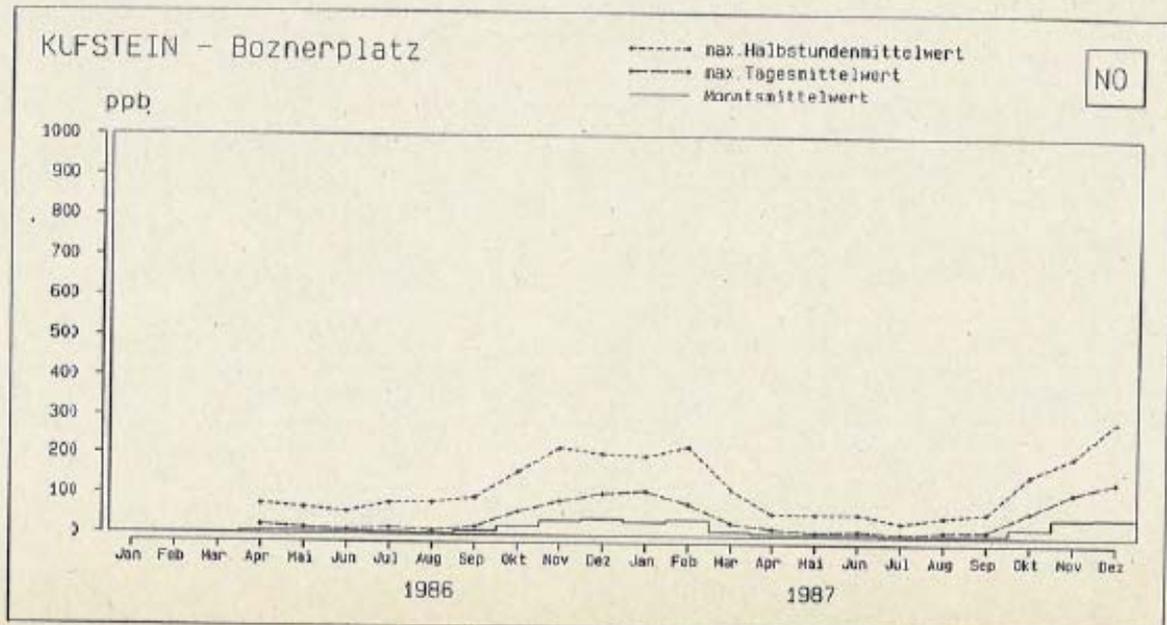
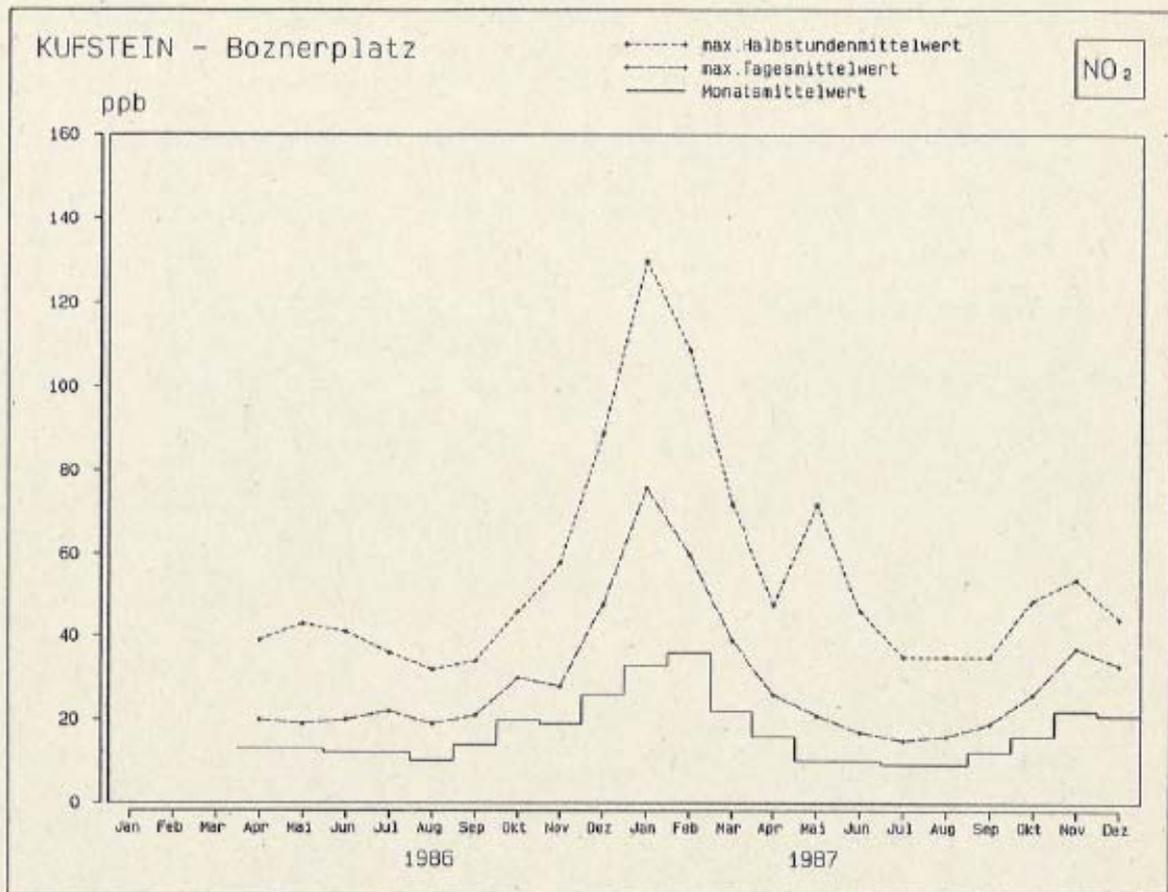


Abb. 39:



Meßstelle Kufstein-Endach:

Lage: 490 m ü.d.M./Talboden/Stadtrand

Meßergebnisse:

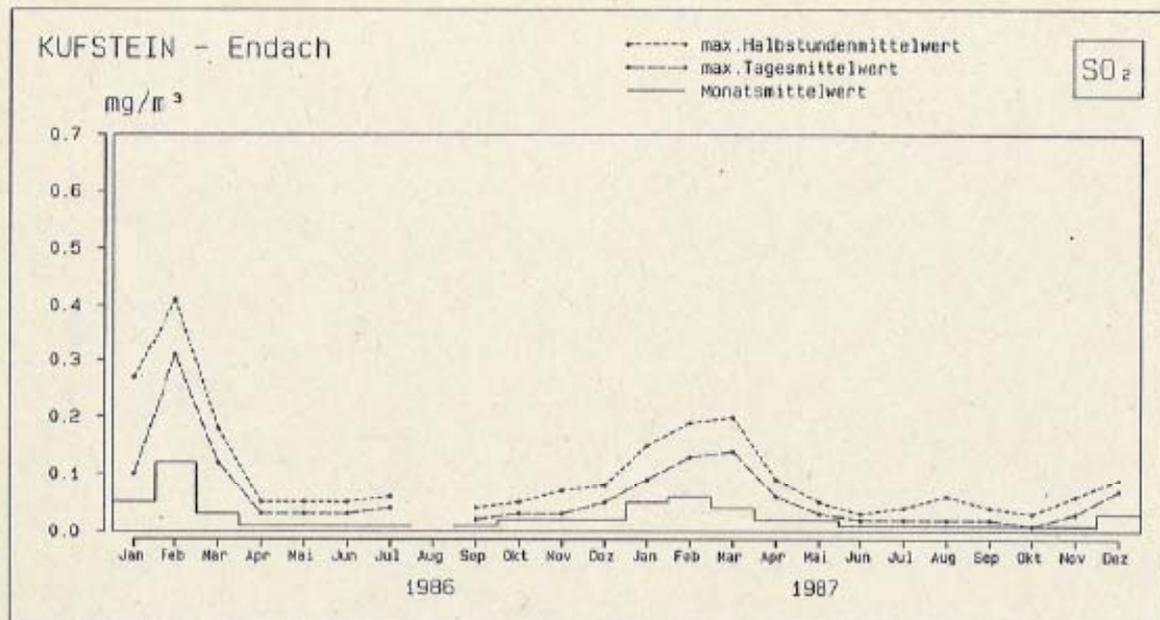
	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundennittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO ₂ in mg/m ³	1-12/87	0,02	W: 0,14 S: 0,06	W: 0,20 S: 0,09	W: 0,15 S: 0,06

Die SO₂-Belastung bei der Meßstelle Endach war in den Wintermonaten fallweise erhöht, sodaß die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten wurden. Seit Mitte April 1987 sind keine derartigen Grenzwertüberschreitungen aufgetreten. Wie aus der Tab. 12 zu entnehmen ist, hat im Jahr 1987 die SO₂-Spitzenbelastung gegenüber den beiden vorhergehenden Jahren deutlich abgenommen.

Tab. 12: SO₂-Belastungen in mg/m³ in Kufstein-Endach

	max. HMW	max. TMW
1984	0,28	0,12
1985	0,31	0,21
1986	0,41	0,31
1987	0,20	0,14

Abb. 40:



Staubniederschlagsmeßnetz Schwoich-Söll-Eiberg:

Im Bereich Eiberg und Umgebung wurde die Staubniederschlagsmessung weitergeführt. Die durchschnittliche Belastung für das Jahr 1987, bezogen auf 4 Meßstellen, betrug im Jahresmittel 0,19 g/m².Tag. Die maximale Belastung bezogen auf eine Meßstelle und einen Monat betrug bis November 1987 0,42 g/m².Tag. Diese Werte liegen unter den Vorjahreswerten. Die Grenzwerte für Ätzkalk (CaO) gemäß 2. Forstverordnung wurden nicht überschritten.

Meßstelle Niederndorferberg:

Lage: 700 m ü.d.M./Hanglage/landwirtschaftlich genutztes Grünland

Weitere Ergebnisse des nassen sauren Niederschlages sind in Kap. 1.3 wiedergegeben.

Eintrag pro Jahr

Nasse Deposition im Untersuchungszeitraum 1.10.1986-30.9.1987

Nschl mm	H ⁺	NO ₃ ⁻ /N in g/m ²	SO ₄ ²⁻ /S
1239	0,051	0,59	0,83

Nadelanalysen:**Schwefel:**

1986 ergaben die Nadelanalysen in diesem Beurteilungsraum zahlreiche Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung: Endach, Kufstein-Kaserne, Stadtbergweg bis zur Brentenjochalm, Stadtberg Hochwald bis unterhalb Winterkopf, Morsbach, Kufsteinerwald. Weitere Grenzwertüberschreitungen 1986 in der Gemeinde Schwoich: Eiberg, Peppenau und Achrain. In der Gemeinde Langkampfen wurden 1986 ebenfalls mehrere Grenzwertüberschreitungen festgestellt: Maistall, Stimmersee, Schafteuau, Langkampfen-Sportplatz, Mariasteinerstraße. Leicht erhöhte Schwefelgehalte in Fichtennadeln wurden an zahlreichen Probepunkten im Inntal und am Eiberg festgestellt. Auch 1987 traten in Morsbach, Kufstein-Stadtbergweg, Söll-Paislberg, Widerrain und in Schwoich-Örglwald Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung auf.

Fluor:

Die Fluoranalysen 1986 ergaben nur leicht erhöhte Werte ohne Grenzwertüberschreitungen im Bereich Kinkpark-Endach, Kufstein Elfenhain, Kaserne, Höring, Stadtberg-Hochwald-Winterkopf und Maistall.

16. Beurteilungsraum: Kitzbühel und Umgebung sowie Brixental**Zusammenfassende Beurteilung:**

Die Nadelanalysergebnisse auf Schwefel zeigen im Raum Kitzbühel und in Itter jeweils nur an einer Meßstelle Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung. Da der fluoremittierende Betrieb im Raum Hopfgarten im Lauf des Jahres 1986 mit einer Abgasreinigungsanlage ausgestattet wurde, kann frühestens an den Nadelanalysen, die im Herbst 1987 gewonnen wurden, der Erfolg der Sanierung überprüft werden. Diese Nadelanalysen liegen jedoch noch nicht vor.

Beurteilungsunterlagen:**Nadelanalysen:****Schwefel:**

Die Analyseergebnisse 1986 und 1987 zeigen in diesem Beurteilungsraum an jeweils einem Probepunkt (1986 Itter-Ed, 1987 Kitzbühel-Bahnunterführung) eine Grenzwertüberschreitung laut 2. Forstverordnung. In unmittelbarer Nähe der Orte Hopfgarten, Kitzbühel, Reith b.K. sowie in Jochberg-Sintersbach und Westendorf-Windautal wurden 1986 und 1987 leicht erhöhte Schwefelbelastungen in Fichtennadeln festgestellt.

Fluor:

Im Raum Hopfgarten wurden 1986 an 5 Probepunkten (Hopfgarten-Zentrum, Steig nach Itter, vor Hacha, Ed, Holzbrücke) die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten.

Die Nadelanalysergebnisse 1987 sind noch ausständig.

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

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Nadelanalysen aus den unteren Hanglagen in einem größeren Umkreis von St. Johann und Oberndorf weisen deutliche Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung für die Schwefelbelastung aus. Die höher gelegenen Nadelprobenpunkte sind in geringerem Ausmaß von diesen Belastungen betroffen. Keine erhöhten Belastungen wurden im Bereich Kössen festgestellt.

Beurteilungsunterlagen:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Ergebnisse der Nadelanalysen weisen im Raum St. Johann - Oberndorf eine hohe Schwefelbelastung auf, wobei an mehreren Punkten (Fricking, Oberndorf, oberhalb Wiesenschwang, oberhalb Laner, Blumberg, Eberhartling, Sprungschanze-Apfeldorf, Gätschenwald, Berglehen) 1986 bzw. 1987 Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung festgestellt wurden. Zahlreiche höher gelegene Punkte des lokal verdichteten Nadelprobenetzes in der Umgebung von St. Johann und Oberndorf lassen auf leicht erhöhte Schwefelbelastung (1986) schließen.

Die in Kössen erhobenen Nadelanalysen waren nicht belastet.

Fluor:

Leicht erhöhte Fluorwerte ohne Grenzwertüberschreitung in Fichtennadeln wurden 1986 in Oberndorf, Eberhartling und am Rerobichl festgestellt.

