

Zustand der Tiroler Wälder

Untersuchungen über die Immissionsbelastung und den Waldzustand

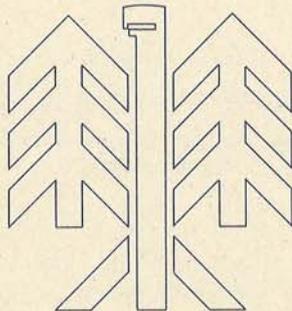
Bericht an den Tiroler Landtag 1990



LAND TIROL
AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG

Zustand der Tiroler Wälder

Untersuchungen über den Waldzustand und die Immissionsbelastung in Tirol



Bericht für das Jahr 1989

Amt der Tiroler Landesregierung - Landesforstdirektion

Innsbruck 1990

ZUSTAND DER TIROLER WÄLDER

Herausgegeben als Bericht an den Tiroler Landtag.

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

Am Bericht haben mitgearbeitet:

Peter	ECKER	11
Clemens	ENTHOFER	14
Klaus	FLÖRL	16
Josef	FUCHS	4
Wolfgang	INTHAL	12
Herbert	KUEN	13
Gerhard	MÜLLER	2
Michael	MOLING	7
Ida	PACK	1, 6
Herbert	SCHEIRING	1., 8, 9, 15
Eugen	SPRENGER	5
Dieter	STÖHR	3, 10
Andreas	WEBER	1, 6

Redaktion

Paul TSCHÖRNER
Kurt ZIEGNER

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung und Zusammenfassung	6
II. Zustandserfassung	12
1. Luftschadstoffbelastung in Tirol, aktueller Stand und Entwicklung	13
2. Waldzustandsinventur 1989 und Trendentwicklung seit 1984 Getrennte Behandlung von Wirtschafts- und Schutzwald	19
3. Bodenzustand und forstlicher Maßnahmenkatalog	27
4. Nadelanalysen auf Schwefelergbnisse des Bioindikatornetzes	35
5. Stand der Verfahren gegen forstschädliche Luftverunreinigungen	39
6. Waldzustand und Immissionsbelastung/Bezirksergebnisse	43
7. Wald und Wild	91
8. Wald und Weide	94
9. Wald und Klima	95
10. Waldpilze als Indikatoren für Schwermetallbelastungen	96
11. Schadstoffgehalt in Flechten im Raum Innsbruck	98
III. Maßnahmen zur Umweltverbesserung	103
12. Schutzwaldsanierung in Tirol	104
13. Aus der Arbeit des Landschaftsdienstes	108
14. Beiträge aus der Anstalt für Landschaftspflege	110
15. Der Grüne Zweig- freiwillige Beiträge zur Umweltverbesserung	118
16. Förderung von Alternativenergien	119
ANHANG: Tirols Wald in Zahlen, Das Öko-Bonuskonzept	121



Der Landeshauptmann von Tirol

Vorwort

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

Vor allem die detaillierte Besprechung der Situation in den einzelnen Landesteilen soll neben Information gleichzeitig auch Arbeitsgrundlage für alle zuständigen Dienststellen sein. Umweltschutz ist aber nicht nur die Aufgabe einiger Dienststellen, sondern auch Aufgabe aller Menschen im Land. Jeder Einzelne kann dabei seinen Beitrag für eine lebenswerte Heimat durch einen schonenden Umgang mit der Umwelt leisten.

Der Bericht ist in drei Teile geteilt, wobei der erste Teil neben einer Einleitung eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse bringt. Im zweiten Teil werden Meßergebnisse und Analysen vorgestellt, und der dritte Teil berichtet über Maßnahmen zur Umweltverbesserung. Erhebungen und Messungen sind wichtig, um ein Problem zu erkennen - die Ergebnisse müssen dann aber in Verbesserungsprogramme umgesetzt werden, Messungen dürfen nicht Selbstzweck bleiben.

Eine Verringerung der Luftschadstoffbelastung ist das vorrangige Ziel der Tiroler Landespolitik, sie ist nicht nur eine Voraussetzung für die Erhaltung gesunder Waldbestände, sondern ebenso Voraussetzung für die Sicherung der Lebensqualität in unserem Land.

Wolfgang Wald

I. Einleitung und Zusammenfassung

Zustand der Tiroler Wälder

Der Wald ist das Frühwarnsystem unserer Umwelt. Mit seiner Filterwirkung und mit seiner Empfindlichkeit gegenüber Luftschadstoffen zeigt er die Bedrohung an, ehe wir selbst davon unmittelbar betroffen sind. Waldschäden werden nicht nur von einem einzigen Schadstoff verursacht, an dieser Schädigung sind mehrere Schadstoffgruppen beteiligt.

Dieser Bericht will in einer Zustandserfassung die Luftschadstoffbeeinflussung Tirols, sowie - damit im Zusammenhang - die Belastung von Wald und Boden darstellen. Über die Informationspflicht an den Landtag hinausgehend, soll der Bericht Arbeitsunterlage für alle jene Dienststellen sein, die in ihrem Zuständigkeitsbereich zur Umweltverbesserung beitragen können. Besonderes Gewicht wollen wir auf Verbesserungsstrategien und auf Verbesserungserfolge legen, weil nichts einer erfolgreichen Umweltentlastung schädlicher ist als Resignation. Wir können uns diese einfach nicht leisten, es gibt dafür aber auch keinen Grund.

In den letzten Jahren ging die Schwefeldioxidbelastung deutlich zurück - ein gutes Beispiel für die Durchsetzbarkeit von Umweltentlastungsmaßnahmen! Dieser von allen Mitbürgern erkaufte Erfolg der Umweltpolitik wird aber durch die ständig zunehmende Schadstoffbelastung aus dem Verkehrsbereich mehr als aufgehoben. 88 % der in Tirol emittierten Stickoxide stammen aus dem Straßenverkehr, es gibt wohl kein vergleichbares Land mit einem ähnlich hohen Anteil. Als Folge dieser Stickoxid- und Kohlenwasserstoffemissionen steigt die Konzentration des Ozons in bodennahen Luftschichten an. Dadurch werden vor allem die schutznotwendigen Hochlagenbestände geschädigt.

Deshalb kommt der Verkehrspolitik aus der Sicht des Landes ein besonders hoher Stellenwert zu - Verkehrspolitik und Walderhaltungspolitik sind untrennbar miteinander verbunden. Für die Lösung des Verkehrsproblems an der Wurzel sind sowohl technische als auch verkehrspolitische Maßnahmen notwendig. Vor allem aber ist eine Zurechnung aller Kosten auf die jeweiligen Verkehrsträger erforderlich. Erst dann, wenn alle Kosten - auch die Umweltkosten - nach dem Verursacherprinzip zu bezahlen sind, wird die Mobi-

lität von Menschen und Gütern auf ein vernünftiges Maß zurückgeführt werden. Dann können auch die notwendigen Umweltreparaturmaßnahmen finanziert werden.

Das Ausmaß der Waldschäden

Um das Ausmaß dieser Reparaturkosten im Tiroler Wald wenigstens annähernd angeben zu können, wird auf eine Arbeit des Forschungsinstituts für Energie- und Umweltplanung in Wien (1984) zurückgegriffen. Dort wird versucht, die Gesamtsumme des volkswirtschaftlichen Schadens durch die immissionsbedingte Waldkrankung zu errechnen. Auf Preisbasis 1983 kommen die Autoren für den Österreichischen Wald auf jährlich 4,5 Milliarden Schilling. Bezieht man diese Summe auf die Waldfläche, dann wäre für den Tiroler Wald (13 % der österreichischen Waldfläche) ein jährlicher immissionsbedingter Waldschaden von 585 Mio. Schilling anzunehmen. Bezieht man den Schaden auf den Holzeinschlag (Tirol liefert 7,5 % des österreichischen Einschlages), dann entfällt auf Tirol ein

jährlicher Schadensbetrag von 338 Mio. Schilling. Diese beiden Ziffern können sicherlich nur Größenordnungen angeben, sie gelten außerdem für den gesamten immissionsbedingten Waldschaden und nicht etwa für den Anteil, der den verkehrsbedingten Belastungen zuzurechnen ist.

Das Umwelt- und Prognose-Institut Heidelberg hat ein Modell entwickelt, das durch einen Öko-Zuschlag und einen Öko-Bonus eine bessere und gerechtere Kostenzuordnung möglich macht (siehe Anhang). Es wäre wichtig, über diese Vorschläge eine öffentliche Diskussion einzuleiten.

Umweltpolitik als zentrale Aufgabe

Umwelterhaltung und Umweltverbesserung steht heute an der Spitze der Bedürfnisse. Dies wird sich in Zukunft noch deutlicher ausprägen, je mehr die ebenfalls wichtigen Bedürfnisse nach Frieden und Beschäftigung erfüllt erscheinen. Bei einer Meinungsumfrage am Beginn des Jahres 1990 (INTEGRAL) bezeichneten neun von zehn Österreichern das Umweltproblem als die größte Gefahr für die Menschheit im kommenden Jahrzehnt. Während nur ein Zehntel der Bürger in einem künftigen Atomkrieg eine reale Bedrohung sieht, fürchten drei Viertel der Befragten eine künftige Klimakatastrophe. Umweltschutz ist heute längst nicht nur ein Anliegen breiter Bevölkerungskreise. Der Fremdenverkehr, der in unserem Land eine besondere wirtschaftliche Bedeutung hat, wird mittelfristig ohne intakte Umwelt nicht florieren können. Dabei sind jedoch auch neue Strategien im Umgang mit Natur und Landschaft zu finden, für die Forstwirtschaft ist dies von besonderer Bedeutung. Die derzeitige "Nachdenkpause" für neue technische Erschließungen sollte auch dazu verwendet werden, um ein Modell zu entwickeln, das den propagierten Qualitätstourismus fördert, ohne den einheimischen Bürger zu benachteiligen. Eine Verringerung der Tagesgästeszahl hat ohne Zweifel auch positive Auswirkungen auf die Verkehrsbelastung einer Region. Massentourismus anstelle von Qualitätstourismus fördert nicht nur den Landschaftsverbrauch, sondern auch das Abfallvolumen - pro Tag und Nächtigung hinterläßt jeder Österreichgast rund 1 kg Abfall (Wirtschaftsforschungsinstitut). Auch in Gewerbe und Industrie werden Umweltfaktoren mehr und

mehr zu bestimmenden Wirtschaftsparametern. Neben Arbeitskräftepotential, Rohstoff-, Verkehrs- und Energiesituation wird eine intakte Umwelt die Voraussetzung für eine florierende Volkswirtschaft sein.

Im Rahmen einer vorausschauenden Umweltpolitik kommt der Walderhaltung eine besondere Bedeutung zu:

Ein funktionsfähiger Wald ist für die Sicherheit des Landes vor Naturgefahren wichtig.

Der Wald ist Erholungsraum für Einheimische und Gäste und damit Voraussetzung für Lebensqualität und Fremdenverkehr.

Der Wald hat als Kohlenstoffspeicher eine zunehmend wichtige Funktion zur Stabilisierung des Weltklimas.

Holz ist ein Rohstoff ohne Absatzprobleme. Im Gegensatz zu den meisten anderen landwirtschaftlichen Produkten gibt es im EG-Raum ein ausgeprägtes Holzdefizit. Mit den politischen Veränderungen in Osteuropa werden diese Länder als Billigexporteure für Rundholz ausscheiden und mittelfristig selbst zu Importländern werden. Damit kommt dem nachwachsenden Produkt Holz eine wichtige Rohstoff- und Einkommensfunktion zu.

Damit der wichtige Wald alle diese Leistungen erbringen kann, muß die Umweltbelastung auf ein für den Wald verträgliches Maß zurückgeführt werden. Jede Investition die dieser Umweltentlastung dient, kommt mittelbar und unmittelbar auch dem Menschen zugute.

Schalenwild- und Weidebelastung dürfen eine naturgemäße und rasche Waldverjüngung nicht behindern. Die Jagd kann ihre gesellschaftspolitische Berechtigung am besten damit begründen, indem sie waldkonform ausgeübt wird.

Die Gebirgslandwirtschaft braucht Transferzahlungen aus Steuermitteln um überleben zu können. Sie kann diesen Anspruch durchaus mit landeskulturellen Leistungen begründen. Waldweide allerdings ist keine landeskulturelle Leistung.

Waldverbesserungsprogramme sind vor allem im Schutzwald, der etwa die Hälfte unserer Landesfläche ausmacht, notwendig. Verjüngungsmängel, Pflegerückstände und schwere Vitalitätsschäden in den höheren Altersklassen

machen ein großräumiges Sanierungskonzept dringend erforderlich. Durch Bereitstellung von mehr öffentlichen Mitteln konnte hier eine Entwicklung eingeleitet werden, die Anlaß zur berechtigten Hoffnung gibt.

Schadstoffbelastung

Beim Schwefeldioxid ist der über mehrere Jahre zu beobachtende deutliche Rückgang der Belastung im Tiroler Zentralraum zum Stillstand gekommen. Neue Impulse sind nötig, um eine weitere Entlastung zu erreichen, es darf jedoch angenommen werden, daß dies mit der Erdgasversorgung des Unterinntales und mit einer Verschärfung des Ölfeuerungsgesetzes möglich ist. Die Fortsetzung der erfreulich positiven SO₂-Entlastung der letzten Jahre ist auch deshalb notwendig, weil die Nadelanalysen in den talnahen Waldbeständen zahlreiche Grenzwertüberschreitungen ausweisen.

Die Stickstoffmonoxidbelastung hat 1989 bei allen Meßstellen zugenommen, die Stickstoffdioxidbelastung hat bei den Meßstellen im Großraum Innsbruck etwas abgenommen, im mittleren Unterinntal ist sie gleich geblieben, nur im Raum Kufstein kam es zu einer leichten Zunahme. Im gesamten Unterinntal, einschließlich der Waldbestände in den tieferen Hanglagen, überschreiten die Stickstoffdioxidbelastungen die für die Vegetation gültigen Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, ähnliches gilt für das Folgeprodukt Ozon, das auch in den höheren Hanglagen die Richtwerte ganz wesentlich überschreitet.

Waldzustand

Die Waldzustandsinventur 1989 hat - wie im Jahr zuvor - 37 % des über 60 Jahre alten Waldbestandes als nicht gesund ausgewiesen. 27 % der Bestände waren leicht, 8 % mittel und 2,1 % stark geschädigt. Die Klasse der leicht geschädigten Bestände hat geringfügig abgenommen, das Ausmaß der stark geschädigten Bestände hat leicht zugenommen. Der von 1984 bis 1987 steigende Schadenstrend hat sich 1988 abgeflacht,

1989 ist er stationär geblieben. Der wegen der besonders waldfreundlichen Sommer 1988 und 1989 erwartete Rückgang des Schadensausmaßes ist nicht eingetreten.

Im Schutzwald sind insgesamt 42 % der Waldbestände nicht gesund, 30 % sind leicht, 9,5 % mittelstark und 2,3 % schwer geschädigt bzw. tot. Innerhalb des Tiroler Schutzwaldes ist das Nordalpengebiet mit 58 % am stärksten beeinträchtigt. Die Schutzwälder der Zentralalpen (ohne Osttirol) sind mit 31 % Schadensanteil wesentlich weniger stark in Mitleidenschaft gezogen.

Bodenzustand

Ebenso wichtig wie die Entwicklung des Waldzustandes ist die Entwicklung des Bodenzustandes in Tirol. Der Boden ist die Basis der land- und forstwirtschaftlichen Produktion, darüberhinaus aber hat er überaus wichtige ökologische Regenerations-, Schutz- und Ausgleichsfunktionen zu erfüllen. Der 1989 veröffentlichte "Bericht über den Zustand der Tiroler Böden" zeigt, daß es in einzelnen Landesteilen alarmierende Bodenbelastungen gibt, die vor allem auf Schadstoffeinträge aus der Atmosphäre zurückzuführen sind. So liegt der Bleigehalt der Tiroler Waldböden im Landesdurchschnitt bereits knapp unter dem Bodengrenzwert, im Inntalraum wird er um das 2,5-fache überschritten. Auch beim Cadmium zeigt sich eine deutliche Anreicherung in den Waldböden des Inntals. Diese durch ein Stichprobennetz erfaßte Belastung der Böden wird durch eine Untersuchung verschiedener Waldpilze erhärtet: Im gesamten Inn- und Wipptal werden die Lebensmittelgrenzwerte der Pilze sehr häufig überschritten, Pilze von straßennahen Standorten weisen derart hohe Schwermetallgehalte auf, daß dringend vor deren Verzehr gewarnt werden muß. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Abhängigkeit zu den verkehrsbedingten Emissionen. Schwermetallbelastungen des Bodens sind kaum reversibel, d.h. daß die Schäden über sehr lange Zeiträume nicht mehr zu beheben sind. Auf diese generationenlange Hypothek muß eindringlich hingewiesen werden, wenn über Schadstoffentlastungsstrategien diskutiert wird.

Forstverfahren

Im Sinne des Forstgesetzes 1975 sind Verfahren gegen jene Betriebe einzuleiten, welche die in der 2. Forstverordnung festgelegten Grenzwerte überschreiten und dadurch meßbare Schäden im Wald verursachen. Mit Auslaufen des zeitlichen Stufenplanes werden in Tirol 85 Betriebe die Bestimmungen der 2. Forstverordnung einzuhalten haben. Dies bedeutet, daß Untersuchungsgebiete zu erweitern bzw. neu festzulegen sind. Erfreulicherweise kann jedoch bei der Schwefeldioxidbelastung darauf hingewiesen werden, daß durch die nun verfügbare Erdgasversorgung im Unterinntal die SO₂-Belastungen weiter erheblich zurückgehen werden. Umso wichtiger ist es, für die Erdgasnutzung nur stickoxidarme Technologien zuzulassen, damit die an und für sich bereits hohe NO_x-Belastung nicht noch weiter erhöht wird.

Das Wildproblem

Je stärker geschädigt unsere Waldbestände sind, desto dringender ist eine forcierte Waldverjüngung: Waldbestände, die ihre Aufgaben (etwa im Schutzwaldbereich) nicht mehr ausreichend erfüllen können, müssen so rasch als möglich durch Jungwüchse unterbaut werden, damit das Gefährdungspotential für künftige Generationen so klein wie möglich gehalten wird. Eine standortsgerechte Mischwaldverjüngung wird aber durch zu hohe Schalenwildstände erschwert oder sogar unmöglich gemacht. Die in Tirol zur objektiven Erhebung der Wald-Wild-Situation durchgeführte landeskulturelle Verträglichkeitsprüfung hat 1989 eine durch Schalenwild gefährdete Waldfläche von 46.000 ha ausgewiesen. Der Wald wird dabei überwiegend durch Verbiß gefährdet, vor allem die wichtigen stabilisierenden Mischbaumarten fallen dabei aus. Eine Gegenüberstellung der Schalenwildabschüsse aus den 30-iger Jahren mit denen der 80-iger Jahre zeigt, daß heute 7,5-mal mehr Rotwild, 6-mal mehr Rehwild und 6,7-mal mehr Gamswild erlegt wird. Über einen längeren Zeitraum hinweg sind solche Abschüßerhöhungen nur dann möglich, wenn auch die Wildstände im Vergleichszeit-

raum etwa um denselben Faktor höher liegen. Dieser Vergleich zeigt, daß keineswegs die Gefahr einer "Ausrottung" von Schalenwildarten zu erwarten ist.

Belastung durch Waldweide

Neben den Wildschäden ist auch auf die Schäden durch Waldweide hinzuweisen. Diese hat in den letzten Jahren in vielen Landesteilen neuerlich zugenommen. Die Waldweide verursacht Schäden an den Jungpflanzen, aber auch eine gewisse Entmischung, die sich im Gegensatz zum Schalenwild aber nicht auf die Tanne, sondern vor allem auf Laubhölzer bezieht. Durch die Waldweide werden jährlich pro Hektar 230 bis 340 kg (Trockensubstanz) an Biomasse entnommen, im Vergleich zum Nährstoffentzug durch die konventionelle Holznutzung ist dies ein beträchtlicher Anteil. Entscheidende Nachteile verursacht die Waldweide durch Trittschäden: Narbenverletzung, vor allem aber Bodenverdichtung und damit Verringerung des Porenvolumens können zu Langzeitschäden führen. Der Oberflächenabfluß nach Starkregen ist auf stark beweideten Flächen um ein vielfaches höher als auf unbeweideten Flächen.

Schutzwaldhaltung

Dieser Zustandsbericht will aber besonders darauf hinweisen, daß auch die Konsequenzen aus den aufgezeigten Belastungen gezogen werden: Vor allem geht es uns darum, geschädigte Waldbestände mit hoher Schutzfunktion so rasch als möglich zu verbessern. Die vom Land Tirol zur Verfügung gestellten Landesmittel "Zur Bekämpfung von Waldschäden" werden nahezu zur Gänze für die Vorbereitung von Schutzwaldverbesserungsprojekten eingesetzt. 1989 wurden um rund 40 Mio. Schilling Schutzwaldverbesserungsmaßnahmen durchgeführt, die Bund und Land mit insgesamt 32 Mio. Schilling gefördert haben. Auf insgesamt 185 Projektflächen wird aufgrund meist 20-jähriger Arbeitsprogramme vor allem die Verjüngung aber auch die Pflege des Waldes gefördert. Auf diese für das Land besonders wichtige Arbeit kann gar nicht ausdrücklich genug hingewiesen

werden, sie zeigt auch deutlich, daß das Land um aktive Umweltverbesserungsstrategien bemüht ist und daß es solche aktive Strategien auch tatsächlich gibt.

Arbeit des Landschaftsdienstes

Wenn der Landschaftsdienst seit Jahren an der Errichtung von Radwanderwegen und überörtlichen Wanderwegen arbeitet, dann ist dies ein Beitrag für eine sanfte Landschaftsnutzung. Zunehmendes Interesse fand im abgelaufenen Jahr die naturnahe Gestaltung von Schulhöfen. So konnten einige Projekte mit Teichen, Trockenbiotopen u.dgl. in enger Zusammenarbeit mit den Schülern verwirklicht werden. Beim Elisabethinum in Axams wird ein Naturpfad für behinderte Kinder errichtet, der diesen Naturerlebnisse ermöglichen soll, die sonst nicht denkbar wären.

Die Anstalt für Landschaftspflege

Die Anstalt für Landschaftspflege will Beiträge für konstruktive Lösungen im Spannungsfeld zwischen einem reichhaltigen, funktionstüchtigen Landschaftshaushalt und einer möglichen wirtschaftlichen Nutzung leisten. Geplante Schottergruben, Steinbrüche werden durch Abbau- und Sanierungskonzepte ergänzt und begleitet, landschaftspflegerische Begleitpläne sollen Verkehrswege oder geplante Schiabfahrten ergänzen. Schließlich ist für die umfangreiche Schutzwaldverbesserungsplanung eine begleitende Biotopkartierung vorgesehen, die verhindern soll, daß wertvolle Lebensräume im Wald beeinträchtigt werden. Insgesamt wurden seit 1986 94 Projekte von der Anstalt für Landschaftspflege bearbeitet.

Lob für Umweltarbeit

Umwelentlastung und Umweltverbesserung können durch Rechtsvorschriften - aber darüber hinaus auch durch freiwillige Maßnahmen erreicht werden. Um jene Betriebe in Tirol auszuzeichnen, die für die Umwelterhaltung mehr tun als es das Gesetz verlangt, wurde 1983 der "Grüne Zweig" vom Tiroler Forstverein geschaffen. 1989 wurde diese Auszeichnung für besonders sorgfältigen Wasserbau des Baubezirksamtes Lienz und für die beispielhafte Biotoppflege des Servitengymnasiums Volders vergeben.

Förderung von Alternativenergien

Die Gründung einer Arbeitsgemeinschaft zur Unterstützung von Alternativenergien in Nordtirol ist ein kleiner aber doch erwähnenswerter Beitrag zur Lösung unserer Energieprobleme. Unser sorgloser Umgang mit der Energie belastet ja durch Verbrennungsvorgänge die Atmosphäre, gleichzeitig verbrauchen wir Vorräte, die nicht unserer Generation allein gehören. Der Nutzung erneuerbarer Energiequellen wie Holz und Sonnenenergie kommt daher besondere Bedeutung zu. Die Arbeitsgemeinschaft besteht aus der Stadtgemeinde Schwaz, der HTL Jenbach und der Landesforstdirektion, 42 Mitglieder einer ersten Selbstbaugruppe bauen sich im Rahmen dieser Arbeitsgemeinschaft eigene Solaranlagen. Neben dem unmittelbaren Beitrag zur Energiebereitstellung, wächst damit sicherlich auch das Verständnis für die begrenzten Energieressourcen unserer Welt.

II. Zustandserfassung

1. Luftschadstoffbelastung in Tirol, aktueller Stand und Entwicklung

Im Jahr 1989 wurde bei den meisten Tiroler Meßstellen kein neuerlicher Rückgang der Schwefeldioxidbelastung registriert. Bei einigen Meßstellen wurde sogar eine vermutlich zum Teil witterungsbedingte Zunahme festgestellt, so z.B. in Innsbruck-Andechsstraße und in Hall. Nur in Kufstein und Lienz ist ein Rückgang der Schwefeldioxidbelastung erkennbar, in Kufstein wohl hauptsächlich infolge vermehrten Erdgaseinsatzes. Die Grenzwerte der 2. Forstverordnung wurden bei der Meßstelle Innsbruck-Andechsstraße im Hochwinter und über das ganze Jahr verteilt in Brixlegg überschritten.