18. Beurteilungsraum: Pillersee

Zusammenfassende Beurteilung:

Weder die Nadelanalysen noch die SO₂-Immissionsmessungen im Raum Hochfilzen Pillersee weisen erhöhte Belastungen oder Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung auf.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Hochfilzen-Oberkant:

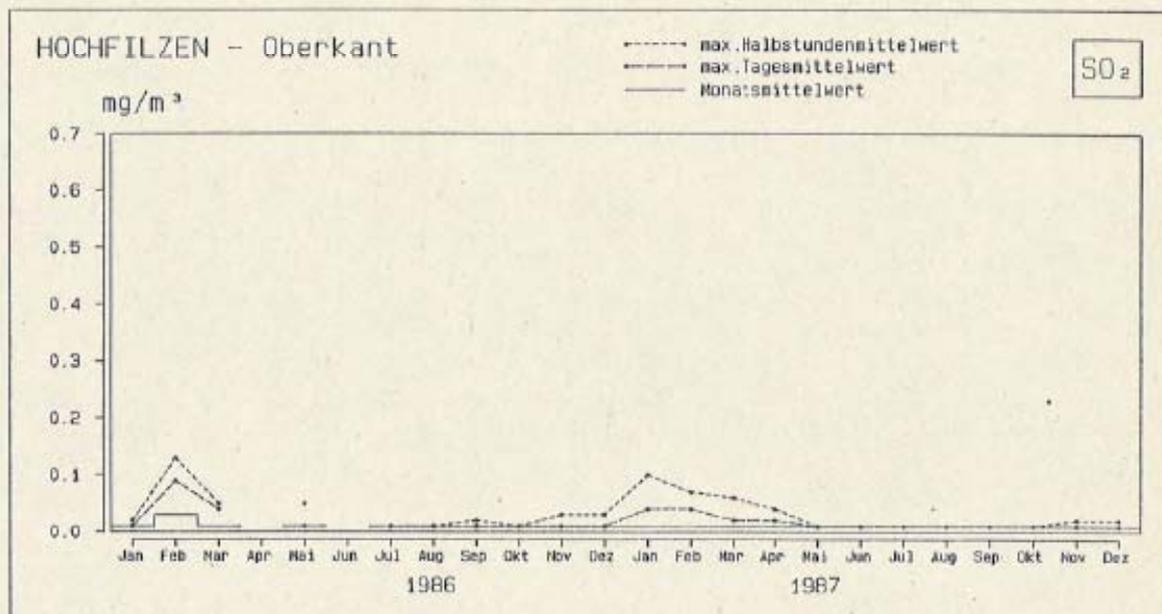
Lage: 940 m ü.d.M./Talboden/landwirtschaftlich genutztes Grünland

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO ₂ in mg/m ³	1-12/87	0,01	W: 0,04 S: 0,02	W: 0,10 S: 0,04	W: 0,05 S: 0,02

Während des gesamten Jahres 1987 wurden bei der Meßstelle Hochfilzen-Oberkant die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung bei weitem eingehalten, obwohl fallweise leicht erhöhte SO₂-Belastungen gemessen wurden. Diese dürften fallweise mit SO₂-Ferntransporten in Zusammenhang stehen, da auch an Hintergrundmeßstationen in Bayern an diesen Tagen leicht erhöhte SO₂-Belastungen aufgetreten sind.

Abb. 41:



Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1986 bzw. 1987 ergaben an 3 Probepunkten leicht erhöhte Schwefelwerte ohne Grenzwertüberschreitung (St. Ulrich, St. Jakob-Lehrberg, Oberböden). Weitere 4 Probepunkte im Raum Hochfilzen zeigten keine Schwefelbelastung.

Da noch einige Nadelanalysen 1987 ausständig sind, können einzelne Grenzwertüberschreitungen nicht völlig ausgeschlossen werden.

BEZIRK LIENZ

BFI Lienz, BFI Matrei, BFI Sillian

a) Waldzustand

Tab. 13: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Lienz, Schadenseentwicklung seit 1984

Baumart	Jahr	Schadstufen				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelst. geschädigt	4+5 stark gesch. + tot	
Fichte	1984	77	19	3	1	23
	1985	74	21	4	1	26
	1986	71	22	6	1	29
	1987	69	25	5	1	31
Lärche	1984	100	-	-	-	0
	1985	90	10	-	-	10
	1986	91	7	2	-	9
	1987	84	16	-	-	16
Zirbe	1984	100	-	-	-	0
	1985	100	-	-	-	0
	1986	94	6	-	-	6
	1987	97	3	-	-	3
alle BA	1984	83	15	2	-	17
	1985	78	18	3	1	22
	1986	76	19	4	1	24
	1987	72	23	4	1	28

Der Bezirk Lienz zeigt mit einem Schadensausmaß von 28 % zusammen mit den Bezirken Landeck und Imst (29 %) den besten Waldzustand Tirols. Die Zunahme der Waldschäden um 11 %-Punkte seit 1984 geht hauptsächlich auf die Verschlechterung der Hauptbaumart Fichte zurück. Der Gesundheitszustand der Lärche hat sich von 1986 auf 1987 ebenfalls merklich verschlechtert (16 % geschädigt). Die Waldschäden konzentrieren sich in den Tal- und Beckenlagen (Lienzer Becken).

b) Immissionsituation:

19. Beurteilungsraum: Mauter und Umgebung, Kals, Defreggen, Abfallersbach und Umgebung, Sillian und Umgebung, Villgraten und Tilliach

Zusammenfassende Beurteilung:

Die Erhebung der sauren nassen Niederschläge in Innervillgraten zeigen, daß fallweise auch hier erhöhte Belastungen auftreten. Trotzdem sind die gemessenen Werte relativ niedrig und bezüglich des Nitrat-Eintrages in ganz Tirol am niedrigsten. Auch bei der Schwefelbelastung der Fichtennadeln wurden keine Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung festgestellt.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Innervillgraten:

Lage: 1730 m ü.d.M./Hanglage/landwirtschaftlich genutztes Grünland

Die Ergebnisse der nassen sauren Niederschläge sind in Kap. 1.3 wiedergegeben.

Eintrag pro Jahr

Nasse Deposition im Untersuchungszeitraum 1.10.1986-30.9.1987

Nschl mm	H ⁺	NO ₃ ⁻ /N in g/m ²	SO ₄ ²⁻ /S
792	0,015	0,18	0,44

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Grenzwerte der 2. Forstverordnung wurden 1986 und 1987 an keinem Probepunkt erreicht bzw. überschritten. Die Proben Defreggental-Trattenwald und Parkplatz-Landeckwald zeigen 1986 und 1987 sowie Prägraten 1987 leicht erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln.

20. Beurteilungsraum: Lienz und Umgebung sowie Ainet und Umgebung

Zusammenfassende Beurteilung:

In Lienz wurde in den Wintermonaten wiederholt eine SO₂-Belastung gemessen, die nur knapp die Grenzwerte der 2. Forstverordnung nicht überschritt. Demgemäß zeigen sich auch bei den Nadelanalysen deutlich erhöhte Schwefelbelastungen, wobei Grenzwertüberschreitungen nach der 2. Forstverordnung nicht nur am Talboden von Lienz bis Nußdorf auftraten, sondern auch an den nördlichen Hanglagen bis in mittlere und größere Höhen.

Beurteilungsunterlagen:

Meßstelle Lienz-Dolomitenstraße (Bezirkshauptmannschaft):

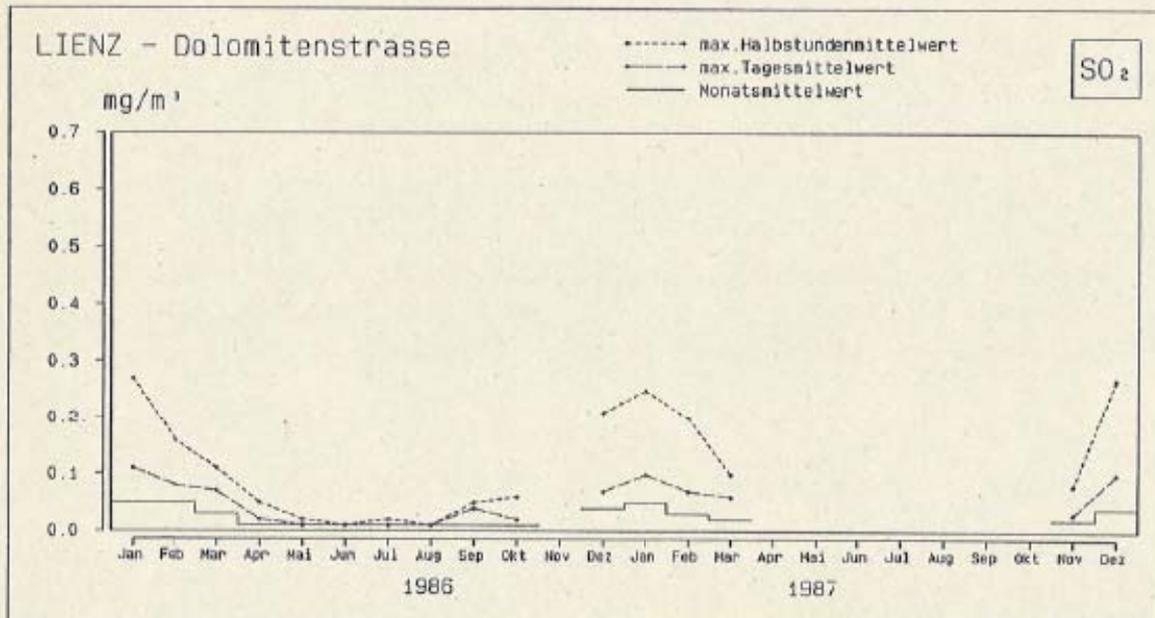
Lage: 670 m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet

Meßergebnisse:

	Zeitraum	Mittelwert	maximaler Tagesmittelwert	maximaler Halbstundenmittelwert	maximales monatliches 97,5 Perzentil
SO ₂ in mg/m ³	1-3, 11, 12/87	0,03	W: 0,10	W: 0,27	W: 0,14

Die SO₂-Belastung bei der Meßstelle in Lienz zeigte sowohl im Jänner als auch im Dezember 1987 wiederholt deutlich erhöhte SO₂-Belastungen an, wobei die Grenzwerte der 2. Forstverordnung einigemal erreicht, jedoch gerade nicht überschritten wurden.

Abb. 42:



Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1986 und 1987 weisen im Raum Lienz Grenzwertüberschreitungen lt. 2. Forstverordnung aus.

Waren 1986 lediglich an 2 Probepunkten am Talboden (Iselkai, zwischen Lienz und Nußdorf) Grenzwertüberschreitungen festzustellen, so traten 1987 auch in höheren Lagen (Gaimberg, Zettlersfeld) Grenzwertüberschreitungen auf.

9. SCHUTZWALDSANIERUNG UND HOCHLAGENAUFFORSTUNG IN TIROL - EIN ÖFFENTLICHES ANLIEGEN

Ökologisch gesunde Schutzwaldbestände sind für den Schutz und die Besiedelbarkeit unseres Gebirgslandes unbedingt notwendig. Nur eine ausreichende und intakte Waldausstattung der potentiell bewaldbaren Gebirgshanglagen gewährleistet eine Sicherung des Siedlungsraumes vor Elementargewalten wie Lawinenanbrüchen, Muren und Hochwässern. Somit kommt dem Tiroler Schutzwald wegen seiner vielfältigen Wirkung höchste Bedeutung zu. 46 % des Tiroler Waldes sind Schutzwald.

Zustand des Schutzwaldes

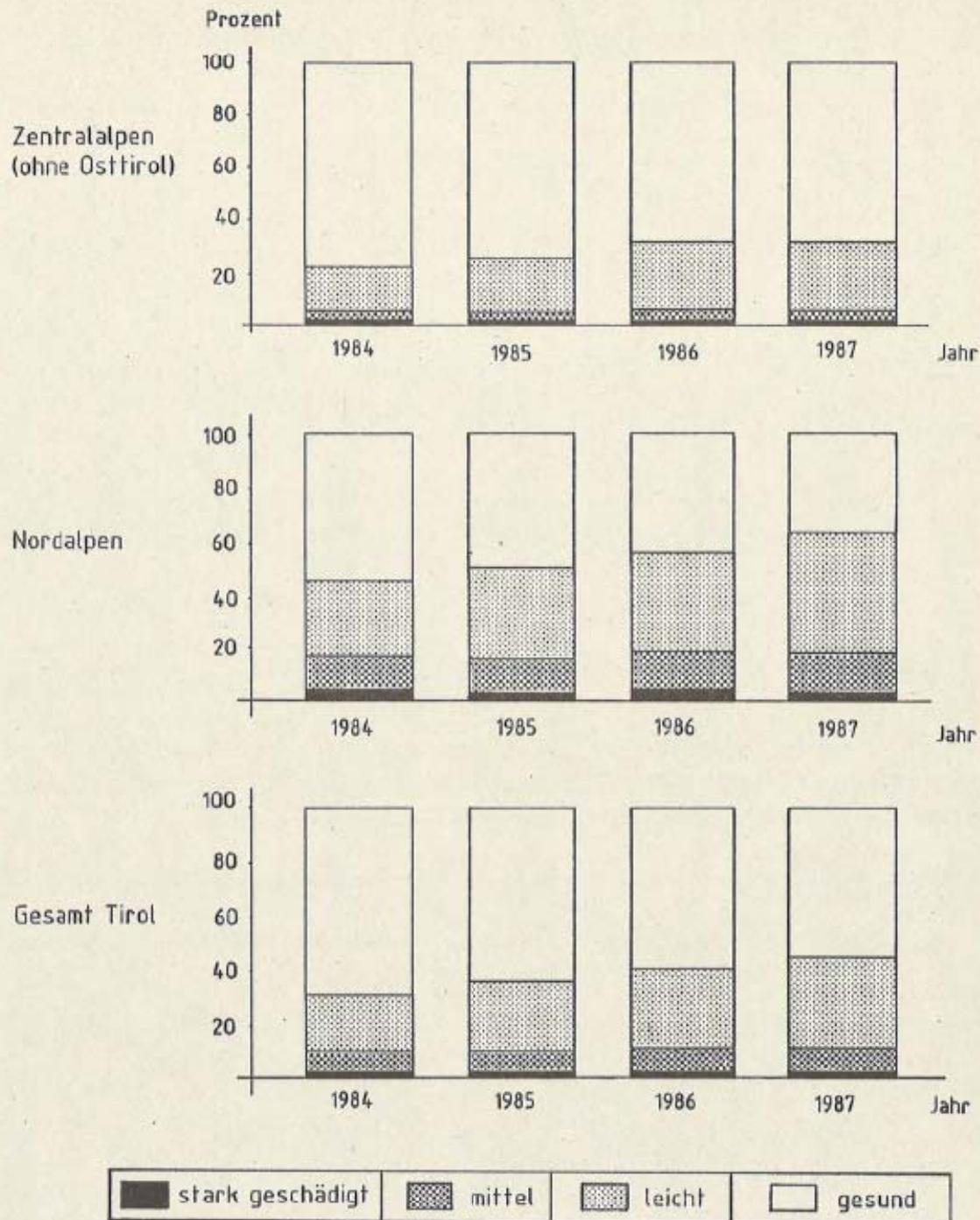
Die Bedeutung des Schutzwaldes kommt im Forstgesetz 1975 und in der Tiroler Waldordnung 1979 gleichfalls deutlich zum Ausdruck: Die Erhaltung bzw. die rechtzeitige Erneuerung eines standortgerechten, stabilen Bewuchses sowie schonende Bewirtschaftung sind gesetzlich vorgeschrieben, sofern die Arbeiten aus dem Erlös finanziert werden können. Schutzwälder stocken aber überwiegend auf steilen oder rutschgefährdeten meist schlecht oder gänzlich unerschlossenen Standorten; verständlich also, daß Schutzwaldbewirtschaftung nur selten Erträge bringen kann. Im Gegenteil: Sehr häufig wird die Gesunderhaltung bzw. die Sanierung unserer Schutzwälder großen arbeitstechnischen Einsatz und somit hohe Kosten erfordern. Dem Waldeigentümer können solche Kosten aber nicht allein aufgebürdet werden, weil der Wald jedem einzelnen von uns den Lebensraum sichert!