Entsprechend den in Hochgebirgstälern wie z.B. dem Inntal behinderten Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe zeigen die Nadelanalysen weiterhin an den unteren Hanglagen im Einflußbereich von Ballungsräumen oder in der Nähe von Emittenten erhöhte Werte der Schwefelbelastung mit zahlreichen Grenzwertüberschreitungen.

Am Alpennordrand wurden entgegen dem bisherigen Trend im "sauren Regen" im Jahr 1989 erneut stark erhöhte Sulfateinträge festgestellt, während sich in Osttirol der Trend zu geringeren Sulfateinträgen fortgesetzt hat.

Die mittlere Stickstoffmonoxidbelastung war bei allen Meßstellen im Inntal höher als im Vorjahr, während die Belastung mit Stickstoffdioxid im Jahr 1989 bei den Meßstellen im Großraum Innsbruck etwas abgenommen hat, in Wörgl wurde eine gleichbleibende Belastung festgestellt und nur in Kufstein eine leichte Zunahme. Trotzdem muß im gesamten Unterinntal am Talboden und im Bereich der unteren Hanglagen mit vegetationsschädigenden Stickstoffdioxidbelastungen zum Teil weit über den Richtwerten der Österreichischen Akademie der Wissenschaften gerechnet werden. Fallweise werden diese Belastungen sogar bis in den Bereich der oberen Hanglagen des Inntals verfrachtet. Stichprobenmessungen der Stickoxidbelastung mittels Passivsammlern zeigen, daß in den Ortszentren und in unmittelbarer Autobahnnähe die höchsten Stickoxidbelastungen auftreten, jedoch das Inntal bis in den Bereich der Mittelgebirgsterrassen deutlich belastet ist und erst in Orten in den abgelegenen Seitentälern niedrige Stickstoffdioxidwerte festzustellen sind.

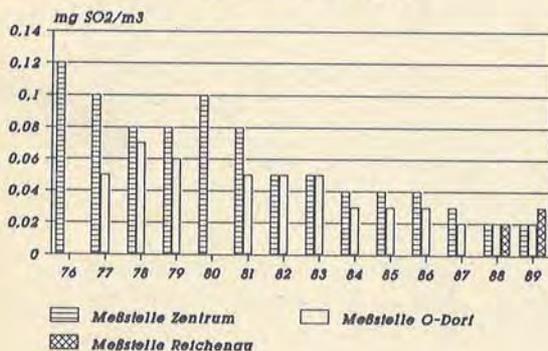
In den Nordalpen hat der Eintrag an Nitrat im "sauren Regen" erneut stark zugenommen, in Osttirol hingegen eher abgenommen.

Die Ozonbelastung hat im Jahr 1989 bei allen Meßstellen infolge des sonnenarmen Sommers nicht die Höchstwerte des Jahres 1988 erreicht. Trotzdem wurden tirolweit Ozonkonzentrationen vom Talboden bis zur Waldgrenze gemessen, welche die Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der empfindlichen Vegetation um bis zum 3-fachen überschreiten. Insbesondere der Bereich der Nordalpen und die oberen Hanglagen des Inntales waren von den besonders hohen Ozonbelastungen betroffen.

Schwefeldioxid (SO₂)

- Für das Jahr 1988 werden die SO₂-Emissionen in Tirol auf rund 5.300 Tonnen pro Jahr geschätzt. Grundlagen hierfür waren einerseits die Werte des Bundeslastverteilers und die Schwefelgehalte als Durchschnittswerte der jeweiligen Heizölsorte, wie sie von der Abteilung Umweltschutz gemessen wurden. Die aus dem Verkehr (Dieselkraftstoff) abgeschätzte SO₂-Emission beträgt rund 310 Tonnen zusätzlich. Somit hat sich bis 1988 der Trend der vergangenen Jahre fortgesetzt. Die SO₂-Emissionen sinken aufgrund des verminderten Schwefelgehaltes in den Heizmaterialien, andererseits sind die Verbrauchszahlen für diese Brennstoffe im steigen begriffen. So sind z.B. für den Verbrauch von Heizöl schwer und Dieselkraftstoff Steigerungsraten von ca. 10 % feststellbar.

SO₂-Jahresmittelwerte
Innsbruck 1976-1989



- Im Jahr 1989 wurde dagegen bei den meisten Tiroler Meßstellen kein neuerlicher Rückgang der Schwefeldioxidimmissionsbelastung registriert. Im Großraum Innsbruck-Hall war wohl z.T. auch witterungsbedingt sogar eine gewisse Zunahme der Schwefeldioxidbelastung festzustellen. Dabei wurden bei der Meßstelle Innsbruck-Andechsstraße im Hochwinter die Grenzwerte der 2.Forstverordnung wiederholt überschritten.

- In Brixlegg ist die Schwefeldioxidbelastung im Jahr 1989 auf ähnlichem Niveau gelegen wie im Vorjahr und lag damit deutlich unter den früheren sehr hohen Belastungen. Trotzdem wurden in Brixlegg über das ganze Jahr verteilt immer wieder Grenzwertüberschreitungen gemäß 2.Forstverordnung festgestellt und zwar insbesondere auch in den Frühjahrs- und Sommermonaten.
- Bei den Meßstellen in Kufstein war hingegen ein deutlicher Rückgang der Schwefeldioxidbelastung erkennbar. Dies dürfte wohl mit dem Einsatz von Erdgas im Raum Kufstein zusammenhängen.
- Auch in Lienz ist die Schwefeldioxidbelastung im Jahr 1989 gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen.
- Die meteorologische Zentralanstalt hat für einen bestehenden und für einen geplanten Emittenten im Unterinntal Ausbreitungsrechnungen für Schwefeldioxidbelastungen durch diese Emittenten durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß der emittentennah gelegene Inntalboden von geringeren Schadstoffkonzentrationen betroffen ist als die von den Emissionen bei entsprechenden Zuwehungsverhältnissen betroffenen Hanglagen. Überall dort im Bereich der Hanglagen, wo von der Zentralanstalt die erhöhten Schwefeldioxidimmissionsbelastungen errechnet wurden, sind auch tatsächlich in den Nadelanalysen Grenzwertüberschreitungen für Schwefel festgestellt worden. Diese Ausbreitungsrechnung belegt neuerlich, daß Hochgebirgstäler infolge der behinderten Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe auf diese wesentlich empfindlicher reagieren als wenig gegliederte ebene Gebiete. Diese von der Zentralanstalt durchgeführte Ausbreitungsrechnung macht neuerlich verständlich, daß immer noch im Einflußbereich der Ballungsräume und in der Nähe von Emittenten vermehrte Grenzwertüberschreitungen bei den Nadelanalysen festzustellen sind.
- Das sind insbesondere: Der Raum Brixlegg, der Raum Wattens-Fritzens-Volders, der Raum Kundl-Wörgl-Kirchbichl, der Raum Schwaz-Jenbach, der Raum Langkampfen-Kufstein, der Großraum Innsbruck-Hall, der Raum St.Johann-Oberndorf, der Raum der Imster Industriezone sowie Reutte.

- Bei den Meßstellen für den "sauren Regen" am Alpennordrand wurden 1989 entgegen dem bisherigen Trend erneut stark erhöhte Sulfateinträge festgestellt. Auch die Nitratreinträge sind erneut weiter angestiegen. Bei der Meßstelle in Reutte wurden im vergangenen Jahr die höchsten Einträge seit Meßbeginn festgestellt, und in Kufstein wurden insgesamt die höchsten Schadstoffdepositionen gemessen.

Dieser erhöhte Schadstoffimport am Alpennordrand ist nicht nur auf die im vergangenen Jahr hohe Niederschlagsmenge sondern auch auf neuerlich deutlich erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Regen zurückzuführen. Die Meßstelle in Osttirol dagegen zeigt sowohl beim Nitrat als auch beim Sulfat eher geringere Werte wie im Vorjahr.

Nasse Deposition					
Eintrag im Zeitraum 01.10.1983 bis 30.09.1989					
Station Jahr	Niederschlag (mm)	H ⁺ (g/m ²)	NH ₄ ⁺ /N (g/m ²)	NO ₃ ⁻ /N (g/m ²)	SO ₄ ²⁻ /S (g/m ²)
Reutte					
1983/84	1117	0,032	0,48	0,39	0,74
1984/85	1348	0,026	0,58	0,40	0,66
1985/86	1366	0,036	0,46	0,40	0,67
1986/87	1424	0,033	0,51	0,40	0,54
1987/88	1447	0,024	0,50	0,49	0,64
1988/89	1467	0,018	0,69	0,58	0,98
Kufstein					
1983/84	1292	0,060	1,04	0,72	1,30
1984/85	1185	0,045	0,71	0,59	0,83
1985/86	971	0,037	0,62	0,44	0,71
1986/87	1239	0,051	0,72	0,59	0,83
1987/88	1337	0,042	0,66	0,65	0,86
1988/89	1337	0,053	0,77	0,72	1,05
Innervillgraten					
1984/85	740	0,017	0,35	0,27	0,58
1985/86	901	0,022	0,38	0,23	0,61
1986/87	792	0,015	0,34	0,18	0,44
1987/88	863	0,014	0,35	0,19	0,41
1988/89	779	0,010	0,27	0,16	0,37

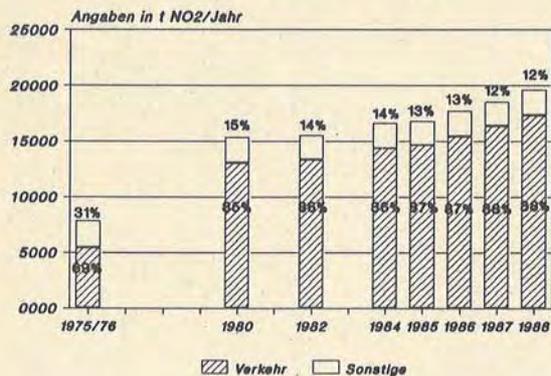
Mengewichtete Mittelwerte der Niederschlagsinhaltsstoffe					
Konzentrationsmittelwerte im Zeitraum 01.10.1983 bis 30.09.1989					
Station Jahr	pH	H ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ /N (mg/l)	NO ₃ ⁻ /N (mg/l)	SO ₄ ²⁻ /S (mg/l)
Reutte					
1983/84	4,5	0,029	0,43	0,35	0,66
1984/85	4,7	0,019	0,43	0,30	0,49
1985/86	4,6	0,026	0,33	0,30	0,49
1986/87	4,6	0,024	0,36	0,28	0,38
1987/88	4,8	0,017	0,35	0,34	0,44
1988/89	4,9	0,012	0,47	0,39	0,67
Kufstein					
1983/84	4,3	0,046	0,81	0,56	1,01
1984/85	4,4	0,038	0,60	0,50	0,70
1985/86	4,4	0,038	0,64	0,46	0,73
1986/87	4,4	0,041	0,58	0,48	0,67
1987/88	4,5	0,032	0,50	0,49	0,64
1988/89	4,4	0,040	0,58	0,54	0,78
Innervillgraten					
1984/85	4,7	0,022	0,47	0,37	0,78
1985/86	4,6	0,024	0,43	0,26	0,68
1986/87	4,7	0,019	0,43	0,23	0,55
1987/88	4,8	0,016	0,40	0,22	0,47
1988/89	4,9	0,013	0,35	0,20	0,47

Stickoxide

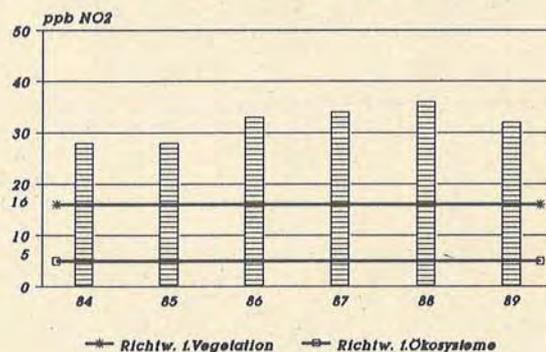
- Die Stickoxidemissionen stammen in Tirol wegen des hohen Verkehrsaufkommens zu

88 %, also zu einem sehr hohen Prozentsatz vom KFZ-Verkehr. Nur 12 % werden vom Hausbrand und der Industrie emittiert, da in Tirol nur wenige Großemittenten und kaum kalorische Kraftwerke für besonders hohe Stickoxidemissionen verantwortlich sind.

NO_x-Emissionen in Tirol



NO₂-Jahresmittelwerte
Hall I.T.-Münzergasse 1984-1989



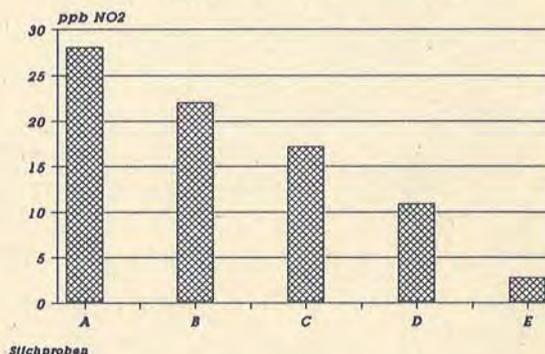
- Allein seit dem Jahr 1980 haben die vom Straßenverkehr verursachten Stickoxidemissionen bis 1988 um 33 % zugenommen. Dieser Steigerung der Stickoxidemissionen stehen bis 1988 auch Steigerungen der **Stickstoffdioxidimmissionskonzentrationen** z.B. bei der autobahn-nahen Meßstelle Hall i.T. gegenüber. Im Jahr 1989 ist die Stickstoffdioxidbelastung bei den Meßstellen im Raum Innsbruck-Hall wohl auch witterungsbedingt leicht zurückgegangen, gleichzeitig hat hier jedoch die Stickstoffmonoxidbelastung deutlich zugenommen. In Wörgl ist die **Stickstoffdioxidbelastung** gleich geblieben, in Kufstein hat sie etwas zugenommen, während bei beiden Meßstellen auch die Stickstoffmonoxidbelastung etwas zugenommen hat. Bei allen Meßstellen im *Raum Innsbruck und im Unterinntal* wurden die **NO₂-Richtwerte für den Jahresmittelwert**, welche die Österreichische Akademie der Wissenschaften zum *Schutz der empfindlichen Vegetation* festgelegt hat, **überschritten**, bei den Meßstellen im *Großraum Innsbruck-Hall* sogar **um das Doppelte**. Die noch strengeren Zielvorstellungen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum *Schutz der empfindlichen Ökosysteme* wurden von den talnahen Meßstellen im *Inntal* um das **4- bis 7-fache** überschritten.

- Wie stark die Hanglagen von **Luftschadstofftransporten** aus dem Talbereich betroffen sein können, zeigt der NO₂-Tagesgang vom 6.2.1989 auf Seite 64. Durch diese Schadstofftransporte mit der Thermik aus dem Talboden sind die unteren und mitunter auch die oberen Hanglagen von erheblichen Schadstoffkonzentrationen betroffen, sodaß fallweise auch dort Grenzwerte überschritten werden können. Im Jahr 1989 wurden die NO₂-Richtwerte zum Schutz der empfindlichen Ökosysteme auf der Seegrube nur knapp eingehalten (im Jahr 1988 sind sie ebenso knapp überschritten worden).

- Ganzjährig wurden in den *Stadtzentren* und *autobahn-nahen Meßstellen* **Stickstoffdioxidkonzentrationen** gemessen, die zu einem **erhöhten Photooxidantienbildungspotential** führen.

- Eine Stichprobenerhebung mit **Passivsammlern** hat gezeigt, daß die höchsten **Stickstoffdioxidbelastungen** jeweils in den stark befahrenen Ortszentren auftreten, gefolgt von Freilandmeßstellen in Autobahnnähe von weniger als 100 m Abstand zur Autobahn, in 100 bis 500 m Abstand neben der Autobahn nimmt die Belastung allmählich ab, ist aber in 800 bis 1400 m seitlicher Distanz zur Autobahn im Bereich des Hangfußes und der Mittelgebirgsterassen immer noch deutlich erhöht und erst im Bereich der Ortszentren der Hochgebirgsorte in den abgelegenen Seitentälern (Alpbach und Brandenberg) werden niedrige Stickstoffdioxidbelastungen gemessen.

Passivsammler 1989
Stickstoffdioxid-Belastung
im Inntal und in Seitentälern



- A - drei Meßstellen in besonders verkehrsbelasteten Ortszentren am Inntalboden
- B - vier Meßstellen 30 - 100 m neben Autobahn am Inntalboden
- C - acht Meßstellen 100 - 500 m neben Autobahn am Inntalboden
- D - vier Meßstellen 800 - 1400 m von Autobahn entfernt am Hangfuß oder auf Mittelgebirgsterasse des Inntals
- E - zwei Meßstellen auf 1000 m Seehöhe in abgelegenen Seitentälern in den Orten Brandenberg und Alpbach

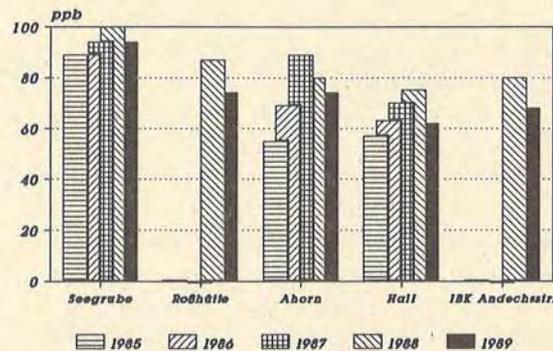
Ozon - Photooxidantien

Wie schon bei den Stickoxiden erwähnt, werden in Tirol ganzjährig in Autobahnnähe und in den Stadtzentren **Stickoxidkonzentrationen** gemessen, die mit den gleichzeitig vorhandenen Kohlenwasserstoffen bei geeigneten Umwandlungsbedingungen zur *Ausbildung von hohen Ozonkonzentrationen von 100 ppb und mehr führen.*

- Da zur Umwandlung von den Vorläufersubstanzen in Ozon auch die Einwirkung von **Sonnenlicht** unbedingt notwendig ist, ist vor allem das Sommerhalbjahr von erhöhten Ozonkonzentrationen betroffen. Da jedoch der Sommer 1989 in Tirol sehr niederschlagsreich und eher sonnenarm war, wurden im vergangenen Sommer 1989 niedrigere Ozonkonzentrationen gemessen, als im Vorjahr.

Trotzdem wurden die von der *Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der*

Ozon im Sommerhalbjahr
Häufige Spitzenbelastung (95%-Werte)



empfindlichen Vegetation vorgeschlagenen Grenzwerte zum Teil ganz erheblich überschritten und zwar bis zum 3-fachen und mehr, sowohl bei den Meßstellen am Talboden des Innals als auch bei den Hochgebirgsmessstellen, besonders im Bereich der nördlichen Kalkalpen.

Alle anderen gemessenen Belastungen werden im Kapitel 6-(Bezirksergebnisse) besprochen, da sie vorwiegend von lokaler Bedeutung sind.

2. Die Waldzustandsinventur 1989 Trendentwicklung seit 1984

Im Jahre 1989 sind 37 % des über 60 Jahre alten Waldbestandes geschädigt. 27 % der Bestände weisen leichte, 8 % mittlere und 2,1 % starke Kronenverlichtungen auf. Leichte Schäden haben geringfügig abgenommen, während stark geschädigte Bestände sich weiter ausgebreitet haben. Im Schutzwald ist zwar insgesamt seit 1988 keine Schadenszunahme festzustellen, das Ausmaß der stark geschädigten Schadensklasse hat sich jedoch etwas vergrößert.

Waldschadensentwicklung in Tirol
1984 - 1989

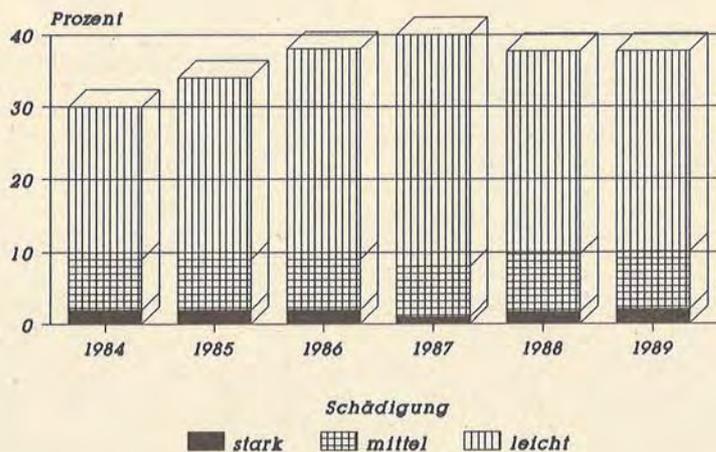


Abb.2.1:

Seit 1984 werden jährlich etwa 10.000 dauerhaft markierte Probestämme auf ihren Gesundheitszustand untersucht und einer der fünf Verlichtungsstufen zugeordnet (siehe Tab.2.1).

Die Auswertung dieser Stichprobeninventur (259 in einem 4x4 km-Raster ausgewählte Beobachtungsflächen mit durchschnittlich 40 Probestämmen) gibt Einblick in die Entwicklung der Waldschäden und weist auf regionale Unterschiede hin.

Ausmaß der Schäden, Trendentwicklung

Im Jahre 1989 sind in Tirol rund 133.000 ha Hochwaldfläche mit einem Alter von über 60 Jahren geschädigt (37 % des Waldbestandes). 27 % weisen leichte, 8 % mittlere Kronenverlichtungen auf. 2,1 % sind stark geschädigt oder bereits abgestorben (Tab.2.2, Abb.2.1).

Seit 1984 hat das Ausmaß der Schäden um 7 %-Punkte zugenommen. **Leicht geschädigte Waldbestände** haben sich bis zum Jahre 1987 ständig ausgebreitet (von 21 % auf 32 % Anteil an der Bestandesgrundfläche), 1988 und 1989 ist ihr Anteil gesunken (28 % bzw. 27 %). Während **mittelstarke Waldschäden** von 1984 bis 1987 mit 7 % konstant geblieben sind, hat ihr Anteil im Jahr 1988 und 1989 auf 8 % zugenommen.

Die Entwicklung **starker Schäden** zeigte 1984 bis 1986 keine Veränderung (2 % Anteil); 1987 sank der Anteil stark geschädigter Wälder auf 1 %, um 1988 auf 1,7 % zuzunehmen. Im Jahre 1989 erreichte das Ausmaß starker Waldschäden seinen bisher höchsten Wert: 2,1 % Anteil an der Waldfläche Tirols.

Der Trend der Zunahme geschädigter Waldbestände von jährlich 4 %-Punkten zwischen 1984 und 1986 hat sich 1987 nicht fortgesetzt (2 %-Punkte). Das Jahr 1988 hat eine Trendumkehr eingeleitet (Abnahme um 3 %-Punkte), die 1989 mit 37 % konstant geblieben ist.

Tab.2.1: Verlichtungsstufen der Waldzustandsinventur	
Verlichtungsstufe 1	
keine Verlichtung, gesund, nicht geschädigt	Nadel-/Blattverlust 0 - 10 %
Verlichtungsstufe 2	
leichte Verlichtung, kränkelnd, leicht geschädigt	Nadel-/Blattverlust 11 - 25 %
Verlichtungsstufe 3	
mittlere Verlichtung, krank, mittelstark geschädigt	Nadel-/Blattverlust 26 - 60 %
Verlichtungsstufe 4	
starke Verlichtung, absterbend, stark geschädigt	Nadel-/Blattverlust 61 - 99 %
Verlichtungsstufe 5	
abgestorben	Nadel-/Blattverlust 100 %

Entwicklung der Schäden bei den Hauptbaumarten 1984-89

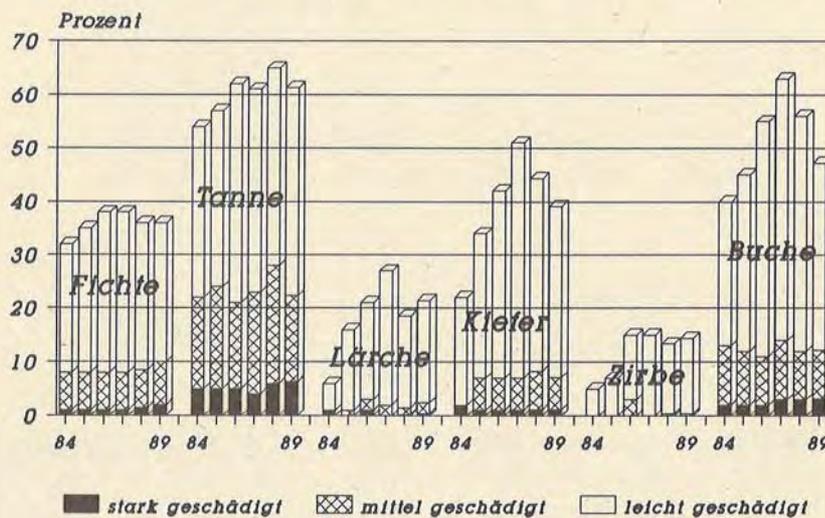


Abb.2.2:

Obwohl die überaus waldfreundliche Witterung wie bereits im Vorjahr eine Besserung des Gesundheitszustandes in den Tiroler Wäldern hat erwarten lassen, ist diese nicht eingetreten. Leichtgeschädigte Bestände haben zwar davon profitiert und sich geringfügig erholt

(1 %-Punkt), Wälder mittlerer Schädigung haben dagegen nicht positiv reagiert. Bei den stark geschädigten Wäldern hat auch der günstige Witterungseinfluß eine weitere Verschlechterung nicht verhindern können.