Wie in den Vorjahren wurden auch 1987 die Probestflächen der Waldzustandsinventur in den über 60-jährigen Schutzwaldbeständen beobachtet. Mehr als 4000 Probestämme wurden nach denselben Kriterien wie in den Vorjahren hinsichtlich ihres Kronenzustandes beurteilt. Durch die jährliche Wiederholung der Beurteilung identischer Probestämme ist neben einer Trendaussage auch die Abschätzung des Gesamtschadensausmaßes im Tiroler Schutzwald möglich.

Wie schon aus den vergangenen Jahren bekannt nehmen auch in den Schutzwäldern die Schäden jährlich zu. Nach den Ergebnissen der letzten Waldzustandsinventur (1987) sind in Tirol 45 % des Schutzwaldes geschädigt; davon 34 % leicht, 9 % mittel und 2 % absterbend bzw. tot. Von 1984 bis 1987 bedeutet dies eine Zunahme der geschädigten Schutzwaldfläche um 13 %-Punkte (Abb.1).

Die Waldschäden sind nicht gleichmäßig über das ganze Land verteilt. Die Nordalpen (Außerfern, Karwendel, Achental, Raum Kufstein) sind davon besonders stark betroffen.

Abb.1: Entwicklung der Waldschäden im Tiroler Schutzwald 1984 bis 1987



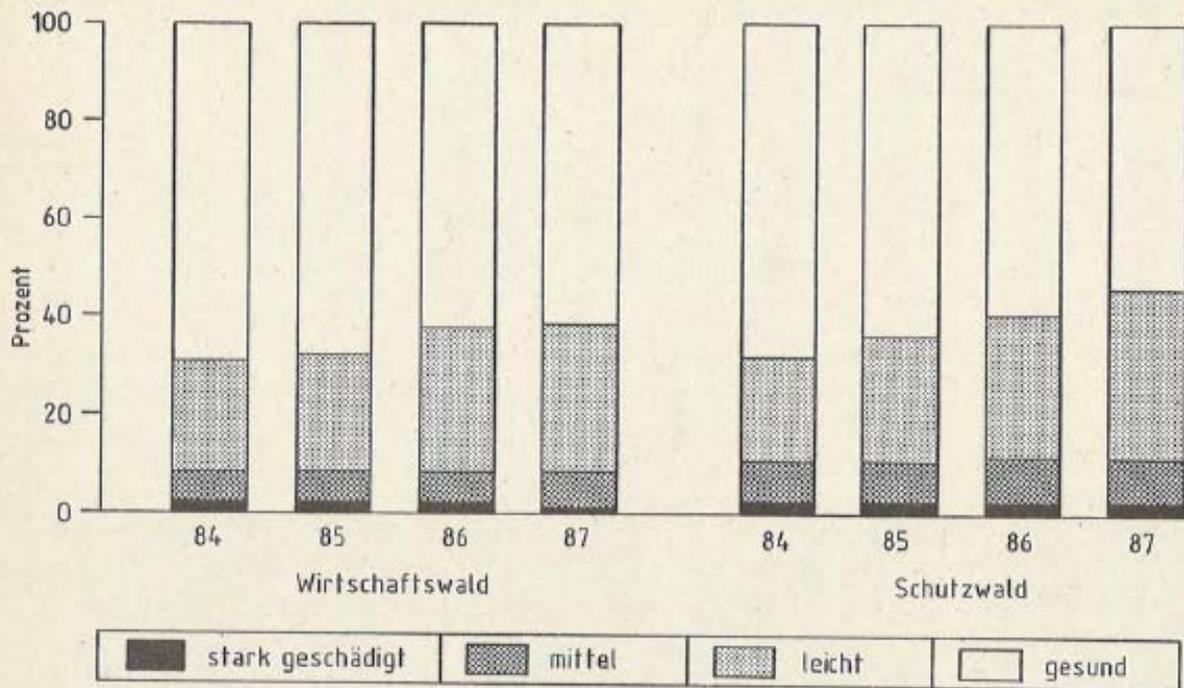
63 % der nordalpinen Schutzwaldflächen sind in ihrer Vitalität geschädigt!

Besorgniserregend sind insbesondere der hohe Anteil an mittel (15 %) und stark (3 %) geschädigten Bäumen, welcher deutlich über dem Landesdurchschnitt liegt.

Von den Waldschäden relativ weniger betroffen sind die Schutzwälder der Zentralalpen. 32 % des in Nordtirol liegenden Anteiles weisen Schäden auf, wobei der größte Teil leicht geschädigt ist. Die Zunahme der Schäden von 1984 bis 1987 beträgt aber auch hier 10 %-Punkte.

Der Gesundheitszustand der Tiroler Wirtschaftswälder ist deutlich besser als der in den Schutzwäldern.

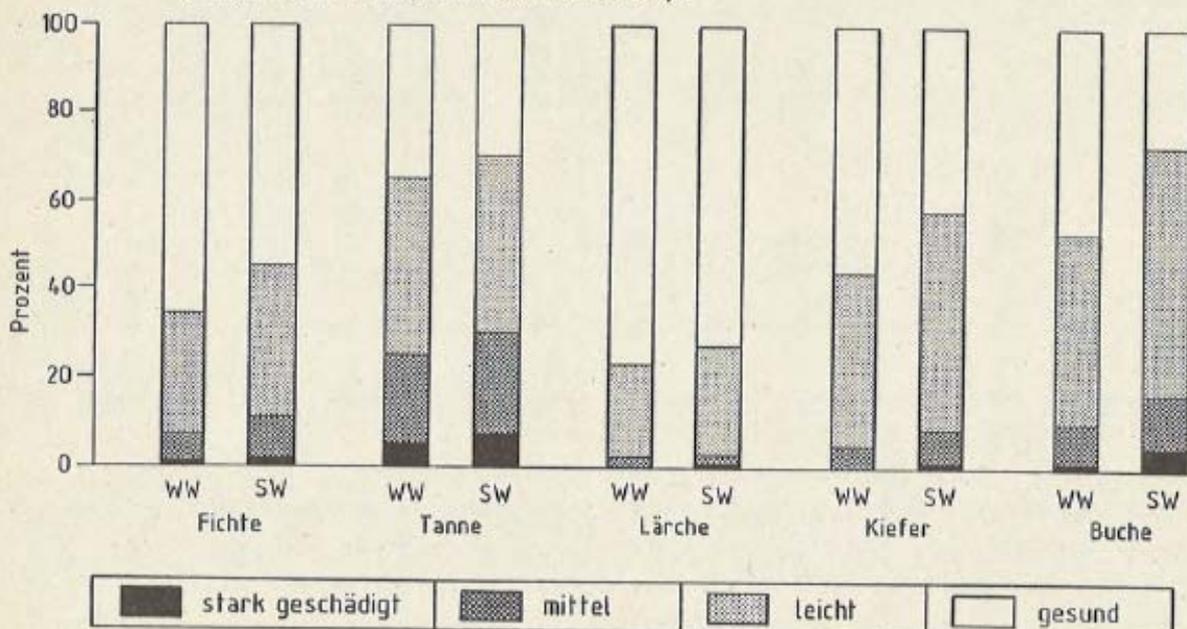
Abb. 2: Entwicklung der Waldschäden im Wirtschaftswald und Schutzwald in den Jahren 1984 bis 1987 (WZI)



Während das Gesamtschadensausmaß im Wirtschaftswald gegenüber 1986 etwa gleich geblieben ist, haben die Schäden im Schutzwald deutlich zugenommen und sind somit für die Verschlechterung des Waldzustandes von Wirtschaftswald und Schutzwald insgesamt verantwortlich.

In Abbildung 3 ist die unterschiedliche Gefährdung der einzelnen Baumarten dargestellt.

Abb. 3: Verteilung der Schäden nach Baumarten im Wirtschaftswald (WW) und Schutzwald (SW) im Jahr 1987 (Waldzustandsinventur).



Die ökologisch unersetzbaren Mischbaumarten Tanne und Buche zeigen eine besorgniserregende Gefährdung an.

Bisher durchgeführte Maßnahmen:

Im Zeitraum 1972-1986 wurden bei laufenden Projekten auf 33.000 ha, das sind rd. 20 % des Nichtstaatsschutzwaldes, Verjüngungs- und Pflegemaßnahmen durchgeführt.

Im Jahre 1987 wurden die Förderungsmittel von Bund und Land beträchtlich erhöht, dies kann aus nachfolgender Übersicht ershen werden:

Tab. 1: Übersicht über die jährliche Verteilung der öffentlichen Mittel für Schutzwaldsanierungs- und Hochlagenaufforstungsmaßnahmen

Zeitraum	Bundesmittel Mio.S	Landesmittel Mio.S	Landesmittel (Schwerpunktprogramm f. BFI's Landeck und Imst)	Summe d. öffentl. Mittel Mio.S	Gesamt- aufwand inkl.Eigen- leistung Mio.S
Verbrauch im Jahres- durchschnitt: für 1972-1986	9,9	4,9	--	14,8	18,7
für 1987	15,6	6,0	3,0 Mio.S	24,6	30,8

Somit wurden 1987 um 9,8 Mio.S mehr öffentliche Mittel (+ 67 %) als im Jahresdurchschnitt des Zeitraumes 1972-1986 bereitgestellt. Außerdem standen 1987 für forstliche Maßnahmen im Zuge von flächenwirtschaftlichen Projekten weitere 6 Mio.S Bundesmittel (aus dem Katastrophenfonds) zur Verfügung.

Der Tiroler Forstdienst hat auf dieses beträchtliche Mehrangebot an Förderungsmitteln sofort reagiert und 1987 weitere 7 Ergänzungs- sowie 10 Neuprojekte (davon 6 Sonderprojekte der Bezirksforstinspektionen Imst und Landeck) ausgearbeitet. Die nunmehr im Zuge von 116 Projekten bearbeitete Gesamtprojektsfläche der in Sanierung befindlichen Schutzwälder hat sich von 33.000 ha in den Vorjahren auf 40.000 ha im Jahre 1987 vergrößert.

Insgesamt sind in den abgelaufenen 16 Jahren (1972 bis 1987) auf der Projektsfläche von 40.000 ha des Tiroler Schutzwaldes für Schutzwaldsanierungs- und Hochlagenaufforstungsmaßnahmen rd. 300 Mio. Schilling aufgewendet worden. Hievon entfielen 49 % auf die Schutzwalderschließung und 51 % auf biologische Maßnahmen.

Bis Ende 1987 gelangten rd.3.600 ha zur Aufforstung, Vorbereitungsmaßnahmen wurden auf rd. 50 ha und Pflege- sowie Kultursicherungsmaßnahmen auf rd. 600 ha vorgenommen.

Dominierte in den ersten Jahren dieses Förderungsprogrammes die Hochlagenaufforstung (1972 bis 1975 entfielen 43 % der Gesamtkosten auf die Schutzwaldsanierung und 57 % auf die Hochlagenaufforstung), so ist in den letzten Jahren eine eindeutige Schwerpunktverlagerung zur

Schutzwaldsanierung erfolgt. Nunmehr rd. 10 % der jährlichen Aufwendungen werden für die Hochlagenaufforstung verwendet, 90 % entfallen auf die Verjüngungs- und Pflegemaßnahmen in den sanierungsbedürftigen Schutzwäldern.

Eine maßvolle den standörtlichen Gegebenheiten und Möglichkeiten angepaßte Erschließung des Schutzwaldes stellt eine Hauptvoraussetzung für eine intensive, pflegliche und rationelle Schutzwaldbewirtschaftung dar. Seit Inangriffnahme der Arbeiten im Jahre 1972 wurden rd. 610 km Schutzwaldwege ausgebaut. Stellte in den 70-iger Jahren die Erschließung eine Schwerpunktmaßnahme dar, so hat in den 80-iger Jahren eine leichte Verlagerung der Aufwendungen zur Aufforstung sowie zu den Vorbereitungs-, Kultursicherungs- und Pflegemaßnahmen stattgefunden.

Im Zuge der bisherigen Arbeiten wurden rd. 70 % der in den langjährigen Projekten veranschlagten Gesamtgeldmittel verbraucht, die sich im 16-jährigen Durchschnitt aus 53 % Bundesmittel, 26% Landesmittel und 21 % Eigenleistung zusammensetzen.

Aus den Voranschlägen der in Durchführung befindlichen Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldsanierungsprojekte mit einer Gesamtprojekfläche von derzeit 40.000 ha können durchschnittliche Sanierungskosten von S 15.000,-/ha Projekfläche ersehen werden.

Die Gesamtkosten für die Durchführung der Verjüngung auf einer reduzierten Fläche von einem Hektar weisen, den jeweiligen Standorten entsprechend, große Schwankungen auf. Liegen die Hektarkosten für die Verjüngung bei den standörtlich günstigen Schutzwaldlagen bei rd. S 40.000,-, können die Neuaufforstungskosten inklusive der Vorbereitungs-, Nachbesserungs- und Kultursicherungsmaßnahmen in den Extremlagen die Hunderttausend-Schilling-Grenze pro Hektar übersteigen.