Beurteilung der einzelnen Baumarten

Von allen Baumarten sind die ökologisch wertvollen Mischbaumarten **Tanne** und **Buche** am meisten bedroht. Gegenüber 1988 ist zwar bei beiden eine Verbesserung eingetreten, trotzdem

sind fast zwei Drittel der Tiroler Tannen und knapp die Hälfte der Buchen nicht mehr gesund. Bei **Fichte**, **Lärche** und **Zirbe** hat sich keine wesentliche Änderung des Vitalitätszustandes gezeigt. Die **Kiefer** hat sich gegenüber 1988 deutlich erholt (Tab.2.2, Abb.2.2).

Tab.2.2: Gesundheitszustand der einzelnen Baumarten in Beständen über 60 Jahre (in % der Bestandesgrundfläche) in Tirol

Baumart	Jahr	Schadstufen (%-Anteil)				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelstark 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
	1988	64	27	7	1,5	36
	1989	64	26	8	2	36
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
	1988	35	37	22	6	65
	1989	39	39	16	6,3	61
Lärche	1984	94	5	-	1	6
	1985	84	15	1	-	16
	1986	79	18	2	1	21
	1987	73	25	2	-	27
	1988	81	17	1,3	0,2	19
	1989	79	19	2	0,4	21
Kiefer	1984	78	20	-	2	22
	1985	66	27	6	1	34
	1986	58	35	6	1	42
	1987	49	44	6	1	51
	1988	56	36	7,2	1,1	44
	1989	61	32	6	1,1	39
Zirbe	1984	95	5	-	-	5
	1985	93	7	-	-	7
	1986	85	12	3	-	15
	1987	85	15	-	-	15
	1988	87	13	0,4	-	13
	1989	86	14	0,4	-	14
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
	1988	44	44	9	3	56
	1989	53	35	9	3,2	47
alle Baumarten	1984	70	21	7	2	30
	1985	66	25	7	2	34
	1986	62	29	7	2	38
	1987	60	32	7	1	40
	1988	63	28	8	1,7	37
	1989	63	27	8	2,1	37

Baumartenverteilung WZI: 65% Fichte, 8% Tanne, 11% Lärche, 6% Kiefer
3% Zirbe, 6% Buche, 1% sonstige Laubbölder

Der Waldzustand in den Bezirken

Der Gesundheitszustand der Tiroler Wälder ist regional sehr unterschiedlich zu beurteilen. Gerade im am stärksten von den Waldschäden betroffenen Bezirk **Reutte** haben die Kronverlichtungen am raschesten zugenommen (seit 1984 um 19 %-Punkte!). Die Zunahme ist vor allem bei leichten und mittleren Schäden festzustellen (Tab.2.3, Abb.2.3).

In **Landeck** haben seit 1984 vor allem leichte Schäden rasch zugenommen (17 %-Punkte); vor wenigen Jahren als gesund eingestufte Bäume sind inzwischen verlichtet. Der Gesamtzustand des Waldes in Landeck hat sich im selben Zeitraum um 18 %-Punkte verschlechtert, das entspricht einer Zunahme der Schadensfläche um das 2,6-fache.

In **Lienz** hat das Ausmaß der Waldschäden ebenfalls rasch zugenommen, seit 1984 um 11 %-Punkte auf 28 % der Gesamtwaldfläche.

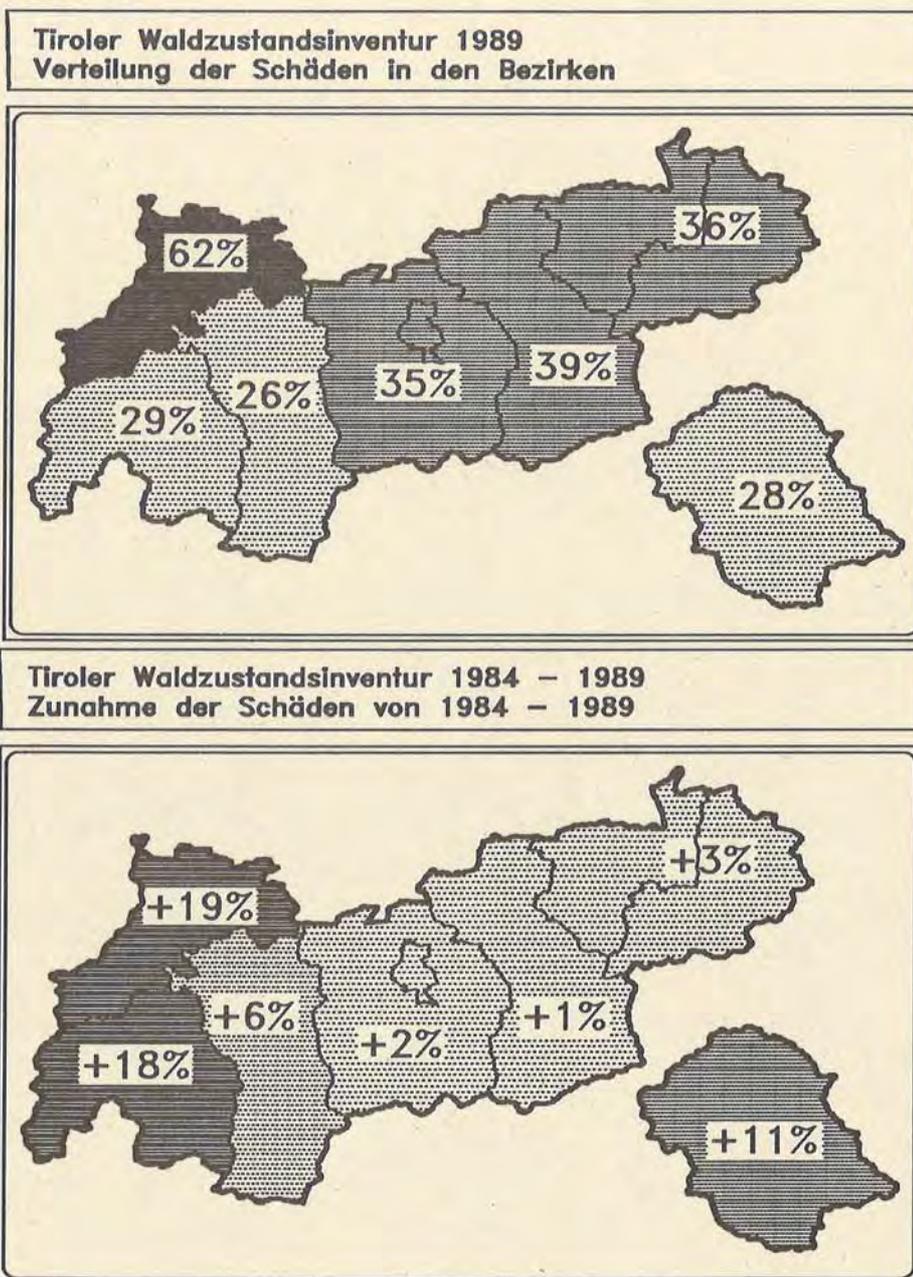


Abb.2.3:

Der Bezirk **Imst** weist 1989 um 6 %-Punkte mehr Schadensfläche auf als 1984. Vor allem leichte Kronenverlichtungen haben ihren Anteil vergrößert.

In den Bezirken **Innsbruck/Stadt** und **Innsbruck/Land** hat sich das Schadensbild im Vergleich zu 1984 kaum verändert, im Vergleich zu 1986 und 1987 hat sich der Zustand deutlich verbessert.

Die Bezirke **Kufstein-Kitzbüchel** zeigen seit 1984 eine Zunahme leichter Kronenverlichtungen,

mittlere und starke Schäden haben geringfügig abgenommen. Im Vergleich zum Vorjahr sind zwar Waldschäden leichter und mittlerer Ausprägung zurückgegangen, in ihrer Vitalität stark beeinträchtigte Wälder haben aber ihren Anteil vergrößert.

Der Schadensverlauf im Bezirk **Schwaz** zeigt seit 1984 insgesamt keine ausgeprägte Veränderung. Lediglich starke Schäden haben 1989 deutlich zugenommen.

Tab.2.3: Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre in den Bezirken (in % der Bestandesgrundfläche) in Tirol.

Bezirk	Jahr	Schadstufen (%-Anteil)				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelstark 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
	1988	42	39	16	3	58
	1989	38	38	21	3,5	62
Landeck	1984	89	7	4	1	11
	1985	77	18	4	1	23
	1986	77	20	3	-	23
	1987	75	22	2	-	25
	1988	78	20	2	1	22
	1989	71	24	3	1,2	29
Imst	1984	80	13	5	1	20
	1985	75	22	2	1	25
	1986	73	23	3	1	27
	1987	67	29	4	-	33
	1988	73	23	3	0,4	27
	1989	74	22	3	0,7	26
Innsbruck Stadt und 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
	1988	63	30	7	0,3	37
	1989	65	27	7	0,7	35
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
	1988	59	32	7	2	41
	1989	61	29	7	3	39
Kufstein und Kitzbüchel	1984	67	24	7	2	33
	1985	61	30	8	1	39
	1986	55	37	7	1	45
	1987	54	38	7	1	46
	1988	61	31	7	1	39
	1989	64	28	6,5	1,6	36
Lienz	1984	83	15	2	-	17
	1985	78	18	3	1	22
	1986	76	19	4	1	24
	1987	72	23	4	1	28
	1988	72	23	5	0,5	28
	1989	72	21	6	1	28
Tirol gesamt	1984	70	21	7	2	30
	1985	66	25	7	2	34
	1986	62	29	7	2	38
	1987	60	32	7	1	40
	1988	63	28	8	1,7	37
	1989	63	27	8	2,1	37

Gesundheitszustand des Schutzwaldes

Naturnahe und stabile Schutzwälder sind im Tiroler Gebirgsland lebensnotwendige ökologische Grundlagen für uns alle. Sie zu schützen und zu pflegen muß uns daher ein besonderes Anliegen sein.

Über 4.000 Probestämme der Waldzustandsinventuren 1984 bis 1989 stehen im Schutzwald und werden zur Beurteilung seines Gesundheitszustandes herangezogen. Seit 1984 haben mittlere

und leichte Waldschäden zugenommen. Die Waldzustandsinventur 1989 weist 42 % des Tiroler Schutzwaldes als krank aus. 30 % sind leicht geschädigt, 9,5 % mittelstark und 2,3 % absterbend bzw. tot.

Regional betrachtet sind die **nordalpinen Schutzwälder** am meisten bedroht (siehe Abb.2.4.): 58 % dieser Wälder sind in ihrer Vitalität beeinträchtigt, 1984 waren es 45 %. Beson-

Waldschäden im
Tiroler Schutzwald 1984-89

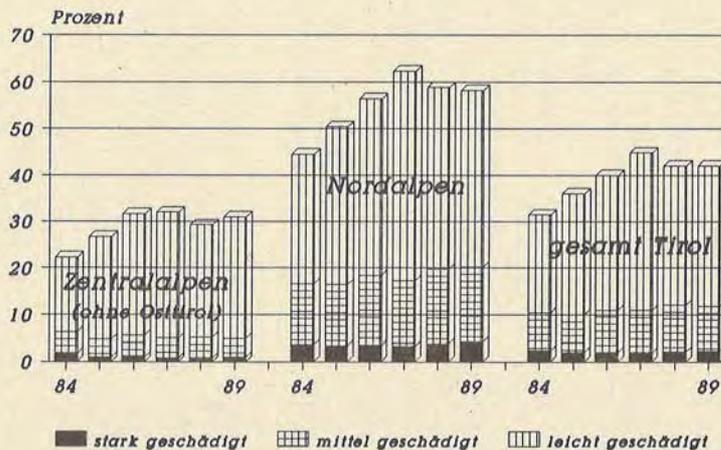


Abb.2.4:

Entwicklung der Waldschäden im
Wirtschaftswald und Schutzwald 1984-89

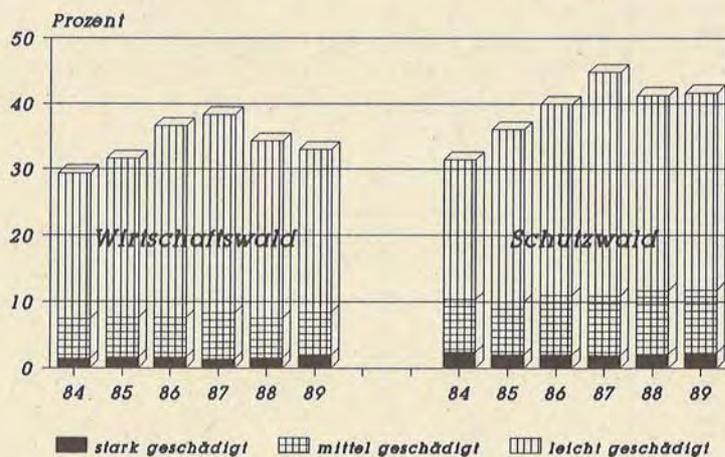


Abb.2.5:

Verteilung der Schäden nach Baumarten im
Wirtschaftswald (WW) und Schutzwald (SW)
1989

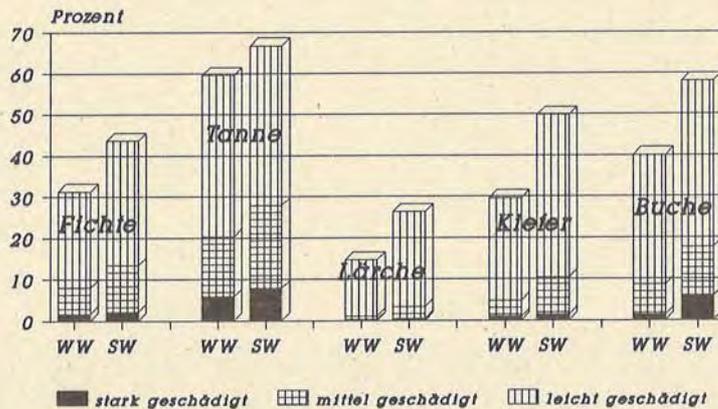


Abb.2.6:

ders der Anteil mittelstark und stark verlichteter Bestände liegt weit über dem Landesdurchschnitt.

Die Schutzwälder der Zentralalpen (ohne Osttirol) sind im Vergleich zu den Nordalpen von der Schädigung weniger betroffen. 31 % der Bestandesflächen weisen Verlichtungen auf, das entspricht einer Zunahme der Schadensfläche seit 1984 um 9 %-Punkte. Im Vergleich zum Vorjahr haben mittlere Schäden etwas abgenommen, leichte und starke Schäden haben jedoch ihren Anteil vergrößert.

Trotz der für das Ökosystem Wald überaus günstigen Witterung ist das Ausmaß der Schäden im Schutzwald nicht zurückgegangen. Im Gegenteil, starke Schäden haben weiter zugenommen, insbesondere in den ohnehin am meisten bedrohten nordalpinen Schutzwäldern.

Der Vergleich zwischen Wirtschaftswald und Schutzwald ergibt folgendes Bild (siehe Abb.2.5): 33 % der Wirtschaftswaldfläche weisen Verlichtungen auf, im Schutzwald sind es 42 %. Seit 1984 haben die Schäden im Wirtschaftswald um 3 %-Punkte zugenommen, im Schutzwald schreitet der Vitalitätsverlust mit 11 %-Punkten wesentlich rascher voran.

Die ökologisch wertvollen Mischbaumarten Tanne und Buche sind vor allem im Schutzwald am stärksten geschädigt (67 % bzw. 58 % siehe Abb.2.6). Der Unterschied zwischen Schutzwald und Wirtschaftswald in Bezug auf die Kronenverlichtung wird bei Kiefer und Buche besonders deutlich. Im Wirtschaftswald sind 30 % der Kiefern nicht mehr gesund, im Schutzwald 50 %. 40 % der Buchen im Wirtschaftswald sind in ihrer Vitalität beeinträchtigt, im Schutzwald sind es 58 %.

3. Zustand der Tiroler Waldböden Maßnahmenkatalog

Seit dem Jahre 1986 wird an der Landesforstdirektion nach einem Beschluß der Tiroler Landesregierung an der systematischen Untersuchung der Tiroler Waldböden gearbeitet. Die ersten Ergebnisse konnten im Sommer 1989 im 'Bericht über den Zustand der Tiroler Böden 1988' veröffentlicht werden. Die zum Teil alarmierenden Belastungen unserer Böden machten ein umfassendes Bodenschutzkonzept notwendig, das sich auf alle Faktoren der Bodenbelastung vom Schadstoffeintrag aus der Atmosphäre bis zu bewirtschaftungsbedingten Bodenschäden erstreckt (Amt der Tiroler Landesregierung, 1990). Dieses Bodenschutzkonzept soll der langfristigen Erhaltung und wenn möglich Verbesserung aller wesentlichen Bodenfunktionen dienen. Als wesentlich werden dabei nicht nur die Produktionsfunktion des Bodens zur Erzeugung land- und forstwirtschaftlicher Produkte, sondern auch die ökologischen Regenerations-, Schutz- und Ausgleichsfunktionen erachtet. Im Einzelfall kann auch Bodenschutz zum Zwecke des Landschafts- oder Naturschutzes Vorrang haben.

In der Folge sollen die wesentlichsten Merkmale des Waldbodenzustandes und die Möglichkeit spezifisch forstlicher Maßnahmen zu seiner Verbesserung kurz dargestellt werden.

3.1. Waldbodenversauerung

Die fortschreitende Versauerung von nicht karbonathaltigen Waldböden ist ein in ganz Mittel- und Nordeuropa wiederholt nachgewiesener Prozeß.

Auch die pH-Wertverteilungen der Tiroler Waldböden als Maß für deren Versauerung zeigen diese oberflächennahe Versauerung recht deutlich. Mehr als 40% der Oberböden, aber nur ca. 10% der Unterböden liegen bereits im Fe- und Al-Pufferbereich wo Säureschäden an Pflanzenwurzeln unter ungünstigen Bedingungen bereits möglich sind (Abb.3.1.).

Nimmt man die Basensättigung oder das Ca/Al-Verhältnis als Maß für die Gefährdung der Vege-

tation durch Säuretoxizität, erscheinen 10-20% der Tiroler Waldböden als gefährdet.

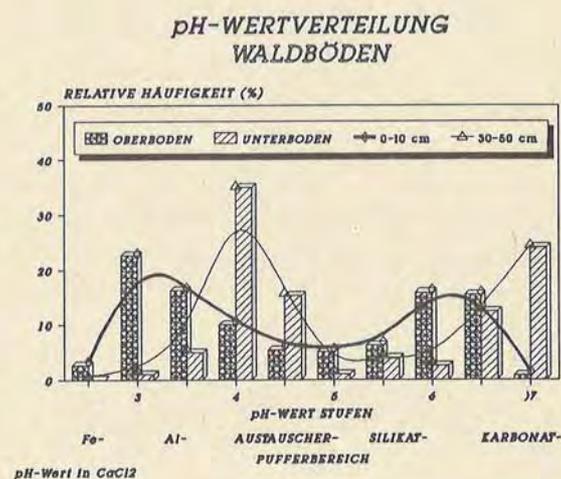


Abb.3.1: pH-Wertverteilung der Tiroler Waldböden

Als Ursachen sind mehrere Faktoren zu nennen (siehe Abb.3.2):

- **Säureeintrag aus der Atmosphäre** (H_2SO_4 , HNO_3): Diese Säuren werden aus den primären Luftschadstoffen NO_x und SO_2 durch Oxidation gebildet.
- **Eintrag von Ammonium:** NH_4^+ stammt in erster Linie aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung und wird im Boden zum Teil nitrifiziert und in Pflanzen zu Amminosäuren assimiliert, beides Prozesse die mit einer äquivalenten Protonenproduktion und damit Versauerung verbunden sind.
- **Biomasseentzug:** Jeder Biomasseentzug führt auf Grund des Basenausstrages zu einer entsprechenden Bodenversauerung. Je größer der Anteil an Nadeln, Blättern und Feinreisig ist, desto größer ist die versauernde Wirkung der Entnahme.

URSACHEN DER SÄUREBELASTUNG

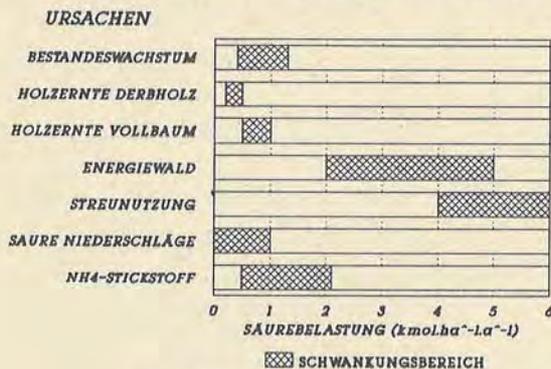


Abb.3.2: Ursachen der Säurebelastung in Waldböden

- **Bodengenetische Faktoren:** Bodenversauerung ist in der hochmontanen und subalpinen Stufe ein natürlicher Prozeß, der in mehreren Phasen abläuft (Verbraunung, Podsolierung). Der überwiegende Teil der als stark versauert klassifizierten Waldböden Tirols dürfte daher durch die natürliche Bodenentwicklung in den Fe- und Al-Pufferbereich gelangt sein. Da die Bodenentwicklung nur sehr langsam vor sich geht (> 100 Jahre), hat die Vegetation dieser Standorte auch Zeit sich an diese extremen Verhältnisse anzupassen und erleidet im we-

sentlichen daher auch keine Schäden durch Säuretoxizität.

Die Daten der Waldzustandsinventur, die von den gleichen Probestellen stammen, bestätigen diese Annahme. Stark versauerte Podsole weisen demnach deutlich gesündere Bestände auf als nährstoffreichere Braunerden (siehe Abb.3.5.). Diese 'besseren' Böden werden von der Bodenversauerung stärker getroffen, da sich ihre bodenchemischen Eigenschaften durch Versauerungsschübe rascher ändern als die ohnehin seit jeher extrem versauerten Podsolböden.

3.1.1. Forstliche Maßnahmen

Ogleich es nicht möglich erscheint die fortschreitende Bodenversauerung auf Grund von Schadstoffeinträgen durch forstliche Maßnahmen allein zu kompensieren, verbleibt der Forstwirtschaft doch ein gewisser Spielraum um den Eintritt von Schädigungen hinauszuziehen, die Erholung geschädigter Bestände zu unterstützen und zur Rückführung der Bodenversauerung durch Meliorationen:

- **Einbringung und Förderung von Laubholz,** sofern standörtlich möglich. Laubholzreiche Bestände neigen durch ihre leichter zersetzbare Streu weniger zur Anhäufung von Auflagehumusdecken und der damit verbundenen ökosysteminternen Säureproduktion und weisen vor allem im winterkahlen Zustand geringere Säureinträge als nadelholzreiche Bestände auf.
- **Biomasseentzüge minimieren:** Der Export von nährstoffreicher Biomasse (Nadelmasse, Reisig, evtl. Rinde) ist auf das Mindestmaß zu beschränken. Der damit verbundene Basenexport führt zu ökosysteminterner Säureproduktion. Mit der im Tiroler Bauernwald üblichen Derbholznutzung ist auf den meisten Böden keine wesentliche Bodenversauerung verbunden, auf besonders sensiblen Böden wäre allerdings eine Entrindung am Schlag aus der Sicht des Bodenschutzes wünschenswert.
- Der Basenexport ist bei Vornutzungen besonders hoch. Das Ast- und Nadelmaterial sollte daher auf jedem Fall im Bestand liegenbleiben.