Die in den letzten 5 Jahren ermittelten Durchschnittskosten für die Verjüngung eines Hektars (Mittelwert für Schutzwaldsanierung und Hochlagenaufforstung) ergeben folgende Verteilung:

Durchschnittliche Verjüngungskosten pro ha

Reine Aufforstung (Pflanzenkosten, Setzarbeit und Transport)	S 35.000,--
Nachbesserung	S 10.000,--
Bodenvorbereitungsarbeiten	S 20.000,--
Kultursicherung	S 10.000,--
Verjüngungskosten insgesamt pro ha	S 75.000,--

Ausblick

Nach einer Erhebung des Landesforstdienstes sind neben den derzeit durch Schutzwaldsanierungsprojekte erfaßten Wäldern (40.000 ha) weitere 70.000 ha des nicht staatlichen Schutzwaldes dringend sanierungsbedürftig. Durch die Erhöhung der öffentlichen Beihilfen im Jahre 1987 wurde ein wesentlicher Schritt zur Finanzierung der bisher geplanten Schutzwaldsanierungs- und Hochlagenaufforstungsmaßnahmen gesetzt. Um der akuten Sanierungs- bzw. Verjüngungsnotwendigkeit in den weiteren Bereichen des Tiroler Schutzwaldes gerecht zu werden, müssen die Bundes- und Landesbeiträge künftig eine weitere beträchtliche Erhöhung erfahren.

Die Möglichkeit, in Einzugsbereichen von Wildbächen und Lawinen Sanierungsmaßnahmen mit Mitteln aus dem Katastrophenfonds fördern zu können, wird der Tiroler Landesforstdienst durch Ausarbeitung von flächenwirtschaftlichen Projekten und Durchführung dieser Maßnahmen in Zukunft verstärkt wahrnehmen. Da in den letzten 16 Jahren die Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldsanierungsmaßnahmen schwerpunktmäßig im Rahmen des Normalprogrammes "Maßnahmen zur Schutzwaldsanierung und zur Aufforstung in Hochlagen" gefördert worden sind, wird der Förderungsmöglichkeit im Zuge von flächenwirtschaftlichen Projekten eine besonders hohe Bedeutung beizumessen sein.

10. WALD UND WILD

10.1 FLÄCHENHAFTES WALDSCHÄDEN DURCH WILD

Insgesamt 11 Bezirksforstinspektionen meldeten 1987 in 124 Gutachten bzw. Anzeigen flächenhafte Gefährdung des forstlichen Bewuchses durch jagdbare Tiere. Von diesen Schädigungen waren mehr als 45.000 ha Waldfläche in Tirol betroffen. Eine Auswertung der Gutachten zeigt, daß in erster Linie Verbißschäden Anlaß für diese Gefährdung waren. Von den 124 Gutachten waren in 115 Fällen Verbißschäden zumindest mit ein Grund, daß Meldung gemacht werden mußte. In 19 Fällen waren Fege- bzw. Schlagschäden, in 22 Fällen Schältschäden Anlaß für die Meldung. Durch die Verbiß-, die Fege- und Schlagschäden kommt es in erster Linie zu einer Verlängerung des Verjüngungszeitraumes und in fast allen Fällen zu einer Entmischung des zukünftigen Bestandes.

Neben dem rein wirtschaftlichen Schaden durch Zuwachsverluste resultieren labilere Folgebestände, die die Funktionen des Waldes, vor allem aber die Schutzfunktion, nicht mehr richtig erfüllen können. Bei sehr hohem Verbißdruck bleibt zum Teil die Verjüngung total aus, durch den Keimlingsverbiß kommt es in solchen Beständen zu keiner natürlichen Verjüngung mehr. Dabei ist die standortsangepaßte Naturverjüngung äußerst wichtig!

Durch Schältschäden kommt es oftmals flächenhaft zu schweren Schädigungen des Waldes und zur Entwertung des Holzes. In den meisten Fällen tritt in der Folge Rotfäulebefall auf, und der geschälte Bestand bricht frühzeitig zusammen. Somit tritt auch hier neben dem rein wirtschaftlichen Schaden der Verlust der Waldfunktionen ein.

Am besorgniserregendsten ist die Situation in den Bezirksforstinspektionen Reutte, Kufstein, Lechtal und Telfs. Hier bleibt auf großen Flächen aufgrund überhöhter Schalenwildbestände die Verjüngung zum Teil gänzlich aus, zum Teil kommt es zu gefährlich langen Verjüngungszeiträumen, zur Entmischung durch den Verbiß und das Verschlagen der wertvollen verbißbevorzugten Mischhölzer.

Ab 1987 werden in Tirol "Gutachten über die landeskulturelle Verträglichkeit von Schalenwildbeständen" vom Forstdienst der Jagdbehörde zur Verfügung gestellt, in welchen Ursachen, Art und Ausmaß der Gefährdung sowie Vorschläge zur Abstellung der Gefährdung enthalten sind.

Flächenhafte Gefährdung
des Waldes
durch jagdbare Tiere

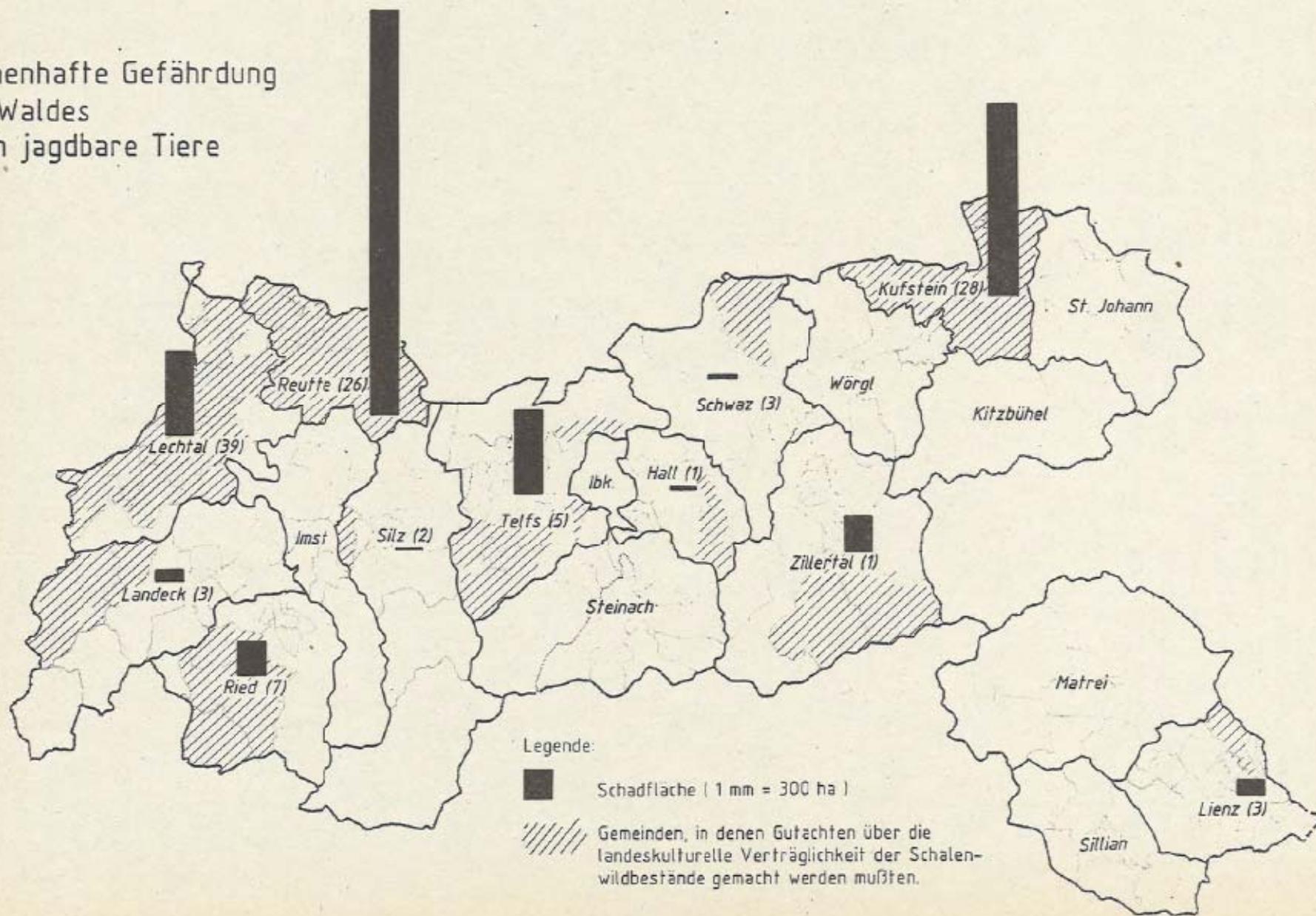
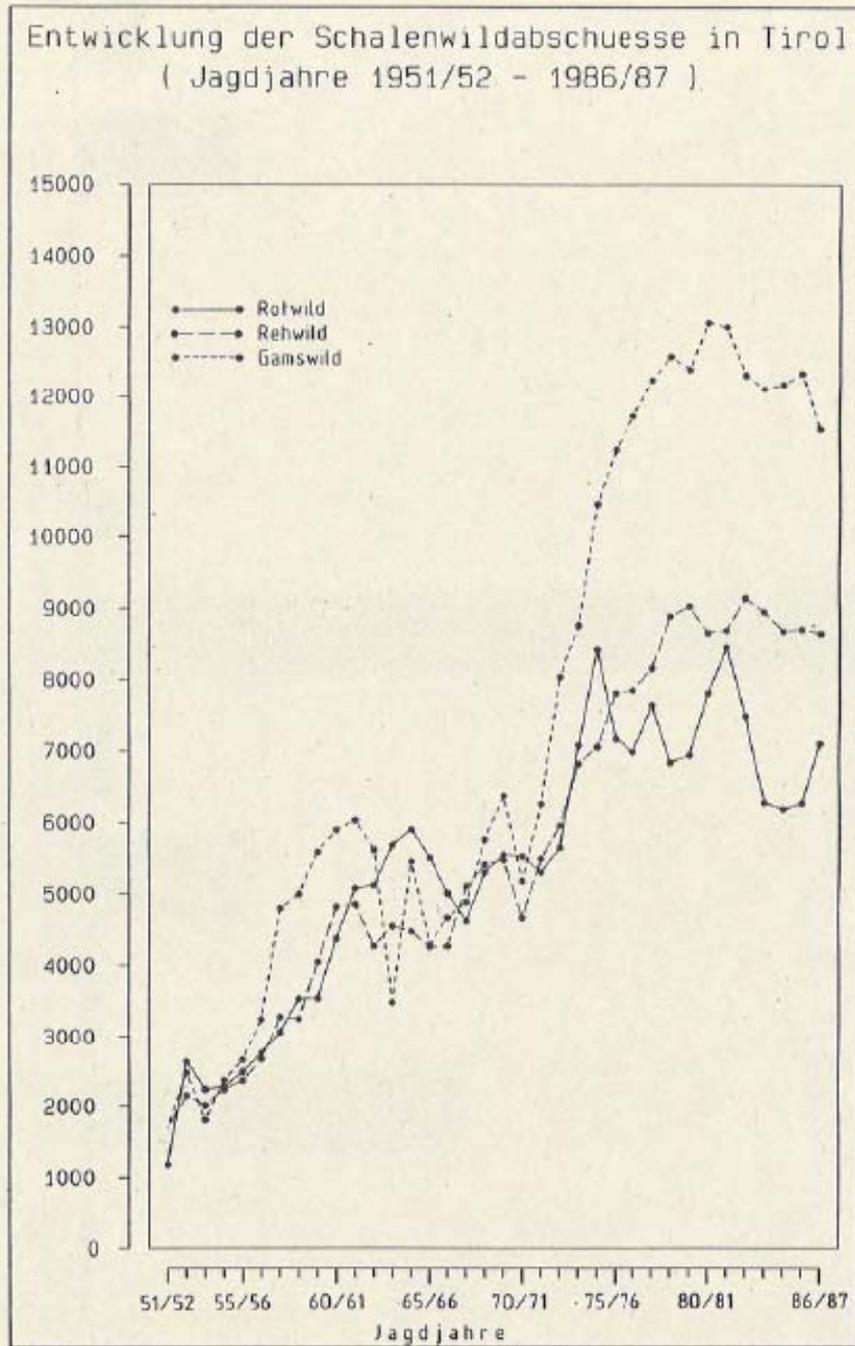


Abb. 1: Flächenhafte Gefährdung des Waldes durch jagdbare Tiere.

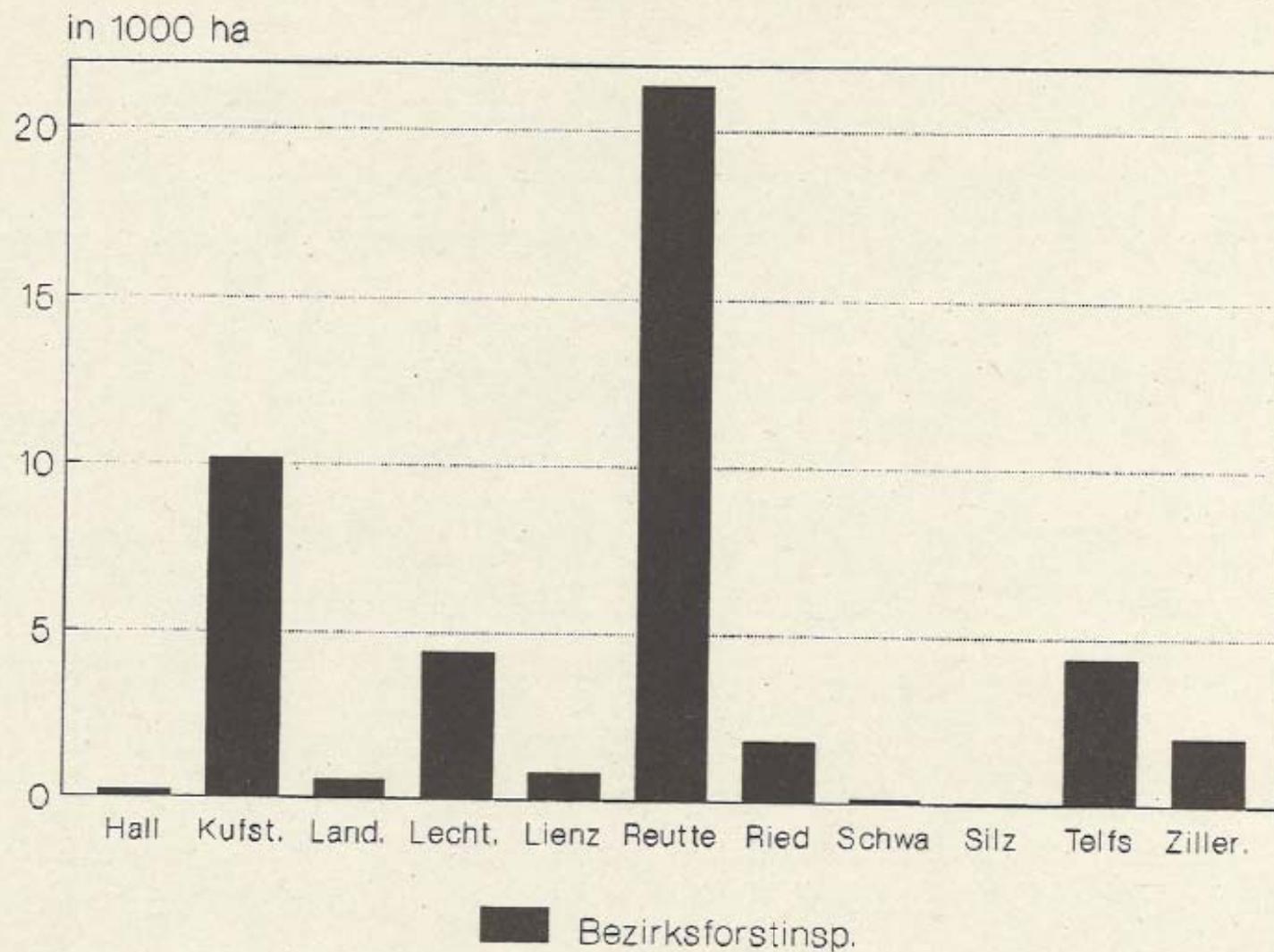
In einzelnen Landesteilen zeigt die Schadensermittlung eine alarmierende Situation auf. Darüberhinaus aber gibt es in Tirol ausgedehnte Revierbereiche, in denen dem Jagdausübungsberechtigten eine überaus verantwortungsbewußte Schalenwildbewirtschaftung bestätigt werden kann. Gerade diese guten Beispiele zeigen, daß Wildbewirtschaftung und Waldverjüngung keine Gegensätze sein müssen, sondern daß bei verantwortungsvoller Betrachtung durchaus beides möglich ist. Gerade die Gefährdung vieler Altholzbestände durch Luftschadstoffe macht eine forcierte Waldverjüngung notwendig - eine wesentliche Voraussetzung dafür aber sind tragbare Schalenwildbestände.

Abb. 2: Entwicklung der Schalenwildabschüsse in Tirol
(Jagdjahre 1951/52 - 1986/87)



Wildschaeden in Tirol

BFI--Gesamtsumme



LFD-Tirol

Abb. 3: Wildschaeden in Tirol; BFI-Gesamtsumme

10.2 WILDDICHTE KONTROLLZÄUNE - EIN WICHTIGER BEWEIS FÜR DIE VERJÜNGUNGSFÄHIGKEIT DES WALDES

1. Einleitung

Eine nachhaltige Waldwirtschaft verlangt gesunde Wälder mit stabilem Aufbau, die nicht nur den natürlichen Gefahren, sondern auch den Umweltbelastungen standhalten. Ein wesentlicher Stabilitätsfaktor ist eine möglichst naturnahe Baumartenzusammensetzung. Natürliche Mischbestände sind nicht nur widerstandsfähiger gegen Wind, Schnee oder Insekten, sondern auch weniger von den neuartigen Waldschäden betroffen. Verschiedenste Untersuchungen zeigen eine zunehmende Entmischung der Tiroler Wälder. Die tatsächliche Zusammensetzung der Verjüngung weicht von der möglichen oft deutlich ab. Dabei fehlen vor allem die ökologisch stabilisierenden Mischbaumarten Tanne, Buche, Ahorn und andere Laubhölzer. Der Verbiß gilt als eine der Hauptursachen für das Ausbleiben der Mischbaumarten oder der Naturverjüngung überhaupt. Eine Möglichkeit, die natürlichen Verjüngungsverhältnisse ohne den störenden Einfluß des Verbisses zu beobachten, bieten Kontrollzäune. Bereits nach 3 bis 5 Jahren können aus der mehr oder weniger unterschiedlichen Entwicklung der Vegetation innerhalb und außerhalb des Zaunes wesentliche Schlüsse über die natürliche Baumartenzusammensetzung, den Entwicklungsverlauf oder den Verbißdruck am jeweiligen Standort gezogen werden.

2. Zaunerstellung und Aufnahmemethode

Die 1975 tirolweit errichteten 1 m^2 großen Kleinzäune brachten deutliche Unterschiede des Vegetationszustandes innerhalb und außerhalb des Zaunes. Wegen der öfters kritisierten Kleinheit der Weiserflächen wurden 1982 bis 1984 (einzelne Zäune schon früher) neue Zaunflächen mit einer Mindestgröße von 16 m^2 angelegt. Die Zaunstandorte wurden nicht systematisch ausgewählt, sondern von den Bezirksforstinspektionen dort angelegt, wo wertvolle Informationen über die natürlichen Verjüngungsverhältnisse zu erwarten sind. Für jede Zaunfläche wurden die wichtigsten Standorts- und Bestandesdaten erhoben.

Die Aufnahme des Vegetationszustandes erfolgte in je 4 Probekreisen innerhalb und außerhalb des Zaunes mit je 1 m^2 Fläche. Die Kreismittelpunkte wurden systematisch ausgewählt und verflocht, sodaß bei jeder Aufnahmewiederholung exakt dieselben Fläche erhoben werden können. So stehen für die Auswertung 1987 tirolweit 320 Kontrollzäune zur Verfügung. Für den direkten Vergleich zwischen 1984 und 1987 können 193 Zaunflächen herangezogen werden.

3. Ergebnisse

Bereits 3 bis 5 Jahre nach der Zaunerstellung (einzelne Zäune sind älter) sind sehr deutliche Unterschiede zwischen dem Vegetationszustand der Zaunflächen und der Umgebungsflächen erkennbar.

Tab. 1: Pflanzenzahlen (n) und Baumartenanteil (in %) im Zaun (Z) und auf den Umgebungsflächen (U) - Kontrollaufnahme 1987

		Fichte	Tanne	Lärche	Kiefer	Zirbe	Ahorn	Sonstiges Laubholz	Summe
Zaunfläche	n	2276	1440	175	146	566	940	355	5898
	%	38,6	24,4	3,0	2,5	9,6	15,9	6,0	100
Umgebungsfläche	n	1696	608	128	72	471	733	185	3893
	%	43,6	15,6	3,3	1,8	12,1	18,8	4,8	100
Verbiß auf Um- gebungsfläche	n	177	110	23	7	189	311	69	886
	%	10,4	18,1	18,0	9,7	40,1	42,4	37,3	22,8
Pflanzen auf U in % von Z		74,5	42,2	73,1	49,3	83,2	78,0	52,1	66,0

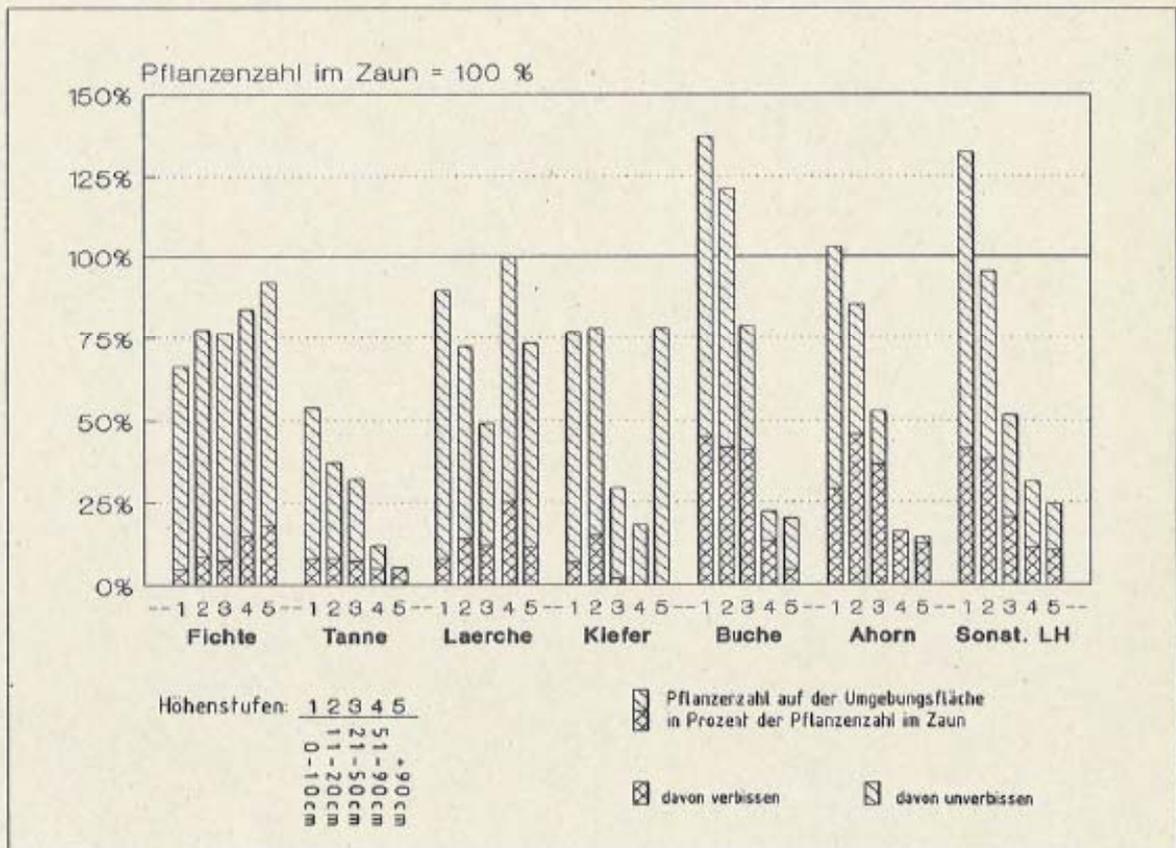
Die Tab. 1 zeigt die unterschiedliche Pflanzenzahl im Zaun und außerhalb des Zaunes. Während im Zaun 4,6 Pflanzen/m² stehen, sind es außerhalb des Zaunes nur mehr 3,0 Pflanzen/m². Außerhalb des Zaunes stockt also ein Drittel weniger Pflanzen als im Zaun (66 %). Rund ein Viertel (22,8 %) der Pflanzen auf den Umgebungsflächen sind verbissen, dabei weisen die Laubhölzer die höchsten Verbißprozentage auf.

Am deutlichsten ist die unterschiedliche Entwicklung der Pflanzenzahlen zwischen Zaunflächen und ungeschützten Flächen bei der vom Verbiß am stärksten bedrohten Baumart Tanne feststellbar. Auf der Umgebungsfläche sind nur mehr 42 % des Tannenanteiles der Zaunfläche zu finden. Beobachtet man nur die Gesamtpflanzenzahl, so sind die ebenfalls stark verbißgefährdeten Laubhölzer auch außerhalb des Zaunes - wenn auch mit einem sehr hohen Verbiß von über 40 % - gut vertreten. Bei näherer Betrachtung der Verjüngung, aufgegliedert nach Höhenstufen (siehe Abb.1), ergibt sich ein anderes Bild. Es kann festgestellt werden, daß Buche, Ahorn und sonstige Laubhölzer außerhalb des Zaunes sogar bessere Ansamlungsbedingungen vorfinden. Dies dürfte auf die teilweise Vergrasung oder Verunkrautung der geschützten Zaunflächen zurückzuführen sein. So stehen in der Höhenstufe 1 (0-10 cm) auf der Umgebungsfläche deutlich mehr Buchen als in der Zaunfläche. Auch in der Höhenstufe 2 (11-20 cm) sind noch mehr Pflanzen auf der Umgebungsfläche als innerhalb des Zaunes. Durch starken Verbiß kommt die Buchenverjüngung außerhalb des Zaunes aber nicht hoch. So stehen in den Stufen 4 (51-90 cm) und 5 (+90 cm) außerhalb nur mehr rund 20 %, also ein Fünftel der in der Zaunfläche vorhandenen Pflanzen. Von diesem Fünftel ist noch dazu die Hälfte verbissen.

Ähnliche Entwicklungen in den Höhenstufen zeigen der Ahorn und die übrigen Laubhölzer. Am wenigsten Chancen, ohne Schutzmaßnahmen in eine gesicherte Verjüngung einzuwachsen, bleiben

der Tanne. In der niedrigsten Stufe bis 10 cm sind außerhalb nur halb so viele Tannen anzutreffen wie innerhalb. In der Stufe 4 (51-90 cm) fehlen bereits 90 % der Tannen im Vergleich zu den Zaunflächen. In der Stufe 5 (+90 cm) ist das Verhältnis der Pflanzenzahl außerhalb zu innerhalb bereits 1:20. Im Gegensatz zur Tanne und den Laubböhlzern wächst die Fichte auch ohne Zaunschut in die höheren Stufen ein. Aus der Abb. 1 geht hervor, daß sich die Mischbaumarten wohl sehr gut verjüngen, aber durch zu hohen Verbißdruck in ihrem Weiterkommen stark behindert werden. Der Baumartenanteil der Fichte nimmt also auf Kosten der Mischbaumarten deutlich zu.

Abb. 1: Pflanzenzahl auf der Umgebungsfläche (aufgegliedert in unverbissen und verbissen) im Verhältnis zur Pflanzenzahl in der Zaunfläche in den einzelnen Höhenstufen



Diese Entmischungstendenz kann auch aus der Abb. 2, in der die Baumartenverteilung auf der Umgebungsfläche in den einzelnen Höhenstufen dargestellt ist, herausgelesen werden. Zu dieser Darstellung ist allerdings zu bemerken, daß sie einen Überblick über die gesamten Kontrollzäune von Tirol gibt, daß also nicht nach den einzelnen Waldgesellschaften oder Wuchsgebieten unterschieden wurde. Hier ist deutlich erkennbar, daß der Fichtenanteil mit zunehmender Aufwuchshöhe stark zunimmt, daß Laubholz erschwert in die höheren Stufen einwächst und die Tanne sukzessiv aus der Verjüngung verschwindet.