- **Keine allzu vorratsreichen Bestände:** Da durch den wachsenden Bestand ebenfalls große Basenvorräte gebunden werden, ist eine Reduktion der Zuwachsträger auf das waldbaulich und ertragskundlich vertretbare Maß durch weite Bestandsbegründung und starke Durchforstung anzustreben. Dabei ist aber eine allzu rasche Auflichtung zu vermeiden, da diese über Stickstoffvorratsabbau verbunden mit Nitratauswaschung auch zu Versauerungsschüben im Boden führen kann.
- **Vermeidung von Kahlschlägen:** Vor allem auf besseren Standorten (Humusform Mull - mullartiger Moder) ist die Gefahr der Bodenversauerung auf Grund von Stickstoffvorratsabbau gegeben. Anzeichen hierfür sind reichliches Auftreten von Stickstoffzeigern in der Schlagvegetation (Epilobium angustifolium, Sambucus racemosa, Sambucus nigra, Urtica dioica, Senecio fuchsii etc.).
- **Bodenkalkung:** Die Einbringung von Kalk zur Neutralisation des Säureeintrages im Boden erscheint im Prinzip möglich und auch sinnvoll, sollte aber nur nach einem standortsspezifischen, bodenchemischen Befund durchgeführt werden. Von Natur aus saure Gebirgswaldböden dürfen auf keinen Fall gekalkt werden, da mit zahlreichen negativen ökologischen Folgewirkungen gerechnet werden muß. Bodenschutz- und Kompensationskalkungen sind auf Grund der hohen Kosten nicht aus den Erträgen der Waldbewirtschaftung finanzierbar und müssen daher von der öffentlichen Hand gefördert werden (BRD: 80% Förderungsanteil).
- **Düngung:** Bodenversauerung kann auch Ernährungsstörungen von Waldbäumen durch Wurzelschäden und einseitiges Nährstoffangebot auf Grund der Basenauswaschung bewirken. Eine Behebung dieser Ernährungsstörungen durch Düngung erscheint prinzipiell möglich, sollte aber ebenfalls nur nach Vorliegen eines boden- und nadelanalytisch eindeutig nachgewiesenen Nährstoffmangels durchgeführt werden. Ansonsten besteht die Gefahr, daß durch die mit der Düngung ausgelöste Wachstumsförderung andere, nicht ausreichend zugeführte Nährstoffe, in den Mangelbereich geraten. Auch Gefährdungen der Bestandessicherheit sind durch nicht fachgerechte Düngungen möglich. Wegen der gerin-

gen Nährstoffspeicherfähigkeit versauerter Böden ist der Erfolg von Düngungsmaßnahmen aber oft nur von kurzer Dauer.

3.2. Schwermetalle

3.2.1. Blei

Der Bleigehalt der Tiroler Waldböden liegt mit durchschnittlich 85,2 ppm im Oberboden bereits knapp unter dem Bodengrenzwert von 100 ppm. Die räumlichen Unterschiede sind allerdings beträchtlich (siehe Abb.3.3.). Während in Osttirol im Schnitt lediglich ein Drittel des Grenzwertes ausgeschöpft werden, wird dieser in Waldböden des Inntalraumes im Mittel bereits um das 2,5-fache überschritten.

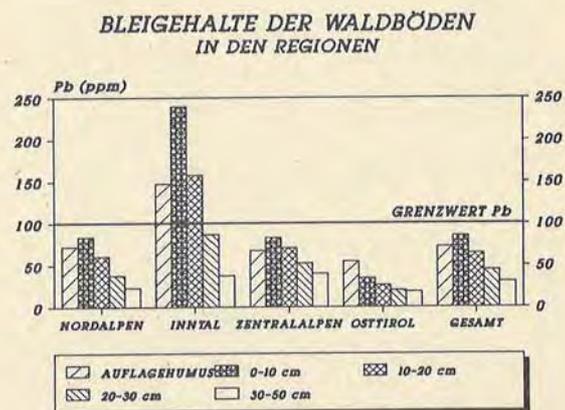


Abb.3.3: Bleigehalte der Waldböden in den Regionen

Ursachen für diese auch im Vergleich zu unseren Nachbarländern sehr starke Bleianreicherung in den obersten Schichten unserer Waldböden sind:

- **Bleieintrag aus der Atmosphäre** (Quellen: PKW-Verkehr, Metallverhüttung, Glasindustrie etc.).
- **Geochemische Vorbelastung:** Diese ist in Tirol vor allem im Bereich der Nördlichen Kalkalpen (Bleiglanzlagerstätten) vergleichsweise hoch.

Auf Grund der hohen Belastung und der meist geringeren Bindungskraft ist Blei in Waldböden deutlich mobiler als in agrarisch genutzten Böden. Daher ist auch das Gefährdungspotential, daß Bleiverbindungen ins Grundwasser ausgewaschen werden oder in die Nahrungskette gelangen können in Waldböden vergleichsweise groß.

3.2.2. Cadmium

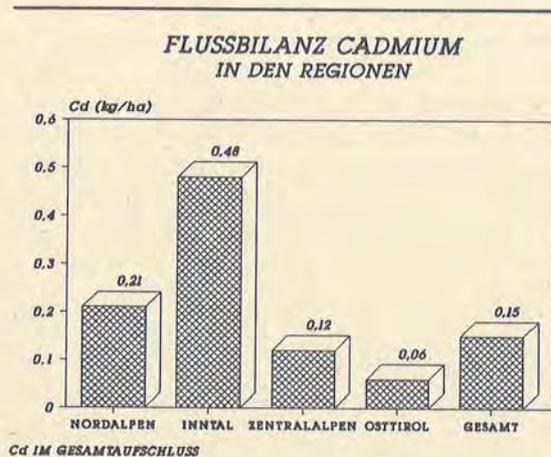


Abb.3.4: Cadmiumbilanz in den Regionen

Ogleich die Cd-Gehalte in Waldböden aller Regionen Tirols im Schnitt noch deutlich unter dem Grenzwert (2 ppm) liegen, ist das Gefährdungspotential hier auf Grund der um ein Vielfaches höheren Mobilität deutlich höher als beim Blei. Etwa ein Viertel aller Waldböden (und auch ein Viertel der Almböden) weist nur eine geringe Cd-Bindungskraft auf, ca. 10% der Waldböden müssen auf Grund der geringen Bindungskraft einerseits und der hohen Belastung mit Cd andererseits als gefährdet oder sogar stark gefährdet bezeichnet werden.

Auch beim Cadmium fallen die regionalen Unterschiede ins Auge (Abb.3.4.). Am stärksten ausgeprägt ist die relative Cd-Anreicherung im Oberboden gegenüber den weitgehend geogenen Unterbodengehalten in den Waldböden des Inntales. Vor allem durch Eintrag aus der Atmosphäre wurde in diesem Bereich beinahe 0,5 kg Cd/ha angereichert, in Osttirol dagegen nur knapp 1/7 dieser Menge.

3.2.3. Zink, Kupfer

Die Cu- und Zn-Gehalte entsprechen bei mehr als 90% der Tiroler Böden den geogenen Ausgangsgehalten und sind sogar z.T. deutlich niedriger als diese. Eine anthropogene Erhöhung der Gehalte hat bislang nicht in nennenswertem Umfang stattgefunden.

Eine Ausnahme stellt in dieser Hinsicht der Immissionsbereich der Kupferhütte Brixlegg mit deutlichen Anreicherungen beider Schwermetalle dar. Bei weiterhin hohen Schwermetallimmissionen in dieser Region muß mit einer steten Ausweitung der Zone mit Schwermetalltoxizität im Boden gerechnet werden.

3.2.4. Schwermetallkombinationen

Bei den meisten Schwermetallen sind Kombinationswirkungen bei der Bindung im Boden und bei der Pflanzenaufnahme möglich. Dies kann bewirken, daß die Bindungskraft des Bodens für Schwermetalle generell absinkt und Schwermetalle verstärkt ins Grundwasser ausgewaschen und von Pflanzen aufgenommen werden. Daher muß nicht nur das Auftreten einzelner, sondern auch das gleichzeitige Auftreten anderer Schwermetalle, ab gewisser Schwellenwerte beachtet werden.

Besonders hoch ist die kumulative Schwermetallbelastung im gesamten Unterinntal (Schwerpunkt: mittleres Unterinntal), darüber hinaus kommen stark schwermetallhaltige Böden gehäuft im Gurgltal nördlich von Imst und vereinzelt in den Kitzbühler Alpen und dem gesamten Bereich der Nördlichen Kalkalpen vor (siehe Abb.3.5.).

3.2.5. Forstliche Maßnahmen

Durch forstliche Maßnahmen ist keine wesentliche Veränderung der bestehenden Belastungssituation mit Schwermetallen zu erreichen. Einzig mögliche Strategie ist die Verringerung der Schwermetallemissionen aus Verkehr, Industrie, Gewerbe und Hausbrand.

Im Gegensatz dazu ist es im beschränkten Ausmaß möglich, die Bindungsfestigkeit der Schwermetalle im Boden durch Maßnahmen bei der Waldbewirtschaftung über die Beeinflussung von Bodeneigenschaften (pH-Wert, Humusgehalt) zu verändern. Alle Maßnahmen die der Verhinderung der Bodenversauerung dienen, erscheinen auch bei der Verringerung der Schwermetallmobilität sinnvoll (siehe Pkt.3.1.2).

ges auf diese Art zur Forststraße gebracht (Ö: 50%). Beinahe 30% werden händisch bzw. mittels Riesen gebracht. Die bodenschonende Seilkranbringung wird zwar in den letzten Jahren in vermehrtem Umfang durchgeführt, macht aber lediglich knapp 10% des Einschlages aus. Die ebenfalls sehr bodenschonende Rückung mittels tierischem Zug ist in Tirol gänzlich ohne Bedeutung (BM.f.L.FW, 1987).

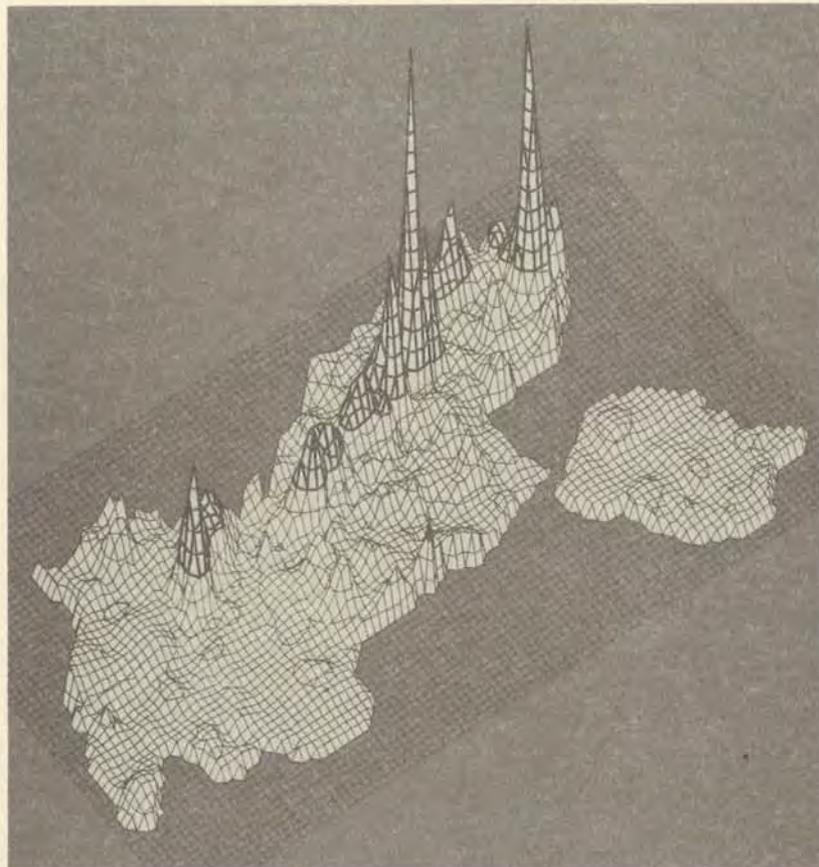


Abb.3.5: Kumulative Schwermetallbelastung der Tiroler Böden

3.3. Holzernte

Die Bringung von Holz ist vor allem in steileren Lagen oft mit augenfälligen Bodenschäden verbunden. Erodierete Holzriesen und tiefe Traktorspuren in feuchtem Boden sind auch dem Laien bekannte Folgen der Holznutzung. Obwohl sich das Gelände in Tirol weniger als in anderen Bundesländern für die Schlepper und Traktorbringung eignet, werden doch 43% des Einschla-

Maßnahmen:

- Verstärkte Förderung bodenschonender Bringungsmethoden (Seilkran, Pferdezug). Die Förderung der Seilkranbringung im Rahmen flächenwirtschaftlicher Projekte wird als wichtiger Schritt in diese Richtung angesehen.
- Lehmige und tonreiche Böden sollten nur im herbsttrockenen oder gefrorenen Zustand befahren werden. Optimal wäre die Rückung im Winter bei hoher Schneelage.

- Da starke Bodenstrukturen von selbst praktisch nicht 'heilen' und verdichtete Böden in praktisch all ihren Funktionen auf das schwerste gestört sind, sollte der Verursacher solcher Schäden dazu verpflichtet werden, diese Schäden auf mechanischem Weg wieder zu sanieren.

3.4. Waldweide

Nach Ergebnissen der Tiroler Waldzustandsinventur sind gegenwärtig noch auf 28% der Waldfläche Tirols deutliche Anzeichen von Beweidung feststellbar. Als unmittelbare Folge treten Bodenstrukturen auf, die besonders deutlich auf feinerdigen Böden in Zeiten hoher Wassersättigung auftreten. Die Infiltrationsraten von stark beweideten Böden mit sichtbaren Trittschäden sind äußerst gering, aber auch dort, wo optisch noch keine Schäden sichtbar sind, werden deutlich geringere Einsickerungsraten gemessen als auf vergleichbaren weidefreien Böden. Weitere Folgen der auftretenden Bodenverdichtungen sind Veränderungen der Wurzelmorphologie hin zu flachstreichenden Wurzelsystemen, was eine Verminderung des erschlossenen Bodenvolumens und damit auch verringerte Biomasseleistung des Bestandes erwarten läßt.

Bodenschäden können aber auch längerfristig als indirekte Folge der Beweidung entstehen. So werden durch Vertritt in Verjüngungen alle Baumarten gleichmäßig geschädigt, vom Verbiß wird praktisch nur das Laubholz betroffen, was die Entmischung des Folgebestandes mit allen negativen Begleiterscheinungen für den Boden fördert.

Wenig beachtet wurde bislang die Tatsache, daß im Zuge der Waldweide auch ein beträchtlicher Biomasse- und Nährstoffexport stattfindet, was zu einer deutlichen Absenkung der Basensättigung auf pufferschwachen Silikatböden führen kann (Abb.3.6).

Auf Rendsinastandorten ist auch eine Verminderung der N- und P-Vorräte des Bodens, verbunden mit Nährstoffmangelsituationen und Waldschäden, wahrscheinlich.

WALDBÖDEN-BASENSÄTTIGUNG
EINFLUSS AUSSERFORSTLICHER NUTZUNGEN

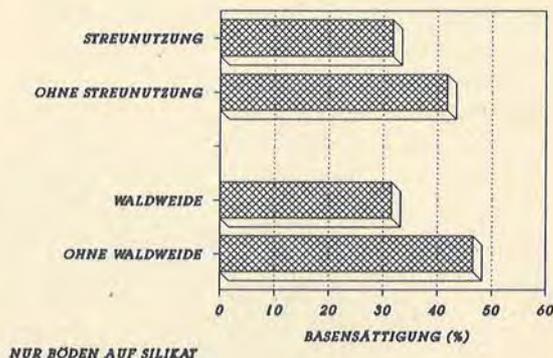


Abb.3.6: Auswirkung der Waldweide auf die Basensättigung

Maßnahmen:

- Umwandlungen von Waldweiderechten in Holzbezugsrechte
- Ablösungen entbehrlicher Weiderechte in Geld
- Ablösung der Waldweiderechte durch Abtretung von Anteilsrechten an Agrargemeinschaften
- Ablösung der Waldweiderechte durch Abtretung von Waldgrund

Die Schaffung von Reinweideflächen kann aus der Sicht des Bodenschutzes nur dann unterstützt werden, wenn für den Weidebetrieb geeignete Standorte dh. tiefgründige, allenfalls mäßig geneigte Böden mit ausgeglichenem Wasserhaushalt und großer nachschaffender Kraft des Bodens gefunden werden können. Da dies sehr oft nicht möglich sein wird (auf diesen Standorten stehen bereits seit Jahrhunderten Almen), kann das Produktionsniveau nur durch Intensivierungsmaßnahmen wie Düngung, Herbizideinsatz etc. aufrechterhalten werden, was aber gerade auf schlechten Standorten ökologisch äußerst bedenklich ist.

3.5. Wild

Überhöhte Wildstände verursachen anders als die Waldweide kaum direkte Bodenschäden, sehr wohl aber indirekte durch selektiven Verbiß der ökologisch wichtigen Mischbaumarten (Bu, Ah, Ta). Dadurch ist es vor allem in der montanen Stufe der Nördlichen Kalkalpen und z.T. auch der Nördlichen Zwischenalpen nicht mehr möglich, dem Leitziel naturnaher und damit bodenschonender Waldbau gerecht zu werden. Die Folge sind Fichtenreinbestände mit langfristig zahlreichen negativen Folgen für den Boden. Eine Reduktion des Wildstandes, der sich auf Wildzählungen stützt, wird als nicht sinnvoll erachtet, da die Verjüngungskraft der Mischbaumarten je nach Standort höchst unterschiedlich sein kann. So werden Mischbaumarten auf nährstoffreichen Braunerhmstandorten auf Grund des größeren alternativen Nährstoffangebots und der kürzeren Verjüngungszeiträume viel rascher dem Äser des Wildes entwachsen, als auf kargen schlechtwüchsigen Rendsinen, auf denen von Natur aus oft Ansamungsschwierigkeiten bestehen, die Verjüngungszeiträume wesentlich länger sind und auch das Äsungsangebot generell schlechter ist.

Maßnahmen:

Reduktion der Wilddichten bis auf jenes Maß, bei dem die Verjüngung der standortgerechten Mischbaumarten auch auf ungünstigen Standorten gewährleistet ist. Besonders Gewicht muß der Lösung dieser Frage in den gesamten Nördlichen Kalkalpen gegeben werden, wo weit überhöhte Wilddichten, starke Waldweidebelastungen und magere Standorte geringer Verjüngungskraft mit immissionsbedingt besonders schlechtem Zustand der Altbestände zusammentreffen.

3.6. Boden und Waldzustand

Durch die gemeinsame Auswertung der Ergebnisse der Wald- mit jenen der Bodenzustandsinventur konnte einmal mehr gezeigt werden, welche große Bedeutung Boden und Standortfaktoren für den Waldzustand haben.

So weisen im Bereich der Nördlichen Kalkalpen jene Bestände den relativ besten Waldzustand auf, die auf nährstoffreichen Böden mit eher feuchtem Wasserhaushalt stocken. Auch konnten vereinzelt Manganmängel, die sich in erhöhten Kronenverlichtungsgraden manifestieren, nachgewiesen werden. Eine völlig befriedigende Erklärung für den überdurchschnittlich schlechten Waldzustand im Bereich des Alpennordrandes kann aus den Bodenuntersuchungen nicht abgeleitet werden. Es ist daher wahrscheinlich, daß die Waldschäden in diesem Teil unseres Landes maßgeblich durch Luftverunreinigungen (Ozon, saure Nebel und Rauhreifereignisse verbunden mit Nährstoffauswaschungen aus den Nadeln) verursacht werden.

Bei den Silikatböden der Zentralalpen und Osttirols zeigten gänzlich andere Bodenmerkmale Zusammenhänge mit dem Waldzustand. Etwas überraschend ist die Tatsache, daß gerade die am stärksten versauerten Standorte die vergleichsweise 'gesündesten' Wälder aufweisen (Abb.3.7).

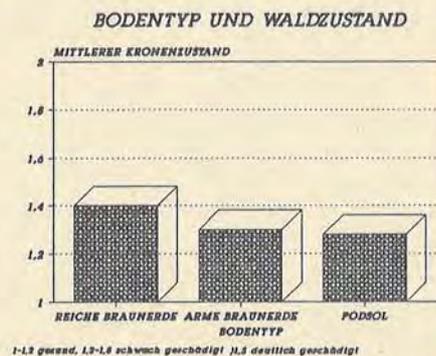


Abb.3.7: Bodentyp und Waldzustand

So paradox es klingen mag, weist aber gerade diese Tatsache auf die Gefährdung durch die Bodenversauerung hin. Jene Böden, die zur Zeit noch eine ausreichende Basenversorgung aufweisen, haben oft nur eine geringe Pufferkapazität (Silikat-, Austauscherpufferbereich), Säurebelastungen führen daher gerade hier zu raschen Bodenzustandsveränderungen und dadurch zu Schäden an der Vegetation. Primär stark saure Ökosysteme sind gegenüber Säureeintrag dagegen wesentlich weniger empfindlich. Hier droht aber, aufgrund der erschöpften Pufferkraft der Böden, eine stärkere Säurebelastung aquatischer Ökosysteme.

3.7. Radiochemische Belastung

Die Untersuchungen der Cs-137 Aktivität ergaben ein vergleichsweise hohes Belastungsniveau der Tiroler Böden. Deutlich erhöhte Radioaktivität weisen nach wie vor die Böden der Tuxer Voralpen, der Kitzbühler Alpen, der Unteren Schranne, verbreitet auch Böden im Bereich des Alpennordrandes und in den nördlichen Teilen Osttirols auf (siehe Abb.3.8.).

belasteten Substrat wächst aber das Pilzmyzel und die Wurzeln der Waldbeeren. Mit kritischen Belastungssituationen von Nahrungsmitteln ist darüber hinaus nach wie vor auf stark belasteten Almen der oben genannten Gebiete, die außerdem Böden mit geringer Cs-Bindungskraft aufweisen (saure, tonarme und humusreiche Böden) zu rechnen.

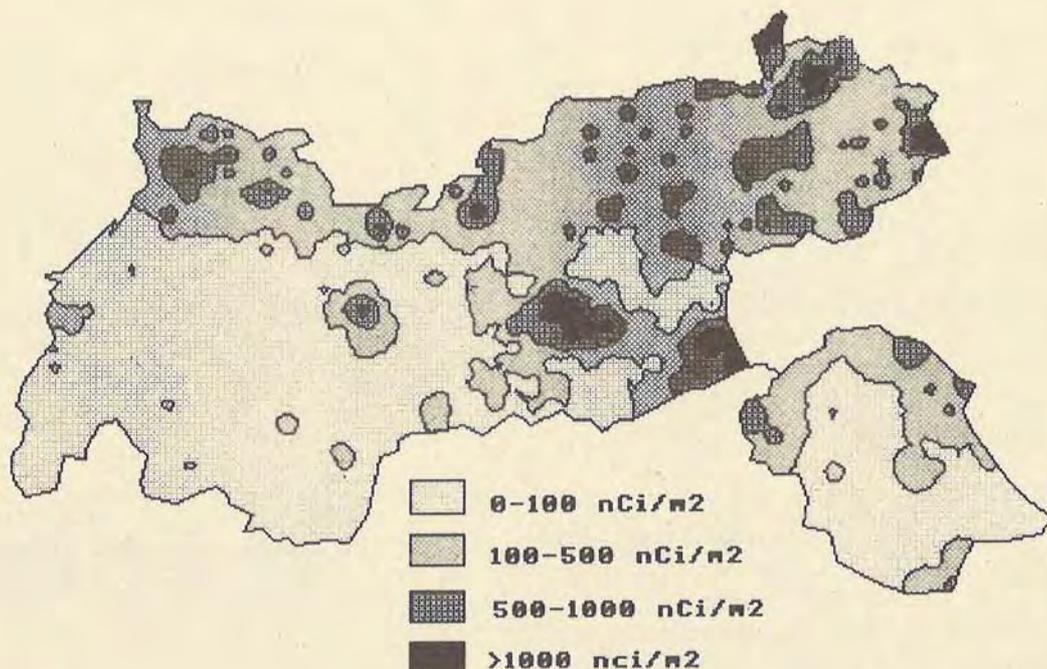


Abb.3.8: Radiochemische Belastung der Oberböden (0-10 cm)

Waldböden weisen im Durchschnitt etwa die selben Flächenaktivitäten wie landwirtschaftlich genutzte Böden auf. Trotzdem sind Pilze und z.T. auch Beeren aus Wäldern und damit auch Wildtiere immer noch deutlich höher belastet als agrarische Produkte. Dies rührt daher, daß Cs-137 in den obersten Auflagehumus und Moosschichten sehr stark angereichert ist (Aktivitätsgehalte von 100 nCi/kg sind keine Seltenheit). In diesem stark

Da Cs-137 in tonreichen Böden mit hohem pH-Wert sehr effizient gebunden wird, ist in Zukunft auf den intensiv landwirtschaftlich genutzten Böden nur noch mit geringen Belastungen der Nahrungskette zu rechnen. Die Flächenaktivität wird allerdings durch den starken Bindungsmechanismus für Cäsium in diesen Böden nur ganz allmählich abnehmen.

4. Nadelanalysen auf Schwefel - Ergebnisse des Bioindikatornetzes:

Die bisher vorliegenden Ergebnisse des Bioindikatornetzes 1989 weisen auf eine ungefähr gleichbleibend hohe Schwefelbelastung in Tirol hin. An den 43 Grundnetzpunkten kann lediglich bei 7 Probestellen eine Schwefel-Immissionseinwirkung ausgeschlossen werden. An insgesamt 11 Probestellen wurden Grenzwertüberschreitungen laut 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen festgestellt.

Unter dem Eindruck sichtbarer Stress-Symptome an Waldbäumen wurde 1982 mit der Planung eines bundesweiten "Bioindikatornetzes" begonnen. Dieses Netz wurde 1983 in Zusammenarbeit mit den Forstbehörden der Bundesländer eingerichtet und seither jährlich beprobt, um über Stand und Entwicklung von Immissionseinwirkungen durch akkumulierbare Schadstoffe (SO₂, HF, Cl) an Hand von Nadelanalysedaten Aussagen treffen zu können.

Das Österr. Bioindikatornetz in Tirol umfaßt 101 Probestellen in einem 16 x 16 km Raster, wobei in den Hauptbelastungsgebieten zusätzlich ein verdichtetes "Tiroler Netz" angelegt wurde. An jedem Probestellen werden zwei Fichten beprobt.

Die Fichte als Bioindikator ist in mehrfacher Hinsicht für verschiedene Nachweisverfahren besonders geeignet. Während apparative Messungen (siehe auch Kap.1) nur eine Aussage über die Immissionen zum Zeitpunkt der Messung zulassen, kann über die Nadelanalyse auch auf die Einwirkung früher aufgetretener schädlicher Schadstoffbelastungen geschlossen werden. Dabei werden gasförmige Luftschadstoffe von der Pflanze in Abhängigkeit von einer Reihe innerer und äußerer Faktoren aufgenommen und sind daher nicht direkt dosisbezogen. Unter anderem erfolgt die Aufnahme nicht nur konzentrationsproportional, sondern insbesondere auch massenstromproportional. Das bedeutet, daß windexponierte Bestandteile an Geländekuppen oder -kanten auch bei relativ niedrigen

Schadstoffkonzentrationen in der Luft unter Umständen hohe Schadstoffspeicherwerte aufweisen.

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Nadelanalysen auf Schwefel besprochen, während andere Schadstoffe (Fluor, Chlor) wegen der örtlich begrenzten Bedeutung bei den jeweiligen Beurteilungsräumen berücksichtigt werden.

In Tirol wurden 1989 so wie 1988 135 Probestellen des Bioindikatornetzes beprobt. Es liegen jedoch erst die Ergebnisse von 43 Grundnetzpunkten für 7 Untersuchungsjahre vor. Die Schwefelgehalte im Nadeljahrgang 1 (1989) und Nadeljahrgang 2 (1988) wurden im Labor des Institutes für Immissionsforschung und Forstchemie an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien bestimmt.

Gegenüber dem Vorjahr kam es beim Grundnetz zu keinen wesentlichen Änderungen bei den Klassifikationsstufen (Tab.4.1). Die Anzahl der Punkte in der Klassifikationsstufe 1, bei denen nach den Ergebnissen der Nadelanalysen Schwefel-Immissionseinwirkungen auszuschließen sind, nahm um einen auf 7 zu. Die Punkte mit der Klassifikationsstufe 2, bei denen erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln festgestellt wurden, nahm von 35 auf 33 ab. Ein leichter Anstieg wurde dagegen bei Punkten mit Grenzwertüberschreitungen (Gesamtklassifikation 3 und 4) festgestellt.

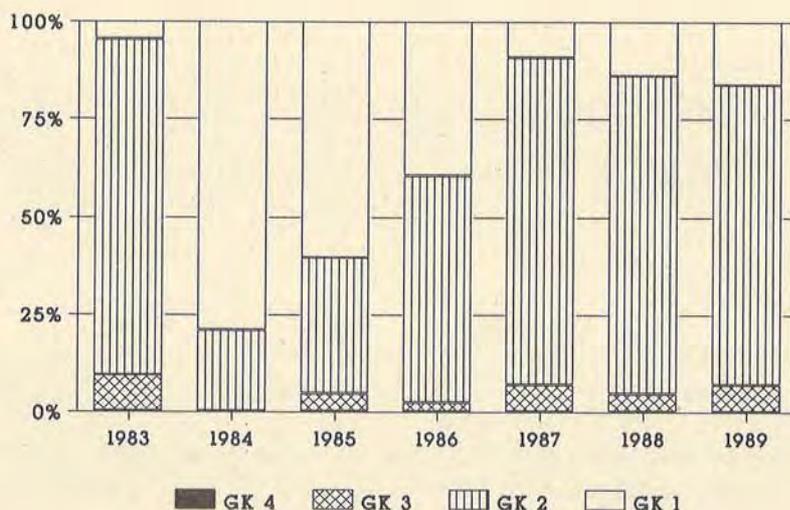


Abb.4.1: Häufigkeitsverteilung der Schwefelgehalte der von 1983 bis 1989 bearbeiteten 43 Probestellen nach Klassen (Gesamtklassifikation NJ 1+2)

Das bisher günstigste Ergebnis im Jahre 1984 (siehe Abb.4.1) wurde 1989 aber bei weitem nicht erreicht. Hinsichtlich des Anteils der Punkte an den Klassifikationsstufen **entspricht das Ergebnis von 1989 in etwa dem von 1987 und 1988**. Die 3 Punkte des Grundnetzes mit absoluten Grenzwertüberschreitungen (vgl. § 5 (1) lit.b der 2.Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen) im Jahre 1989 befinden sich in den Bezirksforstinspektionen Landeck, St.Johann und Wörgl. Berücksichtigt man noch die relativen Grenzwertüberschreitungen (vgl. §5(1) lit.a der 2.Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen) unter der Annahme der politischen Bezirke als "Untersuchungsgebiet", dann ergibt sich für je einen Probestellen in den Bezirksforstinspektionen Imst, Kitzbühel, Kufstein, Lechtal, Reutte, Steinach, Telfs und Zillertal eine hohe Immissionseinwirkung.

Für die Beurteilung der Schwefelwerte der zwei untersuchten Nadeljahrgänge (NJ) der einzelnen Probestellen wurden die Schwefelwerte (Durchschnittswert aus zwei benachbarten Probestellen) des Nadeljahrganges 1 und 2 verschiedenen Klassen mit den in Tabelle 4.1 angeführten Grenzen zugeordnet.

Tab.4.1: Grenzen für die Klassifizierung der Schwefelgehalte der Nadeljahrgänge 1 und 2

Klasse	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%

Wie aus Abb.4.1 zu ersehen ist, nahm die Zahl der Punkte mit der **Gesamtklassifikation 1** von 1984 bis 1987 stark ab und von 1987 bis 1989 nahezu um das Doppelte zu. Trotzdem wurde der Wert von 1984 bei weitem nicht erreicht. 1984 wiesen 34 Punkte und 1989 lediglich 7 Punkte die Gesamtklassifikation 1 auf.

Gleichzeitig stieg die Anzahl der Punkte mit der **Gesamtklassifikation 2** seit 1984 ständig an und erreichte 1987 nahezu das schlechte Ergebnis von 1983. Von 1987 bis 1989 nahm die Anzahl der Probestellen mit der Gesamtklassifikation 2 von 36 auf 33 (= 77 % der Gesamtpunkte) wieder geringfügig ab.

Die Anzahl der Probestellen mit der **Gesamtklassifikation 3** variiert relativ wenig; 1989 wurde die gleiche Anzahl wie 1987 ermittelt.

Die geringe Änderung der Schwefelgehalte in den Fichtennadeln gegenüber 1988 dokumentieren auch deutlich die Nadeljahrgangsmittelwerte (Tab.4.2).

Tab.4.2: Bereiche der Schwefelgehalte (Durchschnittswerte der n = 2 Probenbäume) im Nadeljahrgang 1 bzw. 2 und Nadeljahrgangsmittelwerte der von 1983 bis 1989 bearbeiteten 43 Probepunkte:

Tab.4.2:	Nadeljahrgang 1 %S		Nadeljahrgang 2 %S	
Jahr	Bereich	Mittelwert	Bereich	Mittelwert
1983	0.069-0.137	0.097	0.075-0.144	0.104
1984	0.055-0.099	0.072	0.061-0.129	0.082
1985	0.058-0.132	0.080	0.067-0.152	0.090
1986	0.068-0.111	0.086	0.065-0.116	0.084
1987	0.077-0.129	0,094	0.078-0.143	0.098
1988	0.067-0.122	0.090	0.067-0.136	0.091
1989	0.070-0.119	0.091	0.068-0.124	0.091

Für die Erstellung der Abbildung 4.2 wurden aus den Schwefelgehalten der Nadeljahrgänge 1 und 2 zuerst die Klassenwerte je Nadeljahrgang und Entnahmejahr der Probepunkte ermittelt (siehe Tab.4.1).

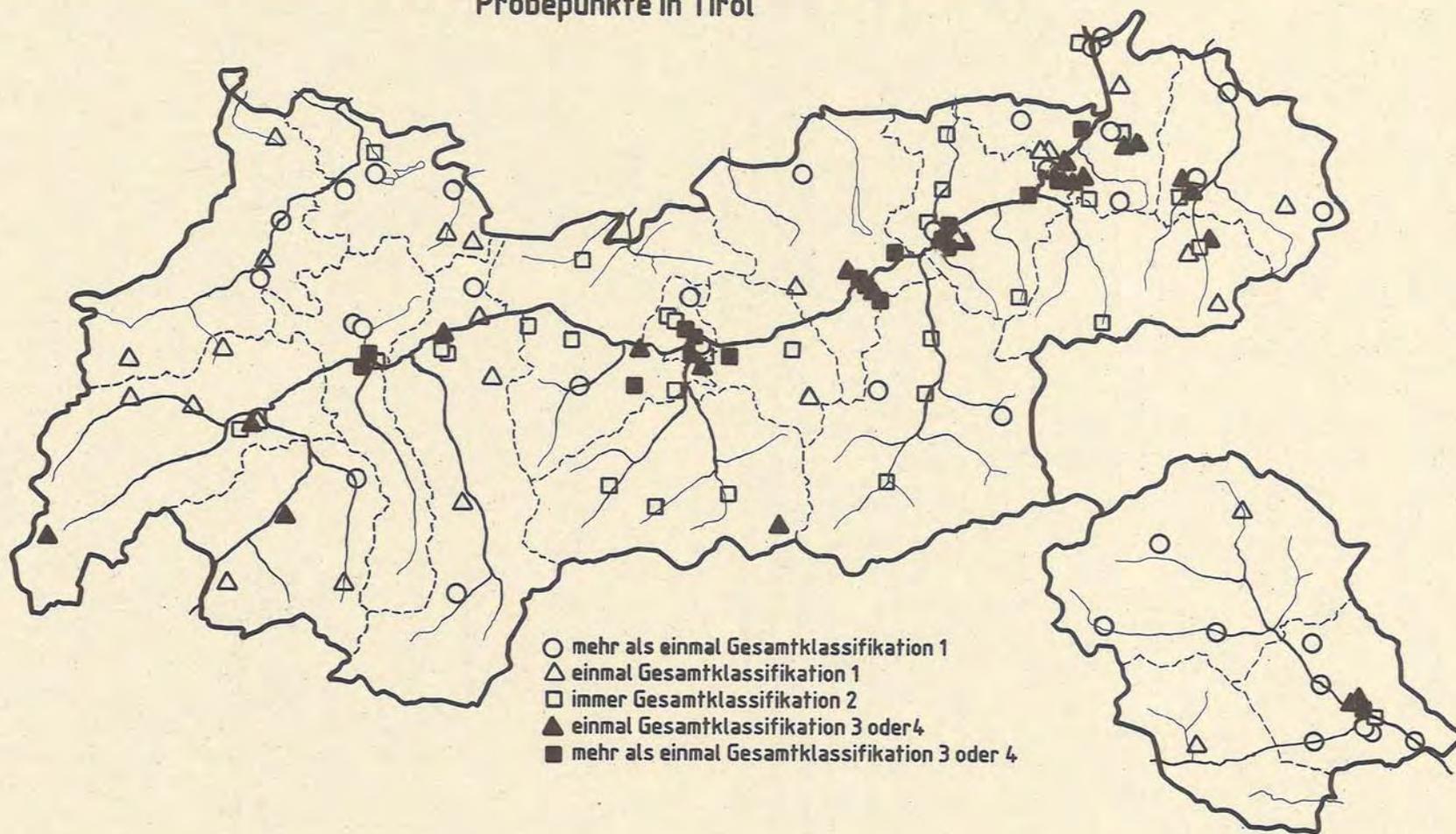
Aus der Summe der Klassenwerte der Nadeljahrgänge 1 und 2 wurde dann die Gesamtklassifikation für den Probepunkt im Entnahmejahr errechnet.

Gesamtklassifikation	Summe der Klassenwerte der Nadeljahrgänge 1 + 2
1	2
2	3 und 4
3	5 und 6
4	7 und 8

In der Abbildung 4.2 sind die "Klassifikationstypen" (siehe Legende), die sich aus den Gesamtklassifikationen der Jahre 1985 bis 1988 für die in allen vier Jahren bearbeiteten Probepunkte ergaben, dargestellt. Deutlich zu sehen ist das stark belastete Inntal von Kufstein bis Zirl. Die lokal belasteten Probepunkte sind in Galtür, Pfunds, Landeck, Imst, Silz, Axams, Innervals, Kitzbühel, St.Johann und Lienz.

Die folgende Graphische Darstellung gibt einen Überblick über die Ergebnisse des Bioindikatornetzes für Schwefel von 1985 bis 1988 (Quelle: Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien):

Abb.4.2: Ergebnisse des Bioindikatornetzes für Schwefel
für die in den Jahren 1985 - 1988 bearbeiteten
Probepunkte in Tirol



5. Stand der Verfahren gegen forstschädliche Luftverunreinigungen

Das Forstgesetz 1975, i.d.Fassung der Forstgesetz-Novelle 1987 bestimmt, daß bei Auftreten forstschädlicher Luftverunreinigungen die zuständigen Behörden den Inhaber der verursachenden Anlage festzustellen und die zur Beseitigung der Gefährdung erforderlichen Maßnahmen durch Bescheid vorzuschreiben haben. Forstschädliche Luftverunreinigungen sind dann gegeben, wenn die in der 2.Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen festgesetzten Grenzwerte für verschiedene Schadstoffe überschritten werden und dadurch meßbare Schäden an der Waldkultur entstehen.

Für den Schadstoff Schwefeldioxid (SO_2) wurde hinsichtlich der Gültigkeit der Verordnung je nach Größe der Anlagen ein zeitlicher Stufenplan vorgesehen. Zu den Stichtagen 1.7.1984, 1.7.1986 und 1.7.1988 wurden jeweils noch kleinere Anlagen von der Verordnung erfaßt. Derzeit unterliegen alle Altanlagen mit einem Ausstoß von mehr als 30 kg SO_2/h oder einer Brennstoffwärmeleistung von mehr als 10 MW und alle Neuanlagen mit einer Emission von mehr als 15 kg SO_2/h oder einer Brennstoffwärmeleistung von mehr als 5 MW dieser Verordnung. Am 1.7.1990 läuft dieser zeitliche Stufenplan mit einer Gleichstellung der Alt- und Neuanlagen aus, wobei dann all jene Anlagen von der 2.Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen erfaßt werden, die mehr als 6 kg SO_2/h emittieren oder eine Brennstoffwärmeleistung von über 2 MW aufweisen.

Damit werden in Tirol insgesamt 85 Betriebe die Bestimmungen dieser Verordnung einzuhalten haben. Dies bedeutet, daß Untersuchungsgebiete zu erweitern oder neu festzulegen und daß allenfalls weitere Verfahren nach § 52 Forstgesetz einzuleiten sein werden.

Gleichzeitig ist jedoch festzustellen, daß durch die vorgesehene Erdgasversorgung von Gewerbe- und Industriebetrieben im Raum Unterinntal die Emissionsverhältnisse in den nächsten zwei bis drei Jahren erheblich verändert

werden, womit sich für die Einleitung von Forstverfahren gemäß § 51 Forstgesetz einige Unsicherheiten ergeben und zwar aus folgenden Gründen: Der gutachtliche Nachweis über forstschädliche Luftverunreinigungen bedarf in der Regel eines Zeitaufwandes von ein bis eineinhalb Jahren. Dies deshalb, weil die Gewinnung der erforderlichen Nadelproben nur im Herbst erfolgen kann, und die chemischen Analyseergebnisse meist erst nach einem halben Jahr vorliegen. In dieser Zeit können sich jedoch die Immissionsverhältnisse wesentlich ändern, sodaß die festgestellte Belastung dann nicht mehr als Grundlage für behördliche Verfahren dienen kann. Neuerliche Messungen und Untersuchungen sind die Folge.

Für all jene Betriebe, von denen zu erwarten ist, daß sie ihre Energieversorgung auf Erdgas umstellen, wird derzeit keine Begutachtung hinsichtlich der Verursachung forstschädlicher Luftverunreinigungen durchgeführt. Darüberhinaus wird es im Raum Innsbruck - Kufstein in den nächsten zwei Jahren nicht zielführend sein, Untersuchungen gegen mittlere und kleinere Anlagen einzuleiten, auch wenn diese nicht mit Erdgas versorgt werden, weil die Grundbelastung in diesem Gebiet insgesamt abgesenkt werden wird, womit auch das Ausmaß von Immissionsspitzen durch Betriebe eine wesentliche Veränderung erfährt.

Unbeschadet dessen werden jedoch in den nächsten Jahren, insbesondere in den jeweiligen bisherigen Belastungsgebieten, eine ausreichende Anzahl von Kontrollpunkten zur Erfassung der Schwefeldioxidbelastung weiterhin untersucht.

Von der Tiroler Ferngasgesellschaft wurde folgender Stand der Verhandlungen über die Erdgasversorgung von Gewerbe- und Industriebetrieben bekannt gegeben:

- Verträge über die Lieferung von Erdgas wurden bisher mit den Jenbacher Werken, der Papierfabrik Wattens, der Firma Tyrolit in Schwaz und dem Nordpolwerk in Schwaz abgeschlossen.
- Kurz vor einem Vertragsabschluß mit der Tiroler Ferngas stehen das Montanwerk in Brixlegg und die Biochemie in Wörgl.
- Verhandlungen über die Versorgung mit Erdgas wurden mit der Firma Swarovski in Wattens aufgenommen. Weiters haben das Röhrenwerk in Hall und die Spanplattenfabrik in Wörgl Interesse an einem Erdgasanschluß bekundet.

Die Bestimmung, daß mit 1.7.1990 alle Anlagen, die mehr als 6 kg SO₂/h emittieren oder mehr als 2 MW Brennwärmeleistung aufweisen, der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen unterliegen, wird in verschiedenen Gebieten zur Folge haben, daß mehrere Betriebe gemeinsam als Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen festzustellen sein werden. Hierbei wird der Bestimmung des § 52 Abs.5 lit.c, daß nämlich jeweils die Anteile, mit denen die überprüften Anlagen zu den durch Immissionen verursachten Schäden an Waldboden oder Bewuchs beigetragen haben, soweit dies möglich ist, festzustellen sind, nicht immer ausreichend entsprochen werden können.

Es ist derzeit eine dritte Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in Ausarbeitung, die sowohl strengere Grenzwerte als auch neue Schadstoffe enthalten wird. Auch das schadensverstärkende Zusammenwirken mehrerer Schadstoffe wird hierbei Berücksichtigung finden. Die Verschärfung dieser Gesetzesbestimmungen wird zweifellos eine weitere Verstärkung des Untersuchungsaufwandes zur Folge haben.

In Tirol wurden bisher für insgesamt zehn Belastungsgebiete forstliche Gutachten gemäß § 52 Forstgesetz ausgearbeitet, wobei in acht Fällen ein Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen seitens der Sachverständigen festgestellt werden konnte. Nach dem Stand der Bearbeitung ergeben sich folgende drei Gruppen:

I. Verursacher wurde durch Gutachten festgestellt - waldgefährdende Immissionen wurden beseitigt oder bedeutend reduziert.

- 1. Die Ziegelei in Hopfgarten verursachte im Jahre 1986 forstschädliche Luftverunreinigungen durch Fluor. Wenige Monate nach Vorliegen des diesbezüglichen forstlichen Gutachtens installierte der Betreiber eine Abgasreinigungsanlage und stellte gleichzeitig die Energieversorgung von Heizöl schwer mit 2 % Schwefel auf solches mit nur 1 % Schwefel um. Die zur Überprüfung durchgeführten Nadelanalysen zeigen nun, daß dieser Betrieb unter den gegebenen Produktionsverhältnissen als nachhaltig saniert angesehen werden kann.
- 2. Der Betrieb des Fernheizwerkes Kufstein wurde im Winter 1987/88 weitgehend auf Erdgas umgestellt. Im Rahmen des entsprechenden gewerberechtlichen Verfahrens wurde jedoch auch die Verfeuerung einer gewissen Menge von Heizöl schwer mit 0,5 % Schwefel und Heizöl extra leicht als Zündöl mit 0,3 % Schwefel bewilligt. Die Nadeluntersuchungen des Jahres 1988 zeigen jedoch, daß im unmittelbaren Nahbereich des Fernheizwerkes keine Grenzwertüberschreitungen mehr aufgetreten sind.
- 3. Die Maschinenfabrik "Jenbacher Werke" hat im Jahr 1987 ihre Energieversorgung von Heizöl schwer mit 2 % Schwefel auf solches mit nur 1 % Schwefel umgestellt, nachdem sie in einem forstfachlichen Gutachten nach § 52 Forstgesetz als Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen erkannt worden war. Nach diesem ersten Schritt der Umweltentlastung wird dieser Betrieb nunmehr auf Erdgasversorgung umstellen, sodaß damit eine nachhaltige Sanierung dieses SO₂-Emittenten erfolgt.

- 4. Nach behördlichem Auftrag durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft hat die Justizverwaltung eine Reinigungsanlage für die **Ziegelei des Landesgefängnisses** zur Ausscheidung von Fluor installiert. Wenn auch diese Anlage einen gewissen Teil der Schwefeldioxidemissionen ebenfalls ausfiltert, so wurde doch den Gutachten der I. und II. Instanz hinsichtlich der Schwefeldioxidbelastung nicht ausreichend entsprochen. Die Nadelanalysenergebnisse des Jahres 1989 werden nun zeigen, inwieweit zusätzliche Maßnahmen für diese Anlage erforderlich sind, insbesondere ob von dem derzeit verwendeten Brennstoff Heizöl schwer mit 1 % Schwefel auf Heizöl leicht mit 0,2 % oder Heizöl extra leicht mit 0,1 % Schwefel umzustellen ist.
- 5. Das **Zementwerk in Vils** wurde in einem Gutachten aus dem Jahre 1986 als Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen durch Schwefeldioxid erkannt. Allerdings konnten damals keine absoluten Grenzwertüberschreitungen des Schwefelwertes festgestellt werden, sodaß von der Behörde im Einvernehmen mit dem Gutachter und dem Unternehmen zusätzliche Messungen veranlaßt wurden. Immissionsmessungen mit selbstregistrierenden Meßgeräten haben ergeben, daß im Talbereich die Grenzwerte für Schwefeldioxid eingehalten werden. Weiters haben Konzentrationsmessungen im Reingas gezeigt, daß bei Normalbetrieb die zulässigen Emissionsgrenzwerte eingehalten werden. Damit haben diese Untersuchungsergebnisse keine ausreichende Grundlage geboten, dieses Verfahren weiterzuführen. Trotzdem wird in den nächsten Jahren mit einzelnen Kontrollproben der weitere Verlauf der SO₂-Belastung zu beobachten sein.

II. Gutachten gemäß § 52 Forstgesetz liegt vor - Verfahren noch nicht abgeschlossen.

- 1. Das **Zementwerk Eiberg** in der Gemeinde Söll wurde Anfang 1987 durch ein forstliches Gutachten gemäß § 52 Forstgesetz als Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen erkannt. Darauf folgende behördliche Besprechungen und weitere Begutachtungen haben bisher kein konkretes Ergebnis gebracht.

- 2. Ende 1988 wurde der Bezirkshauptmannschaft Kitzbühel ein forstfachliches Gutachten übermittelt, in dem das **Spanplattenwerk Egger** in St.Johann als Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen durch Schwefeldioxid festgestellt wurde. Die Betriebsleitung hat durch Gegengutachten versucht, das von der Landesforstdirektion dargelegte Untersuchungsergebnis zu entkräften. Nach der Stellungnahme des Amtssachverständigen im Sommer 1989 hiezu wird das Verfahren offensichtlich ohne weitere Befassung der Forstdirektion weitergeführt.

III. Gutachtenerstellung ursprünglich für 1989 vorgesehen oder wegen zu erwartender emissionsentlastender Maßnahmen aufgeschoben.

- 1. Die **Austria Metall-Montanwerke Brixlegg** betreiben mehrere Anlagen, die Schwefeldioxid und Schwermetallstaub emittieren. Nach dem Einbau einer Entschwefelungsanlage beim Konverter und der Umstellung von Heizöl schwer mit 1,7 % Schwefel auf solches mit nur 1 % Schwefel werden die Montanwerke voraussichtlich noch im ersten Quartal 1990 einen Liefervertrag für Erdgas mit der Tiroler Ferngas abschließen. Damit kann bis Ende 1990/Anfang 1991 mit einer nachhaltigen Sanierung dieses Betriebes hinsichtlich der Schwefeldioxidemissionen gerechnet werden. Damit ist jedoch das Problem der Metallstaubemissionen noch nicht bereinigt, und es wird derzeit geprüft, inwieweit aufgrund dieser Immissionen ein Verfahren gegen forstschädliche Luftverunreinigungen einzuleiten ist.
- 2. Die **Perlmooser Zementwerke in Kirchbichl** verursachen zweifellos in ihrem Umgebungsbereich bedeutende Grenzwertüberschreitungen des Schwefelgehaltes in den Nadeln. Bedingt durch die außergewöhnlich günstigen Wuchsverhältnisse in den südöstlich gelegenen Waldteilen werden jedoch diese forstschädlichen Einwirkungen in einem erheblichen Ausmaß kompensiert, sodaß nur an Einzelbäumen gewisse Schäden zu beobachten sind. Die gegen Schwefeldioxideinwirkungen besonders empfindliche Tanne ist jedoch in den vergangenen Jahren durch diese Belastungen ausgefallen, sodaß sie nunmehr als sensib-

ler Bioindikator nicht mehr zur Verfügung steht. In Hinblick auf die Schwierigkeit der Begutachtung dieses Immissionsgebietes wird derzeit nur die weitere Beobachtung und Untersuchung der betroffenen Flächen vorgenommen.