Abb. 2: Baumartenverteilung außerhalb des Zaunes aufgliedert nach Höhenstufen

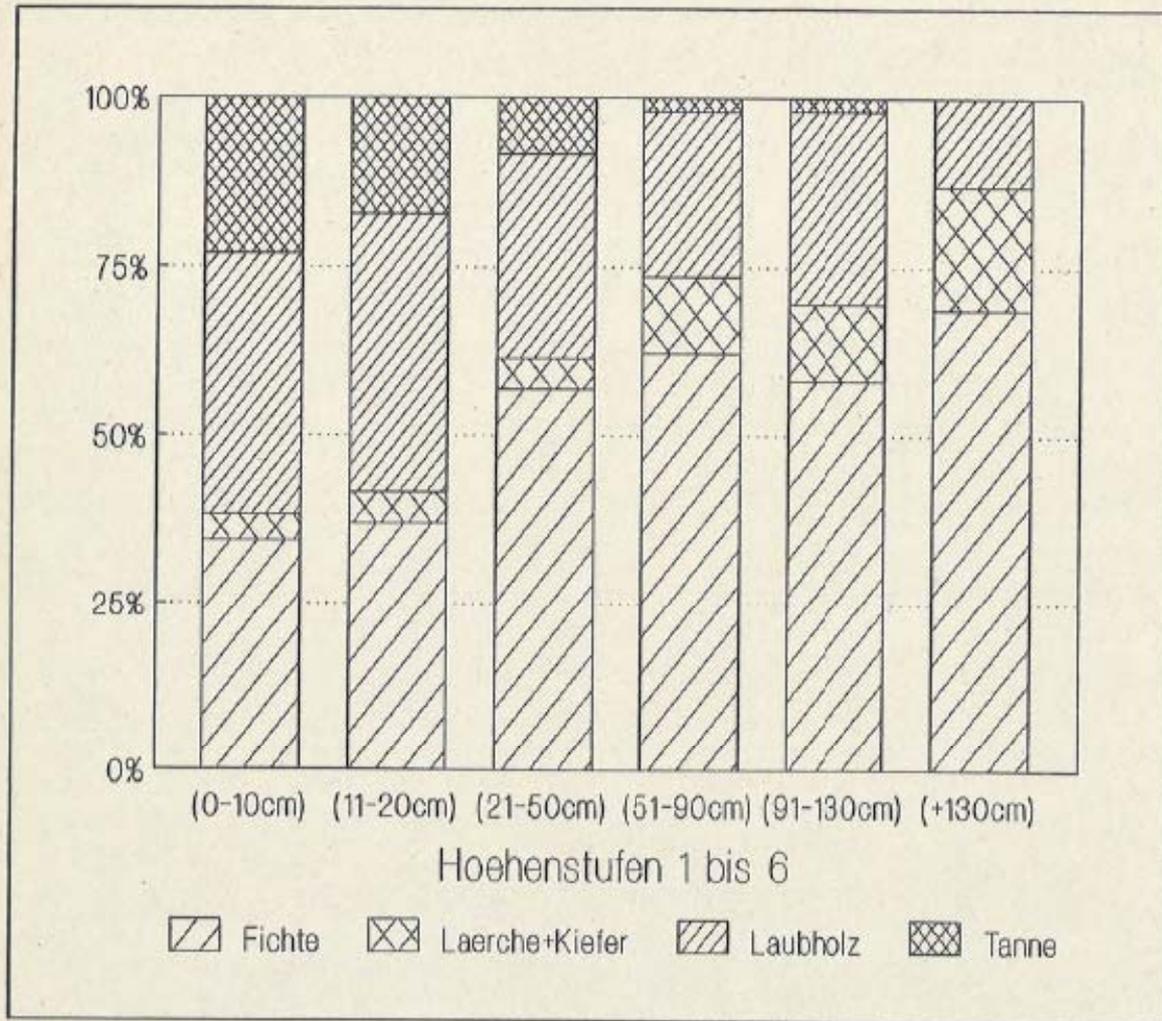
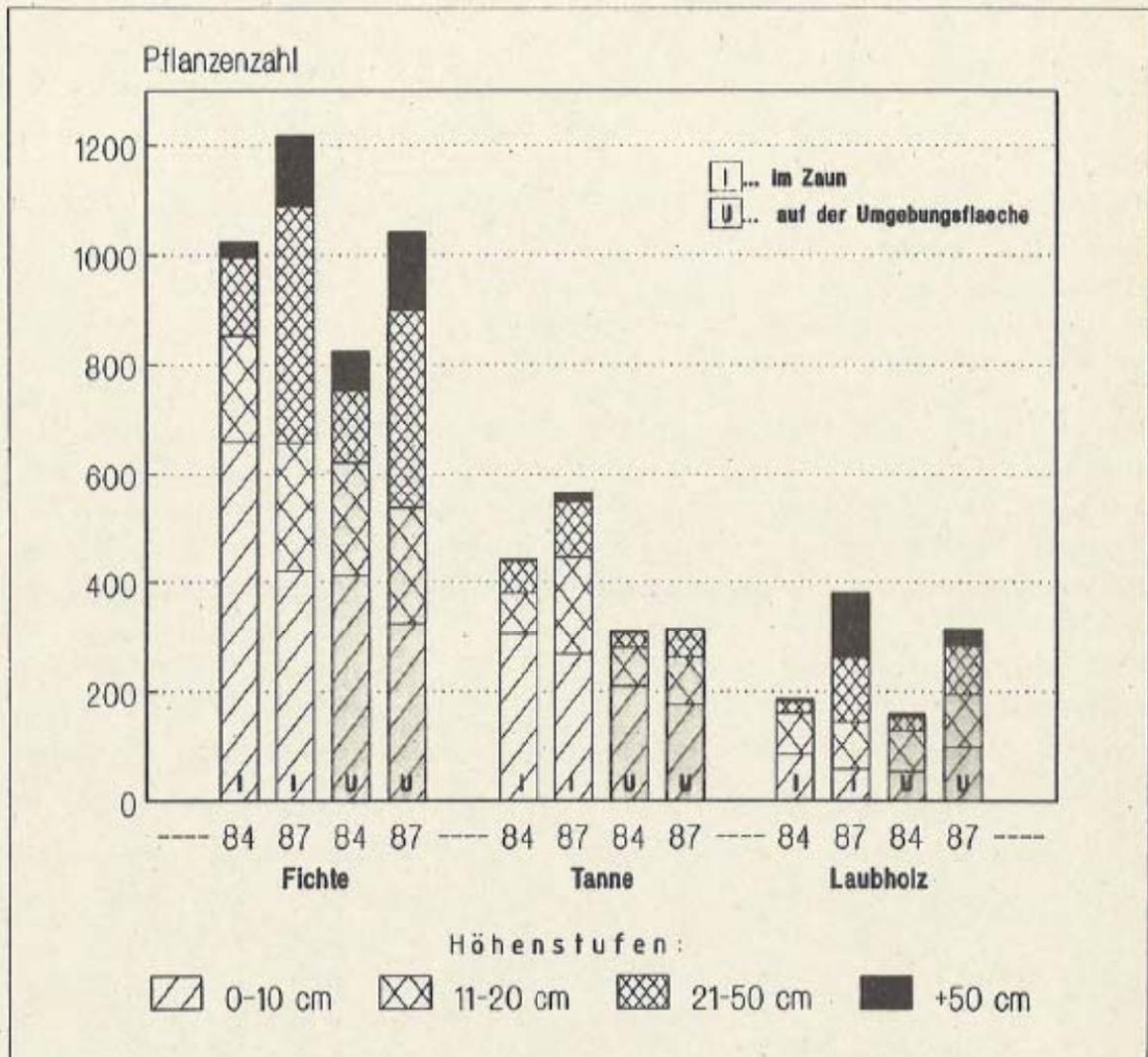


Abb. 3: Direkter Vergleich der Pflanzenzahlen der Aufnahmen 1984 und 1987 im Zaun (I) und außerhalb des Zaunes (U) (193 Kontrollzäune)



Die Abb.3 zieht einen direkten Vergleich zwischen den Aufnahmen 1984 und 1987 auf identen Probestellen. Dabei werden die Pflanzenzahlen aufgliedert nach Höhenstufen getrennt für die Baumarten Fichte, Tanne und Laubholz dargestellt. Durch die Aufnahmemethode bedingt werden jeweils dieselben Bäume erfasst. Die Zunahme der Pflanzenzahlen ergibt sich durch die nachkommende Verjüngung, Ausfälle ergeben sich durch Absterben von Individuen.

Anhand dieser Graphik kann die Entwicklung der Pflanzen in höhere Stufen beobachtet werden. Für die Fichte ergibt sich außerhalb des Zaunes, wenn auch abgeschwächt, ein ähnlicher Entwicklungsverlauf wie innerhalb des Zaunes. Im Zaun wachsen 289 Pflanzen in die Stufe 3 (21-50 cm) und 100 in die Stufe 4 (über 50 cm) ein, außerhalb sind es 232 bzw. 71. Die Tanne zeigt eine

ganz andere Entwicklung. Im Zaun nimmt die Pflanzenzahl in den drei Jahren um 123 zu, während außerhalb nur 3 Tannen hinzukommen. Im Zaun ergibt sich ein deutliches Einwachsen in höhere Stufen, auf den Umgebungsflächen nimmt in der Stufe 4 die Tannenanzahl sogar ab. Beim Laubholz kommt es zwischen 1984 und 1987 im Zaun zu einer deutlichen Zunahme der Pflanzen in den Stufen 3 und 4. Ohne Zaunschutz schwächt sich der Einwuchs in Stufe 3 deutlich ab. In der Stufe 4 sinkt er im Vergleich zu den Zaunflächen auf ein Fünftel ab.

Die hier angeführten Ergebnisse stellen einen tirolweiten Durchschnitt dar. Regional und lokal wechseln die Verjüngungsverhältnisse und der Verbißdruck sehr stark, sodaß jeder Zaun für sich allein gesehen die stärkste Aussagekraft besitzt. Trotzdem ergibt sich ein grober Überblick über die Verjüngungssituation in den einzelnen Bezirken. Auch hier zeigt sich, daß die Verjüngung - vor allem die Verjüngung der Mischbaumarten - in den Bezirken Reutte und Kufstein mit enormen Schwierigkeiten verbunden ist.

4. Schlußbemerkungen

Kontrollzäune bieten die Möglichkeit zu beobachten, wie sich die natürliche Verjüngung unter Ausschluß des Verbisses entwickelt. Bestimmte Baumarten, vor allem die Tanne und verschiedene Laubhölzer, die im Jungwuchs nicht oder nur mehr spärlich vorhanden sind, stellen sich unter Zaunschutz wieder reichlich ein. Wenn man sieht, wie schnell und vielfältig sich die Vegetation unter Zaunschutz entwickelt, wie sehr sich Zaunflächen von der Umgebung nach wenigen Jahren abheben, kann man von einer Verarmung der Vegetation in verschiedenen Lebensräumen sprechen. Die Fichte verjüngt sich auch ohne Schutzmaßnahmen. Die Mischbaumarten samen sich wohl gut an, bleiben aber zum Großteil auf der Strecke, sodaß zukünftig in vielen Gebieten Fichtenbestände mit einzelnen Mischbaumarten oder Fichtenreinbestände die im Altholz noch vorhandenen Mischbestände ersetzen werden.

11. FLECHTENKARTIERUNG IM RAUM INNSBRUCK - VERGLEICH 1977/87

Um die Veränderungen der Umweltbelastung im Raum Innsbruck kartographisch zu erfassen, wurde im Auftrag des Amtes für Umweltschutz der Stadt Innsbruck 1987 eine erneute Flechtenkartierung nach den gleichen Kriterien wie 1977 durchgeführt. An über 800 Stationen wurde der epiphytische und epixyle Flechtenbewuchs nach Arten, Zahl, Menge und Vitalität beurteilt und den einzelnen Zonen zugeteilt. Zone I stellt die unbelasteten Gebiete dar - empfindliche Strauch- und Bartflechten kommen vor - Zone V stellt die Flechtenwüste dar - rinden- und holzbewohnende Flechten kommen nicht mehr vor. Zone III, charakterisiert durch die gelbe Wandschüsselflechte (*Xanthoria parietina*), ist die für bewohntes Gebiet typische "Normalzone". Die den 30 bei der Kartierung berücksichtigten Arten und Gattungen zufallenden Lebensräume - Zonen - können dem Bericht "Zustand der Tiroler Wälder 1987" (S. 199) entnommen werden.

Veränderungen 1977/1987

Wie aus den Karten 1 (Kartierung 1977) und 2 (Kartierung 1987) deutlich hervorgeht, ist sowohl das durch Schadstoffe beeinflusste Gebiet größer geworden, aber auch die Intensität der Beeinflussung ist stärker geworden. Im verbauten und bewohnten Gebiet haben sich fast durchwegs die Zonen um ein bis zwei Stufen verschlechtert und Waldgebiete, die 1977 fast durchwegs noch der Zone I angehörten - geringe Beeinflussungen bestanden nur im Raum Hötting/Hungerburg und im Süden an Stellen, wo der Wald praktisch ins Stadtgebiet reichte - sind 1987 bereits stark in Mitleidenschaft gezogen.

Zone I

Diese Reinzone hat sich am nördlichen Untersuchungsgebiet praktisch auf die Höhe der Hungerburgterrasse zurückgezogen und ist im Westen der Stadt aus dem Talboden - Technikgelände, Kranebitten - verschwunden. Im Süden der Stadt ist sie aus weiten Gebieten des Mittelgebirges verschwunden, und die ehemals locker verbauten Gebiete von Lans, Aldrans, Sistrans zeigen heute die Zonierung von typischen Siedlungsgebieten.

Zone II

1977 nahm diese Zone noch den gesamten Talboden im Westen von Innsbruck ein und bildete einen breiten Saum zwischen der Normalzone und der Zone III. 1987 ist diese Zone auf einen schmalen Saum zusammengeschrumpft und kommt im Talboden nicht mehr vor und belegt damit die gravierende Verschlechterung der Situation.

Zone III

Diese für die übliche Siedlungstätigkeit charakteristische Zone hat sich flächenmäßig ausgedehnt und nimmt 1987 ehemalige Flächen der Zone II und in den südlichen Mittelgebirgslagen auch der Zone I ein. Nur in diesen Mittelgebirgsdörfern trifft die Charakteristik "typisch für Wohngebiete" noch zu. Die Wohngebiete im engeren Stadtbereich von Innsbruck, mit Ausnahme von Kranebitten, gehören nicht mehr dieser Zone an.

Zone IV

Die ehemals auf den dichtbesiedelten östlichen Stadtteil und das Gebiet Hallerstraße - Industriezone beschränkte Gebiet umschließt heute als verschieden breiter Saum, abhängig auch von lokalen topographischen und kleinklimatischen Faktoren das gesamte Wohngebiet von Innsbruck mit flächenmäßig größeren Gebieten im nördlichen Stadtbereich. Im südlichen Stadtbereich zieht sich diese Zone entlang der Autobahn als Band bis Hall und verbindet so diese stark beeinflusste, als Wohngebiet nicht mehr zuträglich (und daher dringend verbesserungsbedürftige, Anm.d.Red.) Zone in den beiden Städten.