- 3. Im Raum Wattens sind durch die Emissionen der Betriebe Swarovski sowie der dortigen Papierfabrik immer wieder Grenzwertüberschreitungen des Schwefelgehaltes in den Nadeln aufgetreten. Die Papierfabrik hat einen Gasliefervertrag mit der Tiroler Ferngasgesellschaft abgeschlossen und wird ihren Aussagen zufolge am 1.6.1990 den Probebetrieb mit Erdgas aufnehmen. Laut rechtskräftigem Bescheid der Gewerbebehörde muß bis 1.1.1991 endgültig auf Gasversorgung umgestellt werden. Damit bleiben für diesen Raum als bedeutende SO₂-Emittenten die Anlagen der Firma Swarovski in Wattens übrig. Seitens der Unternehmensführung wurden Verhandlungen mit der Tiroler Ferngasgesellschaft über die entsprechende Energieversorgung aufgenommen, und es ist zu hoffen, daß noch im Jahr 1990 ein positives Ergebnis erreicht werden kann.
- 4. Das Metallwerk Plansee mit Standort in den Gemeinden Breitenwang und Reutte hatte in den vergangenen Jahren eine gewisse Schwefeldioxidbelastung der benachbarten Wälder verursacht. Durch den Einsatz schwefelärmerer Heizölsorten konnte eine Entlastung erreicht werden. Die Analyseergebnisse der Proben aus 1989 werden zeigen, ob die vorgenommene Verringerung der Schwefeldioxidemissionen für die Vegetation ausreichend waren.

- 5. Die Biochemie in Kundl zählt aufgrund der Größe der Anlage zu den bedeutendsten Schwefeldioxidemittenten in Tirol. 1987 wurde durch die Umstellung von Heizöl schwer mit 2 % Schwefel auf solches mit nur 1 % Schwefel ein erster Schritt zur Umweltentlastung getan. Nunmehr werden Verhandlungen über eine Erdgasversorgung geführt mit dem Ziel, eine Umstellung auf diesen umweltfreundlichen Energieträger bis Ende 1990/Anfang 1991 zu erreichen.

Allgemeine Bemerkungen:

Neben der zu erwartenden großräumigen Entlastung von Schwefeldioxid im Unterinntal wurde bereits im Winter 1989/90 eine bedeutende Verringerung der Schwefeldioxidemissionen im Bereich des Hausbrandes durch den Einsatz von Heizöl leicht mit nur 0,20 % Schwefel und von Heizöl extra leicht mit nur 0,10 % Schwefel erreicht. Die ÖMV haben Anlagen zur Erzeugung dieser schwefelarmen Heizölsorten entwickelt, und mit 1. November 1989 war es möglich, ganz Tirol mit diesen umweltfreundlichen Brennstoffen zu versorgen. Gleichzeitig konnten aber auch andere Produzenten diese Heizölqualitäten liefern, sodaß wünschenswerte Konkurrenzverhältnisse erhalten blieben.

In Hinblick auf diese sehr erfreulichen Entwicklungen sowohl im Bereich Gewerbe/Industrie als auch des Hausbrandes ist zu erwarten, daß die Schwefeldioxidbelastung in Tirol aber insbesondere im Großraum Innsbruck-Kufstein eine weitere kräftige Verringerung erfahren wird.

6. Waldzustand und Immissionssituation - Bezirksergebnisse

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

6.1. Gesetzliche Grundlagen

Grundlage der Besprechung sind die in der Karte (Abb.6.1) eingezeichneten und mit den Zahlen 1 bis 20 numerierten Beurteilungsräume. Als Beurteilungsgrundlage dienen die Waldzustandsinventur 1989 sowie die Immissionsmeßergebnisse 1989 der langjährigen Luftschadstoffmessungen der Landesforstdirektion Tirol.

Da von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien die Nadelanalysenergebnisse 1989 noch nicht zur Gänze vorliegen, werden zur Beurteilung die Ergebnisse der Nadelanalysen sowohl aus dem Jahr 1988, als auch, soweit vorhanden, aus dem Jahr 1989 herangezogen.

Die zur Beurteilung herangezogenen Grenzwerte sind:

A) Schwefeldioxid (SO₂):

Die Grenzwerte laut 2.Forstverordnung, BGBl.Nr.199/1984 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 Emp-

findlichkeit der Fichte), werden bei Messungen an der Luft festgesetzt:

Schwefeldioxid (SO₂):

1. 97,5 Perzentil für den Halbstundenmittelwert (HMW) in den Monaten	
April bis Oktober	November bis März
0,07 mg/m ³	0,15 mg/m ³

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

2. Tagesmittelwert (TMW) in den Monaten	
April bis Oktober	November bis März
0,05 mg/m ³	0,10 mg/m ³

B) Stickoxid (NO₂):

a) Stickstoffdioxid (NO₂):

Die Österreichische Akademie der Wissenschaften hat im April 1987 Luftqualitätskriterien für Stickstoffdioxide 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 (µg/m ³).			
	HMW	TMW	JMW
zum Schutz des Menschen	105 (200)	52 (100)	-
zum Schutz der Vegetation	105 (200)	42 (80)	16 (30)
zum Schutz des Ökosystems	42 (80)	21 (40)	5 (10)

b) Stickstoffmonoxid(NO):

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

Halbstundenmittelwert	Tagesmittelwert
800 ppb (= 1000 µg/m ³)	400 ppb (= 500 µg/m ³)

C) Ozon (O₃):

Die Österreichische Akademie der Wissenschaften hat im August 1989 Luftqualitätskriterien für Ozon bekanntgegeben. Neben den Kriterien zum Schutz des Menschen wurden auch solche zum Schutz der Vegetation einschließlich empfindlicher Pflanzenarten festgelegt.

Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentration für Ozon = O ₃ in ppb:				
	HMW	1MW	8MW	Vegetationsperiode*
zum Schutz des Menschen	60	-	50	-
zum Schutz der Vegetation	150	75	30	30
*9.00-16.00 Uhr MEZ				
60 ppb entspricht 120 µg/m ³ (20C, 760 Torr).				

D) Kohlenmonoxid (CO):

Der Wissenschaftliche Beirat für Umwelthygiene im Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz hat im Jahr 1976 eine vorläufige Richtlinie Nr.1 - Kohlenmonoxid veröffentlicht. Die darin festgelegten Grenzwerte sind:

1-Stundenmittelwert	8-Stundenmittelwert
34 ppm	9 ppm

E) Schwermetall- u. andere Staubbelastrungen:

1. Die Grenzwerte laut 2.Forstverordnung sind:

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

	Monatsmittelwert	Jahresmittelwert
Magnesiumoxid = MgO	0,08 g/m ² /Tag	0,05 g/m ² /Tag
Kalسيومoxid = CaO	0,6 g/m ² /Tag	0,4 g/m ² /Tag

	Jahresmittelwert
Blei = Pb	2,5 kg/ha/Jahr
Zink = Zn	10,0 kg/ha/Jahr
Kupfer = Cu	2,5 kg/ha/Jahr
Cadmium = Cd	0,05 kg/ha/Jahr

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

2. Da für den Gesamtstaubbiederschlag in Österreich derzeit keine gesetzlichen Regelungen oder Empfehlungen vorliegen, werden zur Beurteilung die Grenzwerte der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung (gültig seit 1. März 1986) für den Staubbiederschlag herangezogen. Diese Grenzwerte sind:

	Jahresmittelwert
Staubbiederschlag insgesamt	200 mg/m ² /Tag
Blei im Staubbiederschlag	100 µg/m ² /Tag
Cadmium im Staubbiederschlag	2 µg/m ² /Tag
Zink im Staubbiederschlag	400 µg/m ² /Tag
Thallium im Staubbiederschlag	2 µg/m ² /Tag

3. Für die Staubbiederschlagkonzentration liegen derzeit keine Grenzwerte zum Schutz der Vegetation vor, daher wird auf die kombinierten SO₂- und Staubbiederschlagkonzentrationen der Tiroler Luftreinhalteverordnung, basierend auf den Empfehlungen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, verwiesen; diese sind:

Tiroler Luftreinhalteverordnung (Verordnung der Landesregierung vom 20. Dezember 1977 über die Festsetzung von Immissionsgrenzwerten und des höchstzulässigen Schwefelgehaltes fester Brennstoffe, LBGl.Nr. 5/78 in der Fassung der Novelle vom 1. Dezember 1987, LGBl.Nr. 68/87).

Die höchstzulässige Konzentration von Schwefeldioxid (SO₂) und Staub in der freien Luft beträgt

In der Zone I (2 Abs.1):		
Schwefeldioxid	in mg/m ³ Luft	
	April bis Oktober	November bis März
Tagesmittelwert	0,05	0,10
Halbstundenmittelwert	0,07	0,15
Staub		
Tagesmittelwert	in mg/m ³ Luft 0,12	

Die Überschreitung dieses Grenzwertes für Staub an sieben nicht aufeinanderfolgenden Tagen im Jahr gilt nicht als Luftbeeinträchtigung im Sinne des §1 des Luftreinhaltegesetzes.

in der Zone II (2 Abs.2):	
Schwefeldioxid	in mg/m ³ Luft
Tagesmittelwert	0,20
Halbstundenmittelwert	0,20

Die Überschreitung dieses Halbstundenmittelwertes dreimal pro Tag bis höchstens 0,50 mg SO₂/m³ Luft gilt nicht als Luftbeeinträchtigung im Sinne des §1 des Luftreinhaltegesetzes.

Staub	in mg/m ³ Luft
Tagesmittelwert	0,20

F) Nadelanalysen

Die Grenzwerte gemäß 2.Forstverordnung sind:

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

a) Geringere Schwefelgehalte als die in lit.b 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.

b) 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 % S i.d.Tr.	
1	0,08	0,11	
2	0,11	0,14	
3	0,14	0,17	
2. bei Fluor und Chlor			
Nadeljahrgänge	Gesamtfluor mg % F i.d.Tr.	Gesamtchlor % Cl i.d.Tr.	
1	0,8	0,1	
2	1,0	0,1	
3	1,0	0,1	
3. bei Ammoniak			
Nadeljahrgang 1	2,2 % i.d.Tr. Gesamtstickstoff		
4. bei Staub			
im Nadeljahrgang 1			
Phosphor	Kalium	Kalzium	Magnesium
0,3% i.d.Tr.	0,85% i.d.Tr.	0,9% i.d.Tr.	0,2% i.d.Tr.

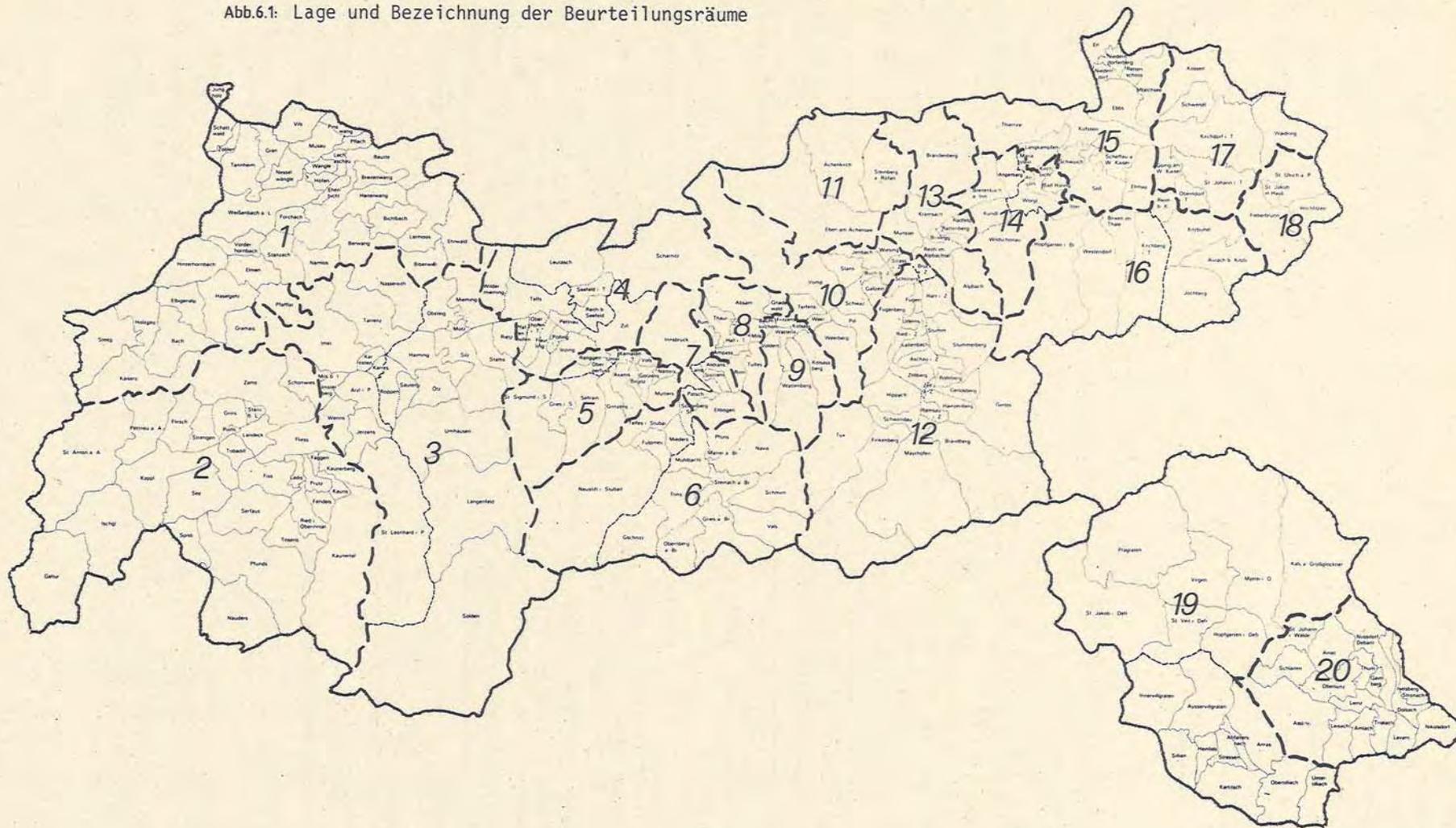
Neben diesen absoluten Werten ist auch das Verhältnis der Nährelemente zueinander (Nährelementquotient) zu berücksichtigen.

(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.6.1: Lage und Bezeichnung der Beurteilungsräume



Bezirk Reutte

BFI Lechtal, BFI Reutte

a) Waldzustand

Die Wälder des Bezirkes Reutte sind am stärksten von den Schädigungen betroffen. 62 % der Bäume über 60 Jahre sind nicht mehr gesund, 1984 waren es 43 %! Vor allem mittelstarke Schäden und weniger ausgeprägt auch starke Schäden haben seit 1984 zugenommen.

Der nördliche Teil des Bezirkes Reutte weist die stärksten Waldschäden auf (Zugspitzgebiet, Ammerwald, Talkessel Reutte). Im Lechtal sind vor allem die Taleingänge in die Seitentäler Rotlech, Namlos, Schwarzwasser und Hornbach betroffen.

Bei der Beurteilung der verschiedenen Baumarten sticht vor allem der alarmierende Krankheitszustand der **Tannen** ins Auge: 91 % der Außerferner Tannen sind verlichtet, 47 % leicht, 32 % mittel und 12 % stark geschädigt oder bereits abgestorben! Nur mehr jede elfte Tanne ist gesund.

Ähnlich bedroht sind die **Buchen**: Knapp drei Viertel sind krank, der Anteil stark geschädigter Buchen hat sich seit 1988 verdoppelt (von 4 % auf 8 %).

Die **Fichte** liegt mit 59 % Schadensanteil ebenfalls weit über dem Landesdurchschnitt von 36 %. Vor allem bei den mittelstark verlichteten Bäumen ist eine starke Zunahme festzustellen (von 16 % auf 21 %).

Die **Kiefer** hat insgesamt ihren Gesundheitszustand verbessert. Starke Schäden haben allerdings etwas zugenommen.

Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Reutte , Schadensentwicklung seit 1984						
Baumart	Jahr	Schadstufen (%-Anteil)				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelstark geschädigt	4+5 stark gesch. und 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
	1988	45	37	16	2	55
	1989	41	36	21	2	59
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
	1988	15	40	33	12	85
	1989	9	47	32	12	91
Kiefer	1984	72	25	-	3	28
	1985	66	26	5	3	34
	1986	60	28	10	2	40
	1987	37	53	9	1	63
	1988	37	49	11	3	63
	1989	43	45	8	4	57
Buche	1984	50	29	21	-	50
	1985	34	38	28	-	66
	1986	35	43	18	4	65
	1987	18	51	28	3	82
	1988	28	56	12	4	72
	1989	26	44	22	8	74
alle Baumarten	1984	57	24	16	3	43
	1985	49	32	16	3	51
	1986	44	35	17	4	56
	1987	40	42	16	2	60
	1988	42	39	16	3	58
	1989	38	38	21	3,5	62

b) Immissionssituation

1. Beurteilungsraum: Bezirk Reutte

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Untersuchungen des "Sauren Regens" bei der Meßstelle Wängle zeigen, daß sowohl hinsichtlich der Sulfat- als auch der Nitratbelastung im Jahr 1989 wesentlich höhere Einträge gemessen wurden als in den vorangegangenen Jahren seit 1983. *Dieser erhöhte Schadstoffeintrag geht nicht allein auf die im Sommer 1989 vermehrte Regenmenge zurück, sondern auch auf erneut erhöhte Schadstoffkonzentrationen im "sauren Regen"!*
- Die bayerische Meßstelle am Wank, welche als repräsentativ für stark nach Norden exponierte Hanglagen auch im Bezirk Reutte angesehen werden kann, zeigte im Jahr 1989 vorwiegend im Sommerhalbjahr, bei Winden aus nördlichen Richtungen, fallweise leicht erhöhte Schwefeldioxidbelastungen, die zumindest teilweise mit SO₂-Ferntransporten in Zusammenhang stehen. Die Schwefeldioxid-Grenzwerte der 2.Forstverordnung wurden dabei jedoch nicht überschritten.
- Die Nadelanalysen 1988 zeigten am Haldensee und an den Hanglagen östlich von Reutte Grenzwertüberschreitungen der Schwefelbelastung laut 2.Forstverordnung.
- Die Stickstoffmonoxid- und die Stickstoffdioxidbelastung bei der Meßstelle am Wank war im allgemeinen gering. Die Grenzwerte gemäß VDI und Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation und der Ökosysteme wurden eingehalten.
- Die Ozonbelastung lag bei den Meßstellen am Wank und auf der Zugspitze im Durchschnitt gleich hoch, jedoch die Maximalwerte lagen bei der Meßstelle am Wank höher als bei der Meßstelle am Zugspitzgipfel. Bei beiden Meß-

stellen wurden Ozonbelastungen gemessen, welche bis zum 3-fachen über jenen Richtwerten liegen, welche die Österreichische Akademie der Wissenschaften zum Schutz der empfindlichen Vegetation festgelegt hat.

- Insgesamt ist wegen der neuerdings stark gestiegenen Belastung durch saure Niederschläge und der weiterhin hohen Oxidantienbelastung mit einer erheblichen Gefährdung der empfindlichen Vegetation, insbesondere im Bereich der höher gelegenen Hanglagen, zu rechnen.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Meßstelle Wängle

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

Nasser Niederschlag: Die seit Ende 1983 bis 1989 festgestellten Schadstoffeinträge sind in der folgenden Tabelle angeführt.

Bei gegenüber 1987/88 gleichgebliebenen Jahresniederschlagssummen wurde 1988/89 eine überaus deutliche Steigerung des Schadstoffeintrages an Sulfatschwefel (SO₄²⁻/S) und Nitratstickstoff (NO₃⁻/N) festgestellt. Dies ist umso bemerkenswerter, als die bisherige Entwicklung einen eher abnehmenden Schadstoffgehalt in der nassen Deposition angezeigt hat. Die quartalsmäßige Aufschlüsselung zeigt, daß im Herbst (Oktober, November, Dezember) 1988 und im Sommer (Juli, August, September) 1989 gegenüber dem jeweiligen Vergleichszeitraum des vorhergehenden Jahres stark belastete Niederschlagsereignisse stattgefunden haben.

Mit Ausnahme des Eintrages an freier Säure (H⁺) wurden in Reutte somit im Berichtsjahr die höchsten Jahresdepositionen und die höchsten Mittelwerte der Konzentration bei den Schadstoffen Sulfatschwefel, Nitratstickstoff und Ammoniumstickstoff seit Meßbeginn gemessen.

Nasse Deposition					
Eintrag im Zeitraum 01.10.1983 bis 30.09.1989					
Station Jahr	Niederschlag (mm)	H ⁺ (g/m ²)	NH ₄ ⁺ /N (g/m ²)	NO ₃ ⁻ /N (g/m ²)	SO ₄ ²⁻ /S (g/m ²)
Reutte					
1983/84	1117	0,032	0,48	0,39	0,74
1984/85	1348	0,026	0,58	0,40	0,66
1985/86	1366	0,036	0,46	0,40	0,67
1986/87	1424	0,033	0,51	0,40	0,54
1987/88	1447	0,024	0,50	0,49	0,64
1988/89	1467	0,018	0,69	0,58	0,98

Seit vielen Jahren betreibt das Fraunhofer-Institut für atmosphärische Umweltforschung in Garmisch-Partenkirchen **Meßstellen am Wank und am Zugspitzgipfel**. Die Ergebnisse dieser Messungen aus dem Jahr 1989 wurden uns freundli-

cherweise vom Fraunhofer-Institut zur Verfügung gestellt und sind in den folgenden Tabellen in der gleichen Weise aufgearbeitet und wiedergegeben, wie die Ergebnisse der landeseigenen Luftschadstoffmeßstellen.

Meßstelle: Garmisch - Partenkirchen - Wank									
Lage: 1776 m ü.d.M./Gipfelage/alpines Grünland									
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,01	-	S:0,04 (0,05) W:0,02 (0,10)	-	-	S:0,09 (0,14) W:0,08 (0,30)	S:0,03 (0,07) W:0,01 (0,14)	2. FVO. eingehalten
NO (ppb)	1-12/89	1	-	3 (400)	-	-	24 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/89	2 (Veg.: 16) (Öko.: 5)	-	5 (Veg.: 42) (Öko.: 21)	-	-	28 (Veg.:105) (Öko.: 42)	-	ÖAW Veg. eingehalten ÖAW Öko. eingehalten
O ₃ (ppb)	1-12/89	49	52 (30)	85	105 (30)	108 (75)	109 (150)	-	ÖAW Veg. überschritten
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe S Sommer (April - Oktober) W Winter (November - März) 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984 VDI 2310 Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure ÖAW Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.) 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert jeweils angegebener Grenzwert überschritten									

Meßstelle: Zugspitze									
Lage: 2962 m ü.d.M./Gipfelage/hochalpine Felsregion									
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
O ₃ (ppb)	1-12/89	49	52 (30)	77	98 (30)	104 (75)	104 (150)	-	ÖAW Veg. überschritten
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe ÖAW Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.) jeweils angegebener Grenzwert überschritten									

Am 22. November 1989 wurde am Wank, wie bei der Hochgebirgsmeßstelle Seegrube, im dritten Tagesdrittel für wenige Stunden eine erhöhte Stickstoffmonoxidbelastung von bis zu 24 ppb und eine Stickstoffdioxidbelastung bis zu 28 ppb gemessen. Gleichzeitig ist die Ozonbelastung sowohl am Wank als auch auf der Zugspitze ähnlich wie bei allen anderen Hochgebirgsmeßstellen in Tirol (Innsbruck-Seegrube, Seefeld-Roßhütte, Mayrhofen-Ahorn) für Stunden auf die Nachweisgrenze abgesunken, was bei einer emittentenfernen Hochgebirgsmeßstelle ungewöhnlich ist. Während dieses Ereignisses herrschten Winde aus nördlicher Richtung vor. Ein großräumiger Stickoxidfernttransport ist daher anzunehmen.

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1988 weisen im Lechtal eine Grenzwertüberschreitung am Haldensee auf. 1989 wurden keine Grenzwertüberschreitungen, jedoch leicht erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln in Martinau und im Madautal festgestellt.

Im Raum Reutte traten 1988 an 4 Probepunkten (Steineberg, Sonnenbichl, Sindebühel und Stegerberg) Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung auf. Leicht erhöhte Schwefelbelastungen wurden bei den Probepunkten Niederwängle und oberhalb Säurekocherei ermittelt. Für 1989 wurde beim Grundnetz des Österreichischen Bioindikatornetzes keine erhöhte Schwefelbelastung festgestellt.

Bezirk Landeck

BFI Landeck, BFI Ried

a) Waldzustand

Mit 29 % geschädigter Waldfläche liegt der Bezirk Landeck deutlich unter dem Landesdurchschnitt von 37 %. Diese Tatsache darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß sich der Waldzustand seit 1984 (11 %) rapid verschlechtert hat. Die Zunahme ist vor allem auf Vitalitätsminderungen bei Lärche und Kiefer zurückzuführen, bei der Fichte ist sie nicht so deutlich ausgeprägt.

b) Immissionssituation

2. Beurteilungsraum: Bezirk Landeck

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Vereinzelte Grenzwertüberschreitungen laut 2.Forstverordnung in Landeck, Tösens, im

Paznaun und in Starckenbach weisen auf eine lokal etwas erhöhte Schwefelbelastung hin; eine Häufung von zahlreichen Grenzwertüberschreitungen, wie sie in anderen Ballungsräumen Tirols anzutreffen ist, ist im Bezirk Landeck nicht festgestellt worden.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Grenzwertüberschreitungen gemäß 2.Forstverordnung wurden 1988 in Galtür (Pritzenalm), in Landeck (Hasliwald), in Tösens sowie bei Starckenbach (oberhalb Fröschl) festgestellt. Leicht erhöhte Schwefelwerte traten auch noch in der Gander-Au, beim Thiallift-Bergstation und auf der Labaunalpe auf.

Im Jahre 1989 wurde abermals in Galtür (Pritzenalm) eine Grenzwertüberschreitung festgestellt. Leicht erhöhte Schwefelgehalte in den Fichtennadeln wurden auf der Labaunalpe und beim Thiallift-Bergstation ermittelt. Die Nadelproben aus abgelegeneren Seitentälern lassen auf keine bzw. nur fallweise geringe Schwefelbelastung schließen.

Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Landeck, Schadensentwicklung seit 1984.						
Baumart	Jahr	Schadstufen (%-Anteil)				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelstark geschädigt	4+5 stark gesch. und tot	
Fichte	1984	88	7	4	0,5	12
	1985	77	18	5	0,5	23
	1986	75	21	3	-	25
	1987	75	22	3	-	25
	1988	78	19	2	1	22
	1989	72	23	3	1,4	28
Lärche	1984	97	2	-	1	3
	1985	83	16	-	1	17
	1986	83	16	0,5	1	17
	1987	75	23	1	1	25
	1988	81	18	1	-	19
	1989	63	34	2,5	0,8	37
Kiefer	1984	94	6	-	-	6
	1985	82	14	4	-	18
	1986	81	14	5	-	19
	1987	78	22	-	-	22
	1988	75	25	-	-	25
	1989	68	29	3,5	-	32
alle Baumarten	1984	89	7	4	1	11
	1985	77	18	4	1	23
	1986	77	20	3	-	23
	1987	75	22	2	-	25
	1988	78	20	2	1	22
	1989	71	24	3	1,2	29

Bezirk Imst

BFI Imst, BFI Silz

a) Waldzustand

Der Anteil der geschädigten Waldfläche liegt mit 26 % deutlich unter dem Landesdurchschnitt von 37 %.

Seit 1984 hat bei allen Baumarten die Vitalität nachgelassen, am ausgeprägtesten bei Lärche und Kiefer. Der Zustand der Fichten ist seit 1984 ziemlich konstant geblieben, bei der Zirbe seit 1985. Die Hauptindikatorbaumart Fichte weist mit rund einem Drittel auch am meisten Schäden auf, es folgen die Kiefer mit 26 %, die Lärche mit 18 % und die Zirbe mit 5 %.

b) Immissionsituation

3. Beurteilungsraum: Bezirk Imst

ZUSAMMENFASSEND BEURTEILUNG:

- Die Nadelanalysen 1988 zeigen besonders im *Einflußbereich der Imster Industriezone zahlreiche Grenzwertüberschreitungen für Schwefel* laut 2. Forstverordnung. Lokal erhöhte Schwefelbelastungen sind auch im Pirchat und südlich von Telfs sowie in Niederthai festgestellt worden.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Schwefel:

1988 wurden insbesondere im Bereich Imst an den Meßstellen Arzl i.P. (an der nach Imst gerichteten Hanglage), Arzler Wald, Imsterau, Brennbichl und oberhalb Schindler sowie in Silz (Pirchatwald), Telfs (südlich Föger) und in Niederthai Grenzwertüberschreitungen bei Schwe-

Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Imst, Schadensentwicklung seit 1984						
Baumart	Jahr	Schadstufen (%-Anteil)				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelstark geschädigt	4+5 stark gesch. und tot	
Fichte	1984	66	23	9	2	34
	1985	68	26	4	1,5	32
	1986	65	27	6	2	35
	1987	63	30	6	1	37
	1988	70	25	4	1	30
	1989	68	25	5,5	1,2	32
Lärche	1984	100	-	-	-	-
	1985	89	10	-	-	11
	1986	90	10	-	-	10
	1987	70	29	1	-	30
	1988	82	18	-	-	18
	1989	82	18	-	-	18
Kiefer	1984	92	7	-	1	8
	1985	73	25	2	-	27
	1986	71	28	1	1	29
	1987	58	41	1	-	42
	1988	65	30	5	-	35
	1989	74	25	1	-	26
Zirbe	1984	100	-	-	-	-
	1985	93	7	-	-	7
	1986	91	9	-	-	9
	1987	96	4	-	-	4
	1988	94	6	-	-	6
	1989	95	5	-	-	5
alle Baumarten	1984	80	13	5	1	20
	1985	75	22	2	1	25
	1986	73	23	3	1	27
	1987	67	29	4	-	33
	1988	73	23	3	0,4	27
	1989	74	22	3	0,7	26

fel laut 2. Forstverordnung festgestellt. Leicht erhöhte Schwefelgehalte in den Fichtennadeln wurden bei der Ostersteinsiedlung, am Locherboden und am Haimingerberg gemessen.

1989 konnte beim Grundnetz des Österreichischen Bioindikatornetzes zwar keine Grenzwertüberschreitung festgestellt werden, doch traten erhöhte Schwefelwerte in Arzl i.P. und in Längenfeld auf.

Bezirke Innsbruck-Land und Innsbruck-Stadt

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

a) Waldzustand

Der Waldzustand im Raum Innsbruck hat sich seit 1987 Jahr für Jahr etwas gebessert (2 %-Punkte pro Jahr). Seit 1988 hat sich der Gesundheitszustand der Buchen und Kiefern deutlich, der der Fichten geringfügig verbessert. Das Ausmaß der Schäden bei Tanne und Lärche ist annähernd konstant geblieben.

Die Schäden konzentrieren sich auf das Karwendelgebiet, das Wipptal (vor allem entlang der Autobahn) und den Großraum Innsbruck. Mit 35 % Schadensfläche liegen die Bezirke Innsbruck-Stadt und Innsbruck-Land im Mittelfeld.

b) Immissionsituation

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

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidmessungen bei der Roßhütte an einem nach Nordwest exponierten Hang innerhalb der Nördlichen Kalkalpen zeigten nur vereinzelt leicht erhöhte Schwefeldioxidbelastungen durch Schadstoffentransporte, wobei im Jahr 1989 die Grenzwerte der 2. Forstverordnung eingehalten wurden.

Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre in den Bezirken Innsbruck-Stadt und Innsbruck-Land, Schadensentwicklung seit 1984						
Baumart	Jahr	Schadstufen (%-Anteil)				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelstark geschädigt	4+5 stark gesch. und tot	
Fichte	1984	62	32	6	-	38
	1985	68	26	6	-	32
	1986	61	33	6	-	39
	1987	64	29	7	-	36
	1988	65	28	6	0,3	35
	1989	67	25	7	0,8	33
Tanne	1984	40	50	9	1	60
	1985	34	57	8	1	66
	1986	49	46	5	-	51
	1987	40	52	7	1	60
	1988	42	48	8	2	58
	1989	41	52	5	2	59
Lärche	1984	88	11	-	1	12
	1985	79	19	2	-	21
	1986	65	31	3	1	35
	1987	72	26	2	-	28
	1988	69	27	4	-	31
	1989	69	27	4	0,6	31
Kiefer	1984	65	32	-	3	35
	1985	54	33	11	2	46
	1986	44	44	10	2	56
	1987	34	52	12	2	66
	1988	52	32	16	-	48
	1989	57	33	10	-	43
Buche	1984	47	40	10	3	53
	1985	58	32	9	1	42
	1986	50	37	13	-	50
	1987	38	44	17	1	62
	1988	37	44	19	-	63
	1989	46	35	18	1	54
alle Baumarten	1984	67	28	4	1	33
	1985	68	26	5	1	32
	1986	60	34	5	1	40
	1987	61	31	7	1	39
	1988	63	30	7	0,3	37
	1989	65	27	7	0,7	35

- Bei derselben Meßstelle erreichte die **Ozonbelastung**, insbesondere im Sommerhalbjahr, stark erhöhte Werte, wobei die Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der empfindlichen Vegetation teilweise um mehr als das Dreifache überschritten wurden.
- Die **Nadelanalysen** auf Schwefel zeigten 1988 in Zirl-Meilbrunnen, in Inzing und in Neuleutasch Grenzwertüberschreitungen gemäß 2.Forstverordnung.
- Bei der Messung der **Staubniederschlagsbelastung** im Raum Inzing bis Unterperfuß wurde nur eine mäßige Gesamt-Staubniederschlagsbelastung festgestellt, wobei die Grenzwerte laut Schweizer Luftreinhalteverordnung eingehalten wurden.
- Die **Zinkbelastung** im Staubniederschlag war in einem an eine Verzinkerei anschließenden Feld erhöht, sodaß zwar die Grenzwerte laut Schweizer Luftreinhalteverordnung für Zink

im Staubniederschlag überschritten wurden, jedoch die in Österreich gültigen Grenzwerte laut 2.Forstverordnung, welche deutlich höher angesetzt sind, eingehalten wurden.

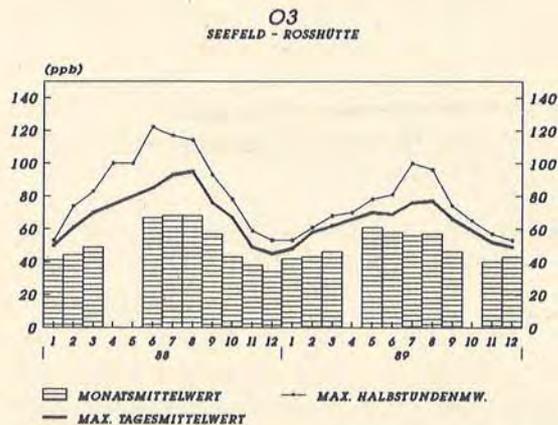
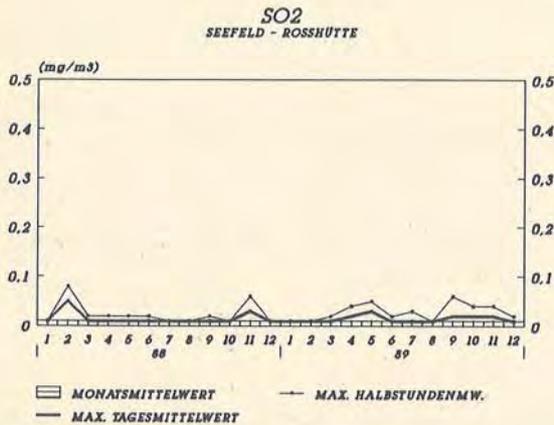
- Die Analyse der **Chloridbelastung** der Fichtennadeln ergab im Jahr 1989 im Gegensatz zu 1988 einige erhöhte Werte im Bereich Inzing und Umgebung und eine Grenzwertüberschreitung gemäß 2.Forstverordnung am Reißenden Ranggen.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Meßstelle **Roßhütte**

Auch bei der Meßstelle Roßhütte ist, wie bei anderen Hochgebirgsmessstellen in Tirol und Bayern die O₃-Belastung am 22. November 1989 gegen Abend vorübergehend auf die Nachweisgrenze abgesunken, was bei Hochgebirgsmessstellen sehr ungewöhnlich ist. (siehe Meßstelle Wank, Zugspitze, Innsbruck-Seeegrube, Mayrhofen-Ahorn)

Meßstelle: Seefeld - Roßhütte										
Lage: 1730m ü.d.M./Hanglage/hochalpines Grünland										
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte	
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,01	-	S:0,03 (0,05) W:0,02 (0,10)	-	-	S:0,06 (0,14) W:0,04 (0,30)	S:0,02 (0,07) W:0,01 (0,14)	2. FVO. eingehalten	
O ₃ (ppb)	1-3/89 5-12/89	49*	54 (30)	77	92 (30)	98 (75)	100 (150)	-	ÖAW Veg. überschritten	
()	Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie									
•	unvollständige Meßreihe									
S	Sommer (April - Oktober)									
W	Winter (November - März)									
2. FVO	Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984									
ÖAW	Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.)									
Tir. LRVO.	Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87									
	jeweils angegebener Grenzwert überschritten									



Staubmeßnetz Inzing:

Staubniederschlagsmessungen in Inzing und Unterperfuß Oktober 1988 bis Oktober 1989		
Meßstelle	Gesamtstaubniederschlag Jahresmittelwert in g/m ² /Tag	Zink im Staubniederschlag in kg/ha/Jahr
Inzing Hangfuß	0,10	0,8
Inzing westlich von Verzinkerei	0,08	3,4
Inzing östlich von Verzinkerei	0,08	1,0
Unterperfuß	0,12	0,6
Grenzwert 2. Forstverordnung	-	2,5
Grenzwert Schweizer Luftreinhalteverordnung	0,20	1,46

*Unvollständige Meßreihe, auf ein volles Jahr hochgerechnet

Nadelanalysen:

Schwefel:

Beim Meßpunkt Zirl-Meilbrunnen am Talboden des Inntales sowie östlich vom Schermerhof und in Neuleutasch wurden 1988 erneut Grenzwertüberschreitungen bei Schwefel gemäß 2. Forstverordnung festgestellt.

In Seefeld (Roßhütte) wurden leicht erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln ermittelt.

Beim Grundnetz des Österreichischen Bioindikatornetzes wurden 1989 lediglich leicht erhöhte Schwefelwerte festgestellt.

Chlorid:

Die Grenzwerte gemäß 2. Forstverordnung wurden bei den Analysen des Grundnetzes des Österreichischen Bioindikatornetzes für 1989 beim Probepunkt Zirl-Meilbrunnen erreicht, aber nicht überschritten. Dagegen ergaben die

Chloridanalysen beim Tiroler Netz für 1989 eine Grenzwertüberschreitung gemäß 2. Forstverordnung beim Probepunkt zwischen Unterperfuß und Blachfeld sowie leicht erhöhte Chloridwerte in den Fichtennadeln bei den Probepunkten Blachfeld, südwestl. Blachfeld und südöstl. Zimmermann.

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

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Beim Adelshof bei Axams wurden 1988 erneut die Schwefelgrenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten; der Wirkungsgrad der Abgasreinigung der Ziegelei des Landesgefängnisses kann erst nach Vorliegen aller Ergebnisse aus 1989 beurteilt werden.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Schwefel:

1988 traten südlich des Adelshofes bei Axams und bei der Meßstelle Ziegelstadel Grenzwertüberschreitungen gemäß 2.Forstverordnung auf. Leicht erhöhte Schwefelgehalte weisen die Nadelproben von Tiefental auf; 1989 auch von Auberkreith.

Fluor:

Der Erfolg der Abgasreinigungsanlage im Bereich des Landesgefängnisses ist erst nach Vorliegen der Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahre 1989 bewertbar. Es traten 1988 bei der Meßstelle Ziegelstadel im zweiten Nadeljahrgang Grenzwertüberschreitungen gemäß 2.Forstverordnung auf.

Chlorid:

1989 traten bei den Meßstellen Ziegelstadel und an der Kuppe des Eichleitwegs Grenzwertüberschreitung laut 2.Forstverordnung auf.

6. Beurteilungsraum: Stubaital und Wipptal

ZUSAMMENFASSENDER BEURTEILUNG:

- Die Nadelanalysen im Einflußbereich der Brennerautobahn zeigen 1988 bzw. 1989 erneut *grenzwertüberschreitende Belastungen durch Schwefel (Diesel) und insbesondere durch Streusalz*, wo die Grenzwertüberschreitungen sogar bis zu 500 % betragen.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Entlang der Brennerautobahn traten 1988 beim Profil Lueg erneut Grenzwertüberschreitungen laut 2.Forstverordnung auf. Leicht erhöhte Schwefelgehalte weisen die Probestellen Neustift und Innervals auf.

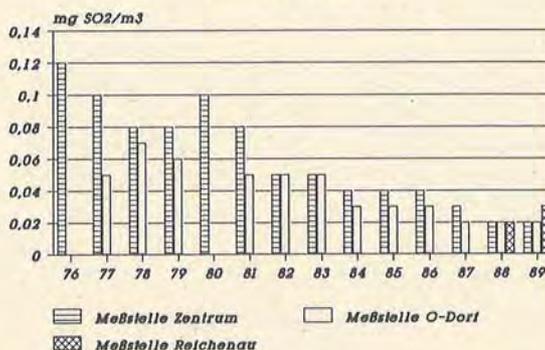
Chlorid:

Die Chloridanalysen beim Profil Lueg ergaben sowohl für 1988 als auch 1989 zum Teil sogar massive Grenzwertüberschreitungen laut 2.Forstverordnung. Die starke Belastung der Waldbestände entlang der Brennerautobahn durch Streusalz wird somit erneut dokumentiert (Grenzwerte bis zu 500 % überschritten).

7. Beurteilungsraum: Landeshauptstadt Innsbruck und östliches Mittelgebirge

ZUSAMMENFASSENDER BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidbelastung lag wohl auch witterungsbedingt im Jahr 1989 etwas höher als im Vorjahr. Dabei wurden bei den Meßstellen Innsbruck-Zentrum-(Fallmerayerstraße) und Innsbruck/O-Dorf die Grenzwerte der 2.Forstverordnung gerade noch eingehalten, während sie bei der Meßstelle Innsbruck-Andechsstraße in den Wintermonaten wiederholt überschritten wurden.

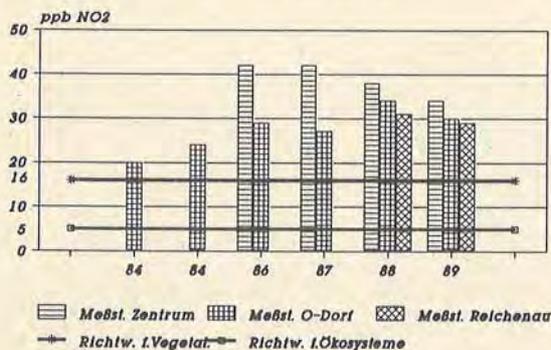
SO₂-Jahresmittelwerte
Innsbruck 1976-1989

- Der immer noch etwas erhöhten Schwefeldioxidbelastung im Raum Innsbruck entspricht auch die 1988 erhöhte Schwefelbelastung in den Fichtennadeln bei den talnahen Hanglagen und im Raum Igl, wobei die Grenzwerte der 2.Forstverordnung überschritten wurden.
- Hinsichtlich der Schwebstaubbelastung wurden im Jahr 1989 bei den Meßstellen Andechsstraße und Innsbruck-Zentrum die für Innsbruck vorgesehenen Grenzwerte der Zone II eingehalten, im Olympischen Dorf sogar jene der Zone I.
- Die Stickstoffmonoxidbelastung war in Innsbruck bei allen Meßstellen 1989 höher als 1988. Bei den Meßstellen im Olympischen Dorf und in der Fallmerayerstraße wurden die Grenzwerte gemäß VDI-Richtlinie 2310 eingehalten, während bei der Meßstelle in der Andechsstraße diese Grenzwerte im Hochwinter wiederholt deutlich überschritten wurden. Auf der Seegrube lagen die Stickstoffmonoxidbe-

stungen wesentlich niedriger als im Talkessel von Innsbruck, trotzdem sind häufig merklich erhöhte Stickstoffmonoxidwerte auf der Seegrube durch Hangaufwinde aus dem Inntal festgestellt worden.

- Die **Stickstoffdioxidbelastung** ist bei allen Innsbrucker Meßstellen im Jahr 1989 gegenüber dem Vorjahr zwar etwas zurückgegangen, liegt im Jahresmittel aber immernoch beim doppelten jenes Grenzwertes, welchen die Österreichische Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation festgelegt hat. Die Richtwerte zum Schutz der empfindlichen Ökosysteme werden bei den städtischen Meßstellen sogar um bis zum 6-fachen überschritten. Bei der Meßstelle Seegrube, im Bereich der Waldgrenze, wurden zwar die Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation eingehalten, jene zum Schutz der Ökosysteme wurden jedoch nur ganz knapp eingehalten. Im Bereich der mittleren und unteren Hanglagen des Innsbrucker Talkessels ist daher mit einem Überschreiten dieser Grenzwerte zu rechnen.

NO₂-Jahresmittelwerte
Innsbruck 1984-1989



- Ganzjährig wurden im Innsbrucker Talkessel Stickstoffdioxidbelastungen gemessen, die gemeinsam mit Kohlenwasserstoffen zu einem erhöhten Photooxidantienbildungspotential führen.
- Die **Ozonbelastung** war im Innsbrucker Talkessel zwar infolge des sonnenarmen und sehr verregneten Sommers 1989 geringer als im Vorjahr, trotzdem wurden die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der empfindlichen Vegetation

festgelegten Grenzwerte teilweise fast bis zum 3-fachen überschritten - bei der Meßstelle Innsbruck-Seegrube war die Ozonbelastung im Jahresdurchschnitt noch wesentlich höher, und die Spitzenbelastungen lagen teilweise um mehr als das 3-fache über diesen Grenzwerten.

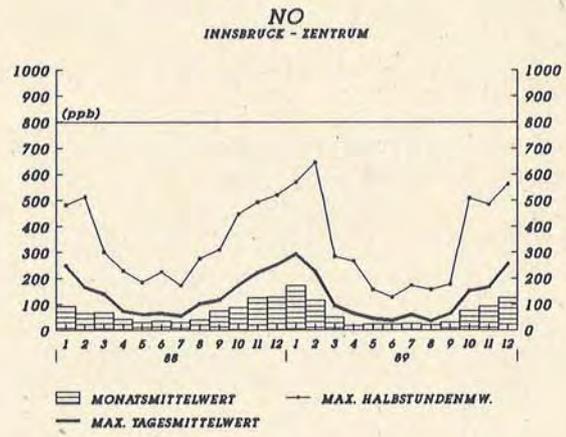
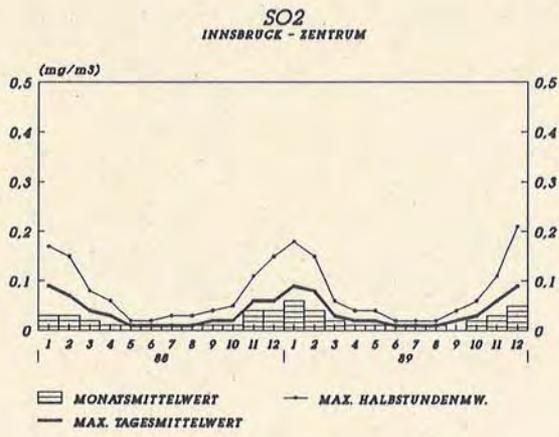
- Hinsichtlich der **Kohlenmonoxidbelastung** wurden bei den Meßstellen Innsbruck-Zentrum und Innsbruck-ODorf im jeweiligen Untersuchungszeitraum die Grenzwerte der vorläufigen Richtlinie Nr.1 eingehalten, während diese Grenzwerte im Hochwinter bei der Meßstelle Innsbruck-Andechsstraße fallweise überschritten wurden. Diese Überschreitungen traten wiederholt zeitgleich mit stark erhöhten Stickstoffmonoxidkonzentrationen im Verlauf von ausgeprägten Inversionswetterlagen auf.
- Die **Staubniederschlagsmessungen** im Raum Innsbruck zeigten bei mehreren Meßstellen einen Rückgang der Belastung gegenüber dem Vorjahr, wobei im Jahr 1989 bei keiner Meßstelle eine Grenzwertüberschreitung gemäß Schweizer Luftreinhalteverordnung eingetreten ist. Auch im Jahr 1989 waren jene Staubniederschlagsmeßstellen niedriger belastet, welche durch Hecken oder Grünanlagen vom unmittelbaren Einfluß viel befahrener Straßen geschützt waren.
- Die **Bleibelastung** im Staubniederschlag war in den durch Hecken oder Grünanlagen vom unmittelbaren Straßenverkehr geschützten Meßstellen merklich niedriger, während im Bereich der stark verkehrsbelasteten Meßstellen wie z.B. vor dem Landesgericht und in der Andechsstraße sowie bei der Hungerburgtalstation die Grenzwerte laut Schweizer Luftreinhalteverordnung erreicht wurden; die viel höher angesetzten Grenzwerte der 2. Forstverordnung wurden eingehalten.