Zone V

Die Flechtenwüste, frei von rinden- und holzbewohnenden Flechten, hat sich gegenüber 1977 etwa auf das 5fache ausgedehnt und nimmt heute die meisten Wohngebiete ein. Nur Parkanlagen und Friedhöfe mit ihrem Baumbestand bilden als Inseln besserer Luft Ausnahmen. Entlang der Autobahn treten innerhalb der Zone IV zwei größere Gebiete der Zone V auf und dokumentieren so die extreme Belastung durch die Verkehrsabgase.

Versuch einer Ursachenanalyse

Wie die Zone V entlang der Autobahn und das zusammenhängende Band der Zone IV zwischen Innsbruck und Hall zeigen, kommt dem Verkehr heute die Bedeutung bei den Luftschadstoffen, die die Flechten beeinflussen zu. Trotz Halbierung (im Stadtzentrum von Innsbruck ist die SO_2 -Belastung sogar auf weniger als ein Viertel gesunken, Anm.d.Red.) der SO_2 -Werte im Raum Innsbruck ist eine weitere Ausdehnung der Flechtenwüste festzustellen. Das differenzierte Bild dieser Ausdehnung, immer entlang der Hauptverkehrsstraßen, im Westen nach Völs und Allerheiligenhöfe, im Osten entlang der Bundesstraße und in die Wohngebiete des Olympischen Dorfes, zeigt, daß hier der Verkehr mit seinen Abgasen der gravierende Faktor ist. Ähnliche fingerförmige Ausstülpungen zeigt auch die Zone III und Zone II bei den Mittelgebirgsdörfern in Tulfes, Sistrans, Aldrans, Lans, Mutters und Natters. Auch hier sind die Abgase des lokalen Pendlerverkehrs von ausschlaggebender Bedeutung.

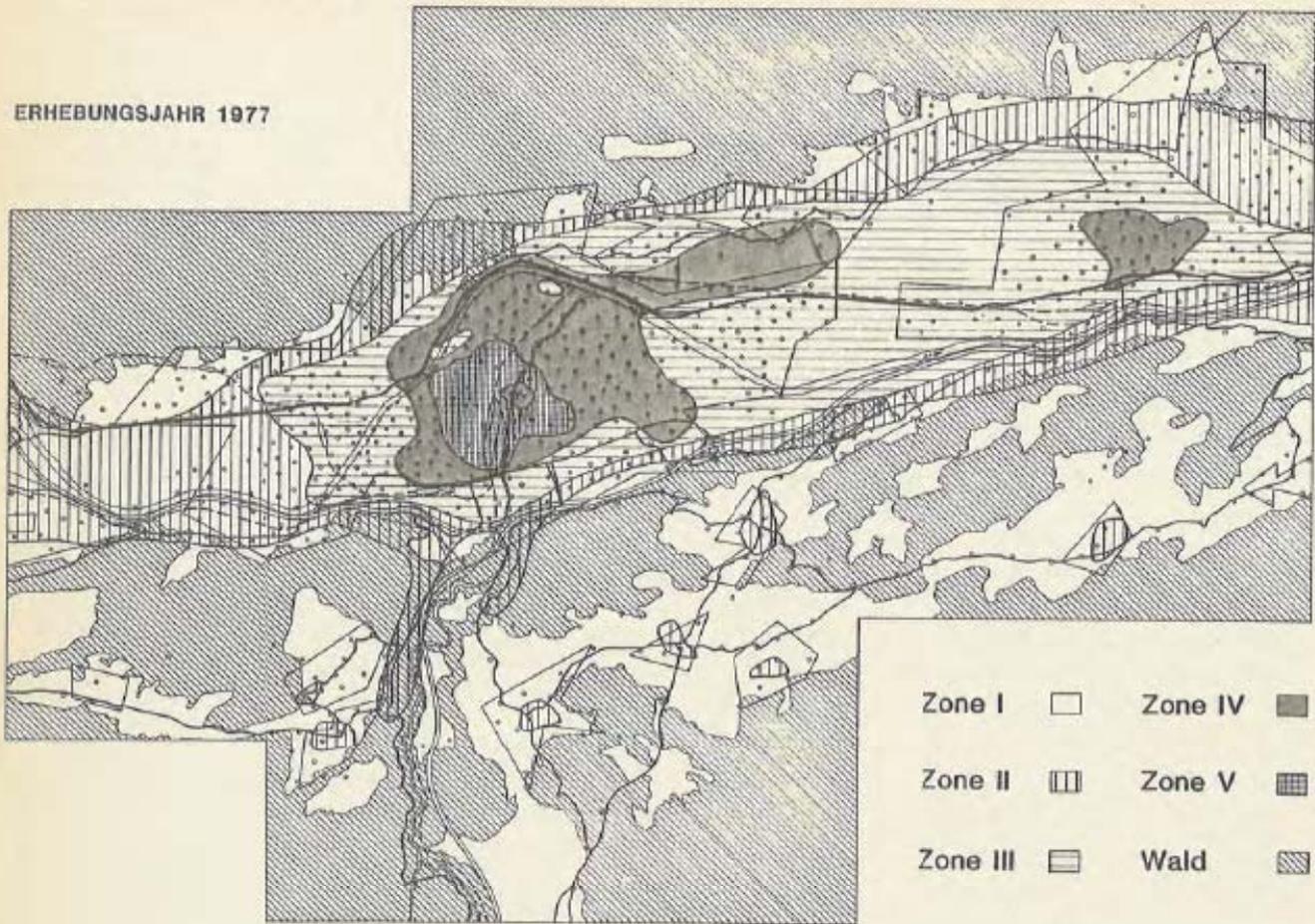
Die Konzentration der Schadstoffauswirkung entlang der Autobahn wird noch durch kleinklimatische Faktoren verstärkt. Die am Fuß des Paschbergs häufigen Nebelschwaden erhöhen die Schädigung, da die gasförmigen Stoffe an den feinsten Nebeltröpfchen kondensieren und so direkt auf die Bioindikatoren, die Flechten, wirken.

Ebenso ist die Ausdehnung der beeinflussten Zone im Norden der Stadt bis auf Höhe der Hungerburgterrasse und sogar noch weiter durch die lokale klimatische Situation bedingt. Durch die Sonneneinstrahlung steigt die erwärmte Luft hoch und zieht die belastete Luft aus dem Stadtbereich nach, der Spiegel des "Schadgas-Sees" im Raum Innsbruck ist schief, tiefer im Süden, höher im Norden.

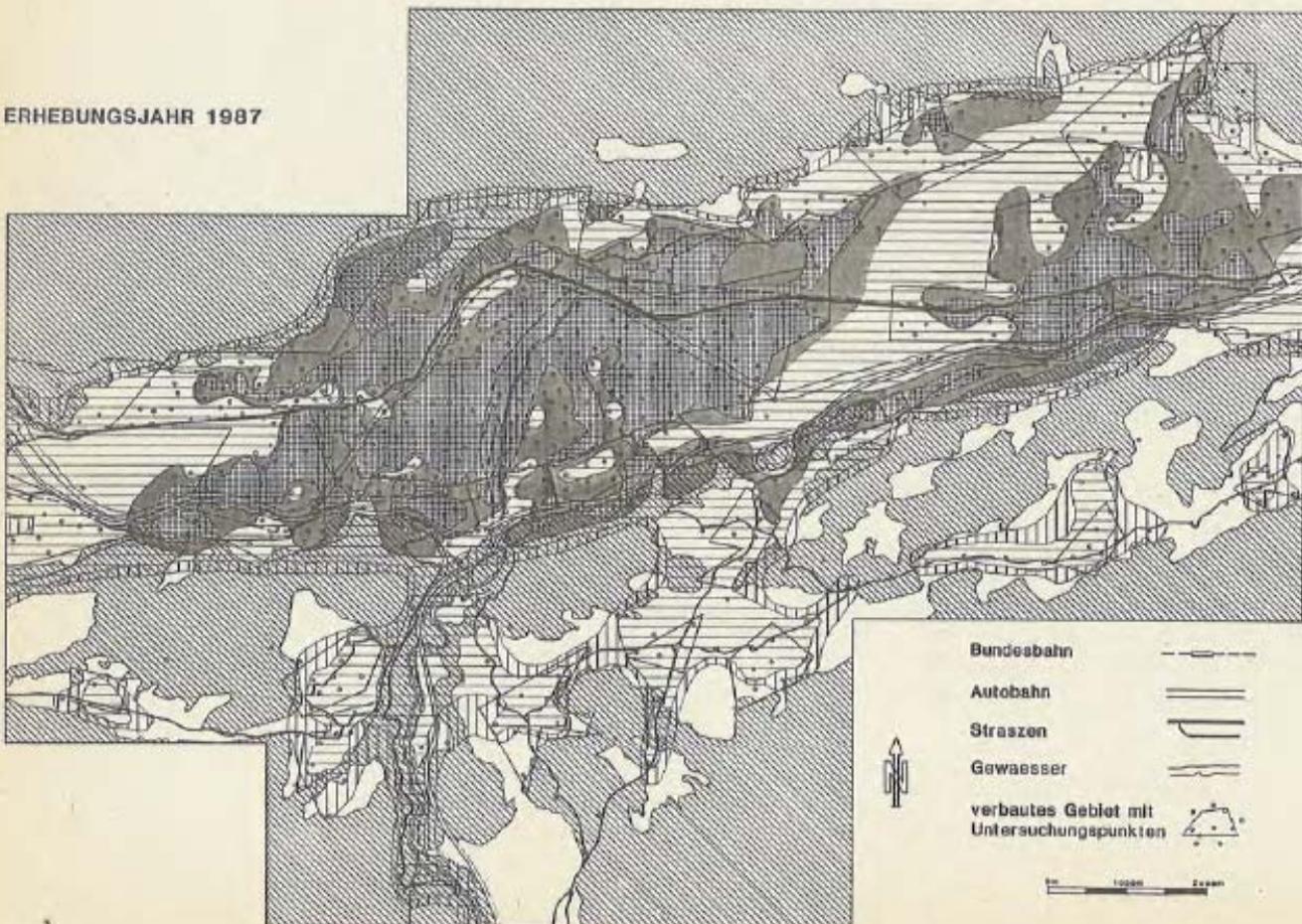
Die lokalklimatischen und topographischen Gegebenheiten können nicht geändert werden, wohl aber die Ursachen. Weitere Reduzierung des SO_2 durch rasche Einführung von Erdgas ist notwendig, die Belastungen durch Verkehrsabgase müssen vermindert werden. Beim Transit auf der Autobahn ist eine politische Entscheidung notwendig, lokal aber muß der Individualverkehr reduziert werden. Dies ist möglich, wenn der öffentliche Verkehr entsprechend attraktiv und günstig gestaltet wird.

FLECHTENZONEN IM RAUME INNSBRUCK

ERHEBUNGSJAHR 1977



ERHEBUNGSJAHR 1987



12. ERNEUERBARE ENERGIE AUS HOLZ

In Tirol werden derzeit ca. 59.000 Wohnungen mit Holz beheizt. Das sind 29 % des beheizten Wohnungsbestandes. Davon werden 43.000 Wohnungen mit Einzelöfen, 2.000 Wohnungen über Etagenheizungen und 14.000 Wohnungen durch Zentralheizungen versorgt (1).

Einzelöfen und Etagenheizungen werden ausschließlich, Zentralheizungen bis auf wenige Ausnahmen, mit Stückholz beheizt. Die durchschnittliche jährlich von diesen Anlagen verbrauchte Brennholzmenge beträgt 210.000 fm.

Zu Beginn des Jahres 1987 standen in Österreich 4.000 Hackschnitzelfeuerungen mit einem Leistungsbereich bis 100 kW in Betrieb. Tirol weist nur einen Anteil von 2,5 % auf (Abb. 1) (2).

Unter Berücksichtigung der automatischen Holzverbrennungsanlagen der Tischlerei- und Sägebetriebe besteht für die Hackschnitzelfeuerungen in Tirol ein Brennstoffbedarf von 225.000 Schüttraummeter Hackgut bzw. Rinde. Durch die energetische Holzverwendung werden somit Öleinfahren in der Höhe von 46.500 Tonnen erspart. Die Schadstoffbelastung der Tiroler Luft kann dadurch um 390 Tonnen SO₂ reduziert werden.

Die verschiedenen Symptome der modernen Holzfeuerungen gelangen in Tirol nur zögernd zum Einsatz.

Das derzeit niedere Energiepreisniveau der fossilen Energieträger erschwert die Bemühungen der Landesforstdirektion, die Holzheizungen stärker zu forcieren. Ebenso unbefriedigend ist die finanzielle Förderung für die Errichtung von automatisierten Holzverbrennungsanlagen. Vielfach fehlt auch das Vertrauen in unseren heimischen Energieträger Holz, denn die Versorgungslage mit fossilen Brennstoffen wird allgemein günstiger eingeschätzt.

Im abgelaufenen Betriebsjahr wurden von der Landesforstdirektion 26 Planungsstudien für die Errichtung von Holzverbrennungsanlagen ausgearbeitet. Die firmenunabhängige Beratung wurde vom

- privaten Bereich:	13 Projekte
- landwirtschaftlichen Bereich:	7 Projekte
- gewerblichen Bereich:	4 Projekte
- öffentlichen Körperschaft:	2 Projekte

in Anspruch genommen. Teilweise konnten die Projekte schon realisiert werden, der Großteil wird mit Beginn der Heizperiode 1988/89 in Betrieb genommen.

Die Entwicklung der modernen Holzfeuerungen stellt einen großen Fortschritt auf dem Gebiet der Festbrennstoffanlagen im kleinen Leistungsbereich dar.

Die wesentlichen Vorteile dieser Systeme sind:

- hoher Bedienungskomfort im Vergleich zu händisch beschickten Kesseln,

- hoher Wirkungsgrad durch konstruktive technische Maßnahmen, die das Verbrennungsverhalten von Holz berücksichtigen,
- gut regelbare Heizleistung nach dem jeweiligen Wärmebedarf,
- geringe Umweltbelastung durch geringe Emissionen.

Die Abgase der Holzverbrennung weisen geringe Konzentrationen an Luftschadstoffen auf. Holz ist mit Erdgas und Heizöl EL als sauberster Brennstoff einzuordnen. Jede Substitution anderer fossiler Energieträger vermindert die Luftbelastung.