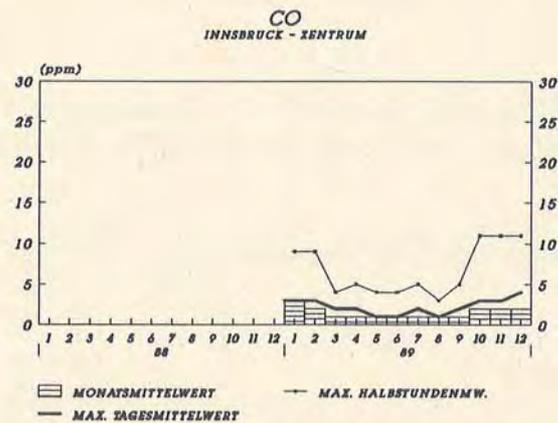
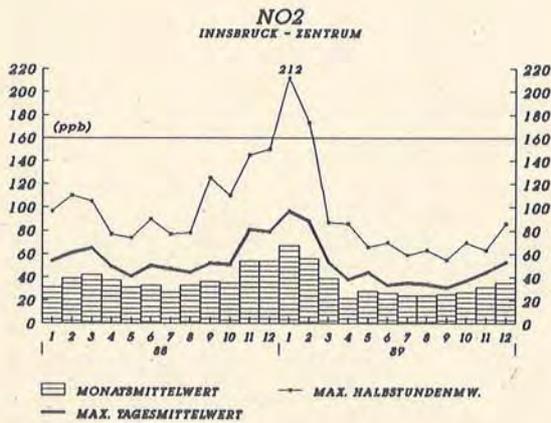
- Insgesamt ist die Vegetation im Bereich des Talkessels von Innsbruck am Talboden und im Bereich der unteren Hanglagen vorwiegend durch primäre Luftschadstoffe wie Stickoxide und in gewissen Gebieten auch durch Schwefeldioxid gefährdet, während vom Talboden bis zu den oberen Hanglagen die sekundären Luftschadstoffe wie das Ozon zu Beeinträchtigungen der empfindlichen Vegetation führen.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Meßstelle: Innsbruck - Fallmerayerstraße - Zentrum Lage: 580m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet									
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,02	-	S:0,03 (0,05) W:0,09 (0,10)	-	-	S:0,06 (0,14) W:0,21 (0,30)	S:0,04 (0,07) W:0,13 (0,14)	2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/89	0,04	-	0,16 (Zone II 0,20)	-	-	-	-	Tir. LRVO II eingehalten
NO (ppb)	1-12/89	63	-	293 (400)	-	-	645 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/89	34 (Veg.: 16) (Öko.: 5)	-	97 (Veg.: 42) (Öko.: 21)	-	-	212 (Veg.:105) (Öko.: 42)	-	ÖAW Veg. überschritten ÖAW Öko. überschritten
CO (ppm)	1-12/89	1	-	4	8 (9)	11 (34)	11	-	V. Richt. 1 eingehalten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe
 * Sommer (April - Oktober)
 S Winter (November - März)
 W Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984
 2. FVO Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure
 VDI 2310 Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.)
 ÖAW Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87
 Tir. LRVO. Vorläufige Richtlinie Nr.1 Kohlenmonoxid lt. wissenschaftlichem Beirat für Umwelthygiene im Bundesministerium E.G.u.U.
 V.Richt.1 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 [gestrichelt] jeweils angegebener Grenzwert überschritten





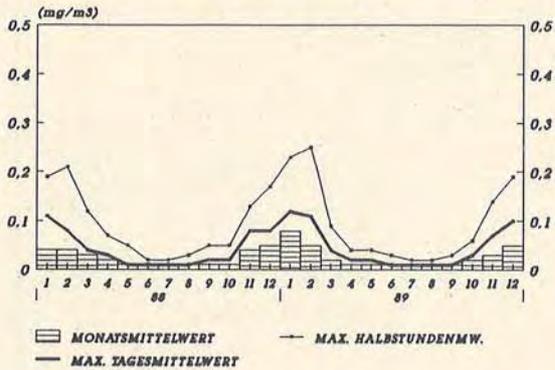
Meßstelle: Innsbruck - Andechsstraße - Reichenau
Lage: 570m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,03	-	S:0,03 (0,05) W:0,12 (0,10)	-	-	S:0,06 (0,14) W:0,25 (0,30)	S:0,04 (0,07) W:0,17 (0,14)	2. FVO. überschritten
Staub (mg/m ³)	1-12/89	0,05	-	0,17 (Zone II: 0,20)	-	-	-	-	Tir. LRVO II eingehalten
NO (ppb)	1-12/89	85	-	429 (400)	-	-	991 (800)	-	VDI 2310 überschritten
NO ₂ (ppb)	1-12/89	29 (Veg.: 16) (Öko.: 5)	-	86 (Veg.: 42) (Öko.: 21)	-	-	161 (Veg.:105) (Öko.: 42)	-	ÖAW Veg. überschritten ÖAW Öko. überschritten
O ₃ (ppb)	1-12/89	16	42 (30)	68	84 (30)	95 (75)	97 (150)	-	ÖAW Veg. überschritten
CO (ppm)	1-12/89	2	-	7	11 (9)	16 (34)	16	-	V. Richt. I überschritten

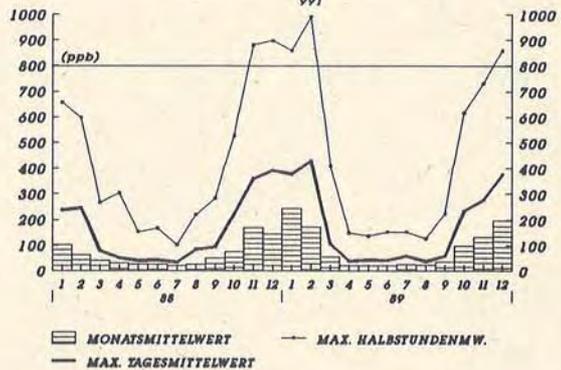
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984
 VDI 2310 Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure
 ÖAW Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.)
 Tir. LRVO. Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87
 V.Richt.1 Vorläufige Richtlinie Nr.1 Kohlenmonoxid lt. wissenschaftlichem Beirat für Umwelthygiene im Bundesministerium f.G.u.U.
 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert

□ jeweils angegebener Grenzwert überschritten

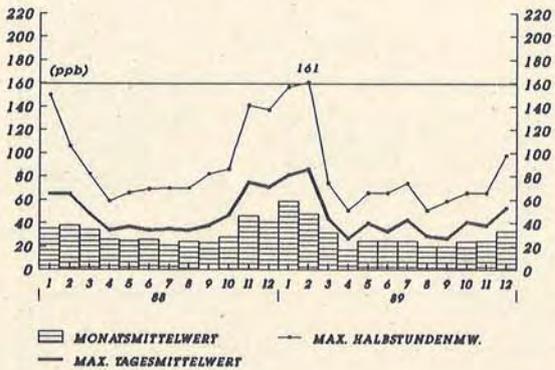
SO₂
INNSBRUCK - ANDECHSSTRASSE



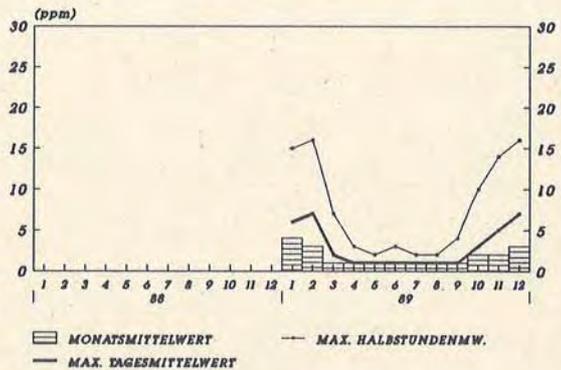
NO
INNSBRUCK - ANDECHSSTRASSE



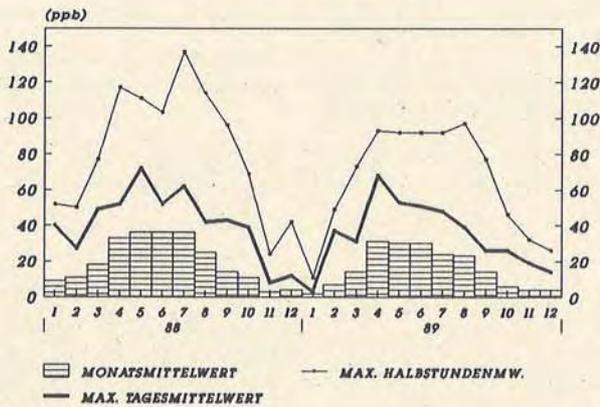
NO₂
INNSBRUCK - ANDECHSSTRASSE



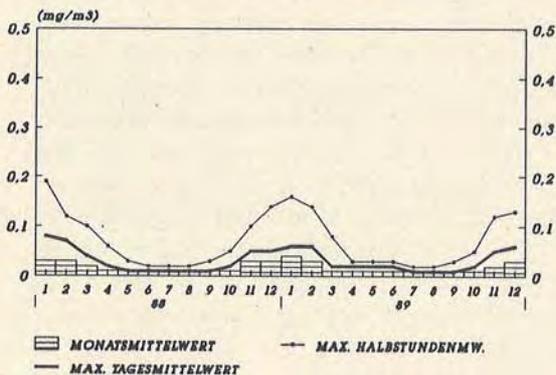
CO
INNSBRUCK - ANDECHSSTRASSE



O₃
INNSBRUCK - ANDECHSSTRASSE



SO₂
INNSBRUCK - OLYMPISCHES DORF



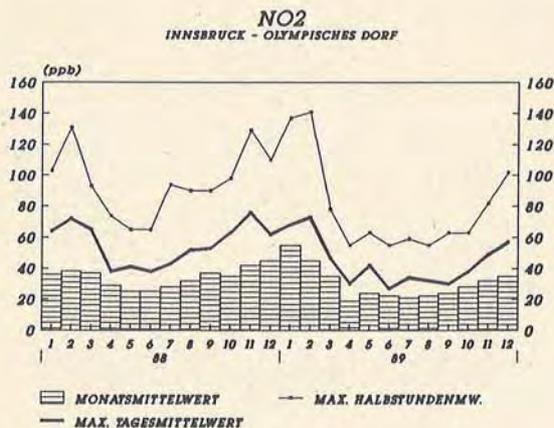
NO
INNSBRUCK - OLYMPISCHES DORF



Meßstelle: Innsbruck - An der Lan Straße - Olympisches Dorf -									
Lage: 570m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet									
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,02	-	S:0,02 (0,05) W:0,06 (0,10)	-	-	S:0,05 (0,14) W:0,16 (0,30)	S:0,03 (0,07) W:0,11 (0,14)	2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/89	0,04	-	0,11 (Zone I 0,12)	-	-	-	-	Tir. LRVO I eingehalten
NO (ppb)	1-12/89	50	-	229 (400)	-	-	507 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/89	30 (Veg.: 16) (Öko.: 5)	-	73 (Veg.: 42) (Öko.: 21)	-	-	141 (Veg.:105) (Öko.: 42)	-	ÖAW Veg. überschritten ÖAW Öko. überschritten
CO (ppm)	1-12/89	2*	-	4	6 (9)	15 (34)	20	-	V. Richt. 1 eingehalten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984
 VDI 2310 Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure
 ÖAW Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.)
 Tir. LRVO. Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87
 V.Richt.1 Vorläufige Richtlinie Nr.1 Kohlenmonoxid lt. wissenschaftlichem Beirat für Umwelthygiene im Bundesministerium f.G.u.U.
 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert

jeweils angegebener Grenzwert überschritten

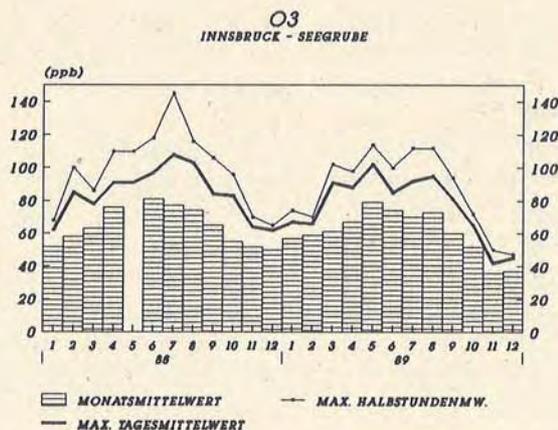
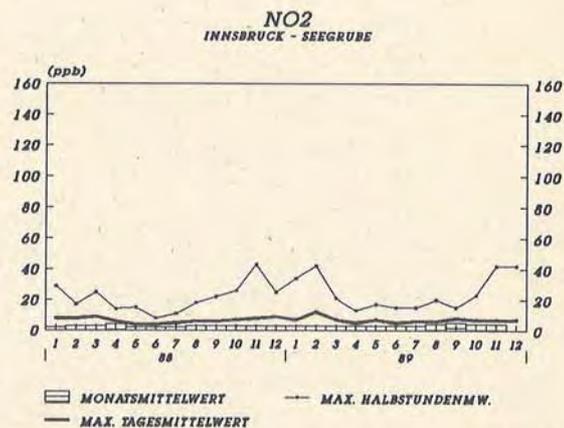
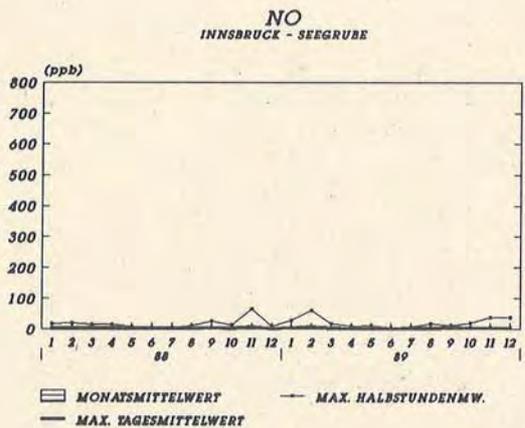


Am 22. November 1989 wurden bei der Hochgebirgsmeßstelle Seegrube ähnlich wie bei der Hochgebirgsmeßstelle am Wank im dritten Tagesdrittel eine erhöhte Stickstoffmonoxidbelastung bis 25 ppb und eine erhöhte Stickstoffdioxidbelastung bis 38 ppb gemessen. Gleichzeitig ist die Ozonbelastung auf der Seegrube auf die Nachweisgrenze abgesunken, was bei einer Hochgebirgsmeßstelle außerordentlich ungewöhnlich ist. Gleichzeitig wurde ein derartiger Rückgang der Ozonbelastung auch bei den Hochgebirgsmeßstellen Seefeld-Roßhütte, Mayrhofen-Ahorn, Wank und Zugspitze bei Winden aus nördlicher Richtung festgestellt. Es ist daher am 22. November 1989 im dritten Tagesdrittel ein großräumiger Stickoxidferntransport anzunehmen.

Meßstelle: Innsbruck - Seegrube
Lage: 1960m ü.d.M./Hanglage/hochalpine Felsregion

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
NO (ppb)	1-12/89	2	-	7 (400)	-	-	61 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/89	3 (Veg.: 16) (Öko.: 5)	-	12 (Veg.: 42) (Öko.: 21)	-	-	42 (Veg.: 105) (Öko.: 42)	-	ÖAW Veg. eingehalten ÖAW Öko. eingehalten
O ₃ (ppb)	1-12/89	61	69 (30)	102	110 (30)	113 (75)	114 (150)	-	ÖAW Veg. überschritten

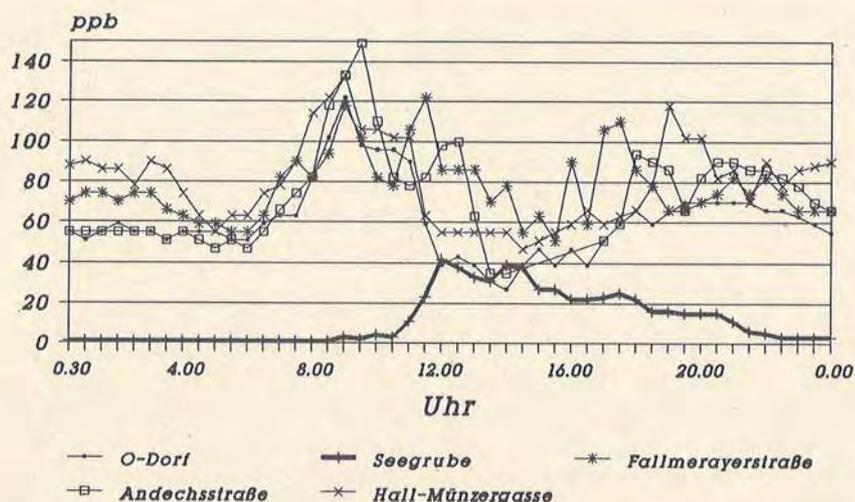
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe
 * Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure
 VDI 2310
 ÖAW Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.)
 [hatched box] jeweils angegebener Grenzwert überschritten



Staubniederschlagsmessungen in Innsbruck 1989		
Meßstelle	Gesamtstaubniederschlag Jahresmittelwert in g/m ² /Tag	Blei im Staubniederschlag in kg/ha/Jahr
Kreuzung Bürgerstraße / Maximilianstraße vor Landesgericht	0,18	0,3
An der Lanstraße - Olympisches Dorf	0,14	0,2
Andechsstraße - Reichenau	0,15	0,3
Innpromenade Rennweg	0,09	0,1
Kreuzung bei Hungerburg Talstation	0,14	0,3
Höttinger-Au Daneygasse	0,11*	0,2*
Südring - Garten Amraserscestraße	0,12	0,2
Grenzwert 2. Forstverordnung	-	2,5
Grenzwert Schweizer Luftreinhalteverordnung	0,20	0,365

* Unvollständige Meßreihe, auf 1 volles Jahr hochgerechnet

Tagesgang vom 6.2.1989 NO₂



Wie stark die Hanglagen von Luftschadstofftransporten aus dem Talbereich betroffen sein können, zeigt der Verlauf der Halbstundenmittelwerte der Stickstoffdioxidbelastung im Innsbrucker Talkessel und auf der Hochgebirgsmeßstelle Seegrube am 6.2.1989 bei frühlingshaftem Spätwinterwetter. An diesem Tag herrschte nachts eine Luftschichtung über Innsbruck, unter welcher dann am Morgen am Talboden Stickstoffdioxidkonzentrationen bis 149ppb gemessen wurden. Am Vormittag erfolgte dann durch die Sonneneinstrahlung eine Durchmischung der Talatmosphäre mit Inver-

sionsauflösung, wobei die Schadstoffkonzentration am Talboden auf 27 bis 51 ppb zurückgingen, während sie gleichzeitig auf der Seegrube bis 42 ppb anstiegen. Kurzfristig war die Schadstoffkonzentration bei der Meßstelle am Talboden im Olympischen Dorf sogar niedriger als auf der Seegrube auf 1.960 m Seehöhe. Am Nachmittag mit dem Nachlassen der Sonneneinstrahlung erfolgte anscheinend neuerlich die Ausbildung einer Luftschichtung, wobei am Talboden die Schadstoffkonzentrationen anstiegen und jene auf der Seegrube allmählich bis Mitternacht zur Nachweisgrenze abnahmen.

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelproben 1988 zeigen am Talboden des Innsbrucker Beckens Grenzwertüberschreitungen an den Probepunkten Hungerburgbahn und Tummelplatzweg an. Weiters wurden Grenzwertüberschreitungen am Grillhof (Vill), in Igls (Kurhaus), in der Mühlauer- und Kranebitterklamm und am Patscherkofel festgestellt. Alle übrigen Proben aus dem Raum Innsbruck zeigen leicht erhöhte Schwefelgehalte in den Fichtennadeln.

Fluor:

Im Ziegelwerk des Landesgefängnisses wurde im Sommer 1988 eine Abgasreinigungsanlage eingebaut - Beweisergebnisse sind daher erst in den Nadelanalysen von 1989 zu erwarten. 1988 trat eine Grenzwertüberschreitung am Probepunkt südöstlich Ziegelstadel im 2.Nadeljahrgang auf.

Chlorid:

1989 traten bei den Meßstellen Klosterberg, Andreas-Hofer-Weg und am Patscherkofel Grenzwertüberschreitungen laut 2.Forstverordnung auf. Leicht erhöhte Chloridbelastungen treten bei den Meßstellen Mentlberg, Tummelplatzweg, Grillhof (Vill) und Igls (Kurhaus) auf.

Der Jahresmittelwert der Schwefeldioxidbelastung ist in Hall im Jahr 1989 entgegen dem früheren Trend wohl auch witterungsbedingt leicht angestiegen. Trotzdem wurden die Grenzwerte der 2.Forstverordnung eingehalten.

Auch hinsichtlich der Schwebstaubbelastung wurden die laut Tiroler Luftreinhalteverordnung für Hall geltenden Grenzwerte der Zone II eingehalten.

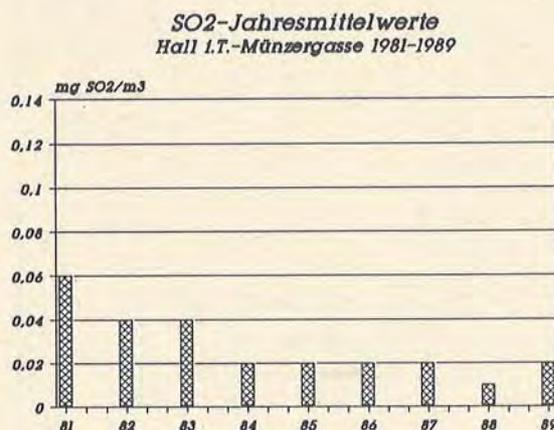
Die Schwefelbelastung in den Nadelproben war 1988 bei den talnahen Hanglagen erhöht, sodaß dort in mehreren Fällen die Grenzwerte der 2.Forstverordnung überschritten wurden.

Die mittlere Stickstoffmonoxidbelastung ist im Jahr 1989 gegenüber dem Vorjahr angestiegen. Die Grenzwerte laut VDI-Richtlinie 2310 wurden dabei im Winter wiederholt überschritten.

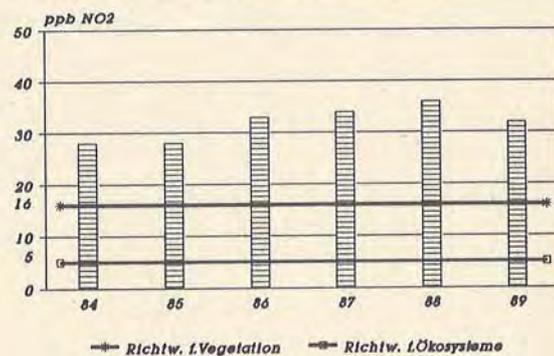
Die Stickstoffdioxidbelastung ist bei derselben Meßstelle im Jahr 1989 gegenüber dem Vorjahr zwar etwas zurückgegangen, liegt aber immer noch über den Werten von 1984 und 1985. Die von der Akademie der Wissenschaften für Stickstoffdioxid festgelegten Richtwerte zum Schutz der empfindlichen Vegetation wurden auch 1989 um das Doppelte, die Richtwerte zum Schutz der empfindlichen Ökosysteme sogar um das Sechsfache überschritten!

8. Beurteilungsraum: Hall und Umgebung

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:



*NO₂-Jahresmittelwerte
Hall I.T.-Münzergasse 1984-1989*



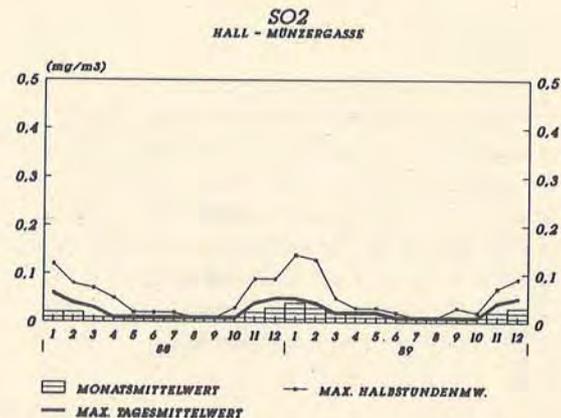
Ganzjährig wurden in Hall Stickstoffdioxidbelastungen gemessen, die gemeinsam mit Kohlenwasserstoffen zu einem erhöhten Photooxidantienbildungspotential führen.

Die Ozonbelastung in Hall am Talboden war zwar in Folge des sonnenumarmen und sehr verreg-

neten Sommers 1989 geringer als im Vorjahr, trotzdem wurden die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der empfindlichen Vegetation festgelegten Grenzwerte bis zum Dreifachen überschritten.

Die ersten Ergebnisse der Kohlenmonoxidmessungen im November und Dezember 1989 zeigten bei der Meßstelle Hall-Münzergasse keine Überschreitungen der Richtwerte.

Insgesamt muß in Folge der aufgetretenen Stickstoffdioxid- und Ozonbelastungen im Bereich von Hall und Umgebung mit Beeinträchtigungen der empfindlichen Vegetation gerechnet werden.
BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

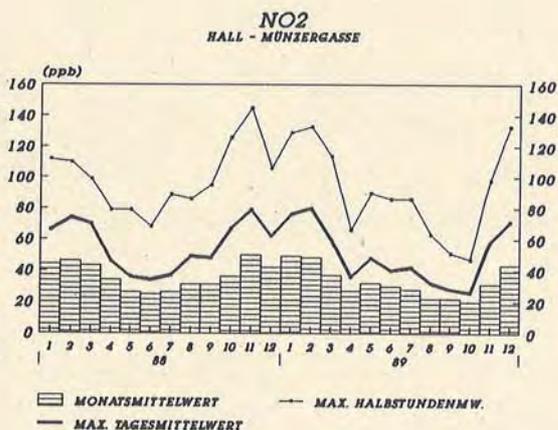