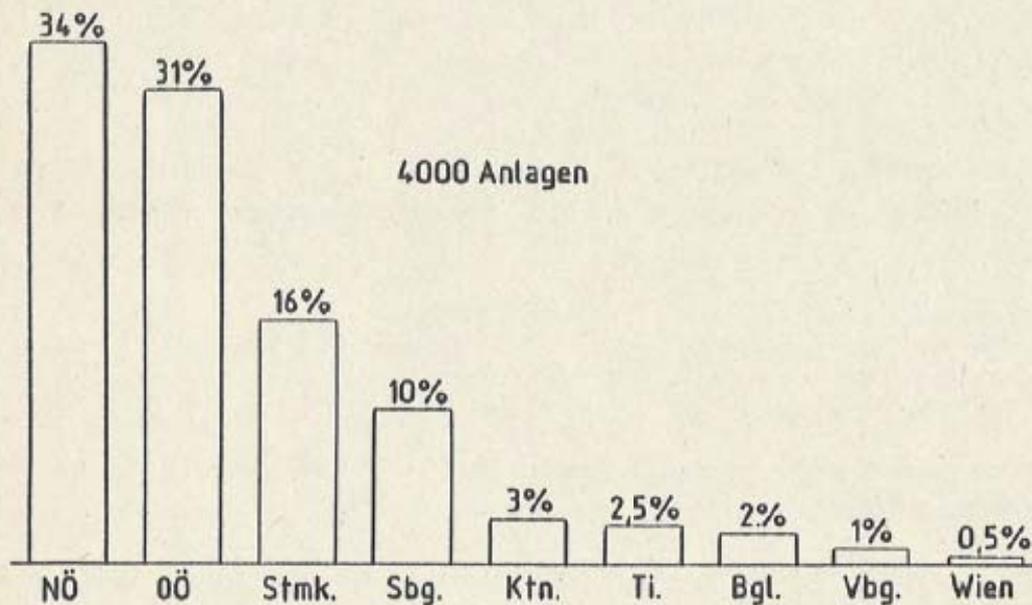
Das vordringlichste Ziel besteht im Aufbau eines kundenfreundlichen Hackschnitzelmarktes. Das Brennmaterial muß in ausreichender Menge und in gewünschter Qualität verfügbar sein. Dies muß gleichzeitig mit der Schaffung von neuen Abnehmern, d.h. mit der Stationierung von weiteren Holzheizungen vor sich gehen.

Quellen:

1) ÖSTZ

2) JONAS-LLK Niederösterreich, 1987

Abb. 1: Verteilung der Kleinanlagen in den Bundesländern



13. ENERGIEWÄLDER ALS ALTERNATIVE

Die Landwirtschaft steht auch in Österreich mit ihrer Überproduktion an der Grenze der Finanzierbarkeit. Eine Möglichkeit, Boden aus der landwirtschaftlichen Produktion zu nehmen, ihn aber dennoch als Produktionsfläche zu nutzen, um Einkommen für die Landwirtschaft zu schaffen, wird in der Anlage von Energiewäldern gesehen. Abgesehen von der Entlastung der Überproduktion in der Landwirtschaft liegt dieser Idee also die Produktion von Biomasse zum Zwecke der Energiegewinnung zugrunde.

Einen Anreiz, landwirtschaftlich genutzte Flächen mit rasch wachsenden Holzgewächsen zu bepflanzen und somit in kurzer Zeit große Mengen des Rohstoffes Holz für die energetische Nutzung zu gewinnen, bietet der § 1(5) des novellierten Forstgesetzes. Für solche Flächen gelten demnach nicht die üblichen Rodungsbestimmungen, sie können jederzeit rasch und ohne behördliche Bewilligung wieder einer anderen Nutzung zugeführt werden. Die einzige Voraussetzung besteht darin, die Errichtung einer solchen Energiewaldfläche der Behörde innerhalb von 10 Jahren nach der Aufforstung zu melden.

Bisherige Energiewaldversuche in der Steiermark erbrachten bei Erle ungedüngt jährlich 3,7 bis 5,3, bei Pappel und Weide gedüngt 8,3 - 10,7 t/ha Trockensubstanz als Ernteertrag. Der höhere Ertrag kommt also nur über entsprechenden Düngemiteleinsatz und Pflanzenschutz zustande, deren Kosten mit dem Erlös aus dem Mehrertrag kritisch ins Verhältnis zu setzen sein werden. Derartige Intensivkulturen erfordern einen eigenen Maschinenpark zur rationellen Ernte, sodaß die Anlage von Energiewäldern wohl nur sinnvoll sein wird, wenn eine längerfristige Bewirtschaftung beabsichtigt ist.

In Anbetracht der Tatsache, daß Tirol ohnehin nur über 30.000 ha Ackerland verfügt, aber über 110.000 ha intensives Grünland, ist kaum anzunehmen, daß von den besten Standorten freiwillig viel stillgelegt wird. Weniger gute Böden bedeuten aber auch für den Energiewald weniger Wuchsleistung.

Um die Wuchsbedingungen bei Anpflanzung von schnellwüchsigen Holzarten zu testen und Erfahrungen auf dem Gebiet des Energieholzanbaues gewinnen zu können, wurden im Bundesland Tirol in den Jahren 1986 und 1987 zwei Versuchsflächen angelegt und bei einem Kostenaufwand von S 148.000,- vier Hektar mit 22.000 Stück Erlen aufgeforstet. Die Kosten wurden durch Bundes- und Landesmittelbeiträge sowie durch die Gewährung von Prämien gedeckt.

Tab. 1: Übersicht über die Beihilfe von Energiewäldern

BFI	Fläche	Holzarten	Anzahl	Kosten
St. Johann	3,2 ha	Erle	17.000 Stk.	95.000,--
Silz	0,8 ha	Erle	5.000 Stk.	53.000,--
Summe:	4,0 ha		22.000 Stk.	148.000,--

Im Bereiche der Bezirksforstinspektion Silz werden in der "Stamser Erlenau" auf Stock gesetzte Erlen (1,0 ha) hinsichtlich ihres Zuwachses beobachtet. Die Düngung von Teilbereichen soll den Wuchsunterschied auf gedüngten und ungedüngten Flächen demonstrieren.

14. DIE TÄTIGKEIT DES LANDSCHAFTSDIENSTES IM JAHRE 1987

Im Jahre 1987 wurden unter Planung und Bauleitung des Landschaftsdienstes folgende Vorhaben verwirklicht:

1. Erholungsraumgestaltung

• Radwanderwege: Neuausbau:	16 km
davon asphaltiert:	15 km
Kosten:	5,16 Mio.S
Wanderwege: Neu- und Ausbau:	36 km
dadurch neu erschlossen:	53 km
9 Projekte sind in Bau	
Kosten:	8,09 Mio.S
Parkplätze: 3 Stück mit 105 PKW-Abstellplätzen	
Kosten:	0,37 Mio.S
Badeseen: Entschlammung Badensee Terfens	
Kosten:	0,4 Mio.S
Lehrpfade: 2 Sanierungen bestehender Anlagen	
2 neue Lehrpfade in Bau	
Kosten:	0,3 Mio.S
Spielplätze: 10 Stück, 1 Stück in Bau	
Kosten:	1,06 Mio.S
Teiche: 1 Stück, 1 Sanierung	
Kosten:	0,08 Mio.S
Kosten Erholungseinrichtungen: 15,46 Mio.S	

2. Bepflanzungsmaßnahmen, Landschaftspflege

Versetzte Pflanzen:	Stück
Autobahn:	22.900
Straßen und Wege:	23.600
Flußufer:	5.000
Zur Rekultivierung von Schottergruben:	3.100
Für gestaltende Ortsbepflanzungen, Schutzpflanzungen und sonstige Landschaftsgestaltung:	19.200
Neubewaldung gem. § 18 Forstgesetz	8.800
Summe:	82.600
Kosten Bepflanzungen:	2,0 Mio.S

In diesen Kosten sind Ausgaben der öffentlichen Hand für Bepflanzungen an Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen und Flußufern nicht enthalten.

Gesamtkosten 1987:	17,46 Mio.S
eingesetzte Förderungsmittel 1987:	8,27 Mio.S

Anmerkung:

Aufgrund des späten Beschlusses der Landesregierung wurden viele Projekte aus dem Jahre 1986 erst 1987 aus Raumordnungsmitteln gefördert. Daraus erklären sich die hohen Förderungsmittel im Vergleich zu 1986.

15. TIROLS WALD IN ZAHLEN 1987

Holzeinschlag im Nichtstaatswald	577.723 efm
Staatswald	217.810 efm
Gesamtwald Tirol	795.533 efm

Gerodete Waldfläche 139,9 ha.

Im Tiroler Nichtstaatswald wurden 3,135.500 Pflanzen auf rund 785 ha aufgeforstet. Davon entfielen im Rahmen der Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldsanierungsprojekte auf rund 164,6 ha 616.500 Pflanzen.

Neuaufforstung landwirtschaftlicher Grenzertragsböden 70,3 ha.

Die direkt meßbaren und erhobenen Wildschäden betragen S 4,029.500,--; 11,169.500 Pflanzen wurden gegen Wildverbiß geschützt.

Im Tiroler Nichtstaatswald wurden auf 2.166 ha, im Staatswald auf 1.258 ha Pflege- und Durchforstungsmaßnahmen durchgeführt.

In Tirol wurden insgesamt 194,7 km Waldwege neu gebaut, davon sind:

Wege mit forstlichen Mitteln gefördert	93.852 lfm
Gesamtbaukosten	S 22,860.034,--
Wege im Rahmen der Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldsanierungsprojekte	35.123 lfm
Gesamtbaukosten	S 13,182.398,--
ÖBF-Wege	13.919 lfm
Gesamtbaukosten	S 6,416.000,--
Sonstige Wege (Wildbach- u. Lawinenverbauung, IIIdI, Landschaftsdienst usw.)	51.835 lfm

Laut Holzeinschlagsmeldungen fielen 180.984 efm (davon 125.915 efm in Nichtstaatswald und 55.069 efm im Staatswald) an Schadholz an. 126.373 efm Rundholz mit einem Gesamtwert von S 102,038.000,-- wurden in Form gemeinsamer Holzverkäufe vermarktet.

Zur Auswertung der Holzpreisstatistik konnten 94.614 efm herangezogen werden. Demnach betrug der Rohholzpreis für B-Bloch frei Straße S 1.158,--/efm.

Die 14 Landesforstgärten haben 3,336 Mio. Nadelhölzer, 227.369 Laubhölzer und rund 446.000 Topfpflanzen erzeugt und vermarktet.

Die von der Forstbetriebseinrichtung im Jahre 1987 bearbeiteten 31 Operatsgebiete haben eine Gesamtwaldfläche von 10.618 ha, wovon 72 % im Ertrag und 28 % außer Ertrag stehen. Die Aufnahme des stockenden Holzvorrates und des Zuwachses erfolgte auf ca. 3.300 ha Ertragswaldfläche mittels des neuen statistischen Stichprobeverfahrens, das vom Institut für Forst-

liche Ertragslehre an der Universität für Bodenkultur im Wege einer Diplomarbeit für den Tiroler Landesforstdienst erstellt worden war. Nur 25 ha Wald wurden vollkluppiert.

Im gleichen Zeitraum sind 70 km Waldbesitzgrenzen verhandelt worden, woraufhin 879 Grenzsteine erneuert und 1.794 Grenzpunkte vermessen wurden.

In Zusammenarbeit mit der Anstalt für Landschaftspflege und Forstpflanzenerzeugung wurden 5 Schutzwaldsanierungsprojekte erstellt. 29 Schulklassen mit insgesamt 577 Kindern wurden in Vorträgen und Exkursionen zum Thema Wald aufgeklärt.

ANHANG

Waldschäden in Europa

Die verwendeten Inventurverfahren sind unterschiedlich, ihre Ergebnisse daher nicht miteinander vergleichbar! Stand September 1987.

Land	Waldfläche 1000 ha	Schadens- prozent	geschädigte Waldfläche ha	Anmerkungen
Finnland	19.400	27,5 (NW)	5.083.000	repräsentative Erhebung in Nadelwaldbeständen (NW)
Norwegen	8.330	28,9 (NW)	1.388.000	repräsentative Erhebung in Nadelwaldbeständen
Schweden	26.500	17,7 (NW)	3.433.800	repräsentative Erhebung in Nadelwaldbeständen
Dänemark	493	4,0		13 Dauerbeobachtungsflächen (Nadelwald)
Irland	362			keine Angaben
Großbritannien	2.100	67,0 (NW)	978.800	Erhebungen in ausgewählten Regionen, als Ursache vor allem klimatische Einflüsse angenommen (Luftschadstoffe nicht ausgeschlossen)
Niederlande	309	59,2 (NW)	112.000	repräsentative Erhebung in Nadelwaldbeständen, auch Laubholz betroffen
Belgien	616			Hauptschadensgebiet Wallonien
Luxemburg	82	20,2 (NW)	6.200	repräsentative Erhebung in Nadelwaldbeständen, auch Laubholz betroffen
Frankreich	15.075	38,0 (NW)	380.000	Erhebung in ausgewählten Regionen, starke Schäden in Vogesen, Elsaß, Nordalpen, Jura
BR Deutschland	7.389	63,7	3.967.000	repräsentative Erhebungen für alle Baumarten
DDR	2.900	ca. 90	2.610.000	schätzungsweise sind 90 % des gesamten Waldes betroffen - vor allem Lausitz, Thüringer Wald, Erzgebirge
Polen	8.677	ca. 70	6.073.900	schätzungsweise sind 70 % des gesamten Waldes betroffen - vor allem Isergebirge, Riesengebirge, Baum Kattowitz
Schweiz	1.200	50,0	600.000	repräsentative Erhebungen für alle Baumarten
Österreich	3.754	31,0	1.163.000	repräsentative Erhebungen für alle Baumarten
Tschechoslowakei	4.600	27,0	1.200.000	Nadelwald 49,2 % - repräsentative Erhebungen
Ungarn	1.670	11,0	183.700	Nadelwald 39,6 % - Erhebungen in ausgewählten Regionen
Jugoslawien	9.500	ca. 10	950.000	Nadelwald 38,8 % - Erhebungen in ausgewählten Regionen
Bulgarien	3.800	31,2 (NW)	140.000	Erhebungen in Nadelwaldbeständen ausgewählter Regionen
Italien	6.363	6,5	413.600	halboffizielle Angaben
Griechenland	2.512			keine Angaben
Spanien	10.600	38,7 (NW)	193.500	Erhebungen in Nadelwaldbeständen ausgewählter Regionen
Portugal	3.600			keine Angaben
Summe	139.852		28.876.500	

Angaben aus den Jahren 1986/87 (1984/85): Länderberichte der CEA, Mitteilungen aus dem deutschen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Berichte in der Fachliteratur, (NW) = Nadelwald.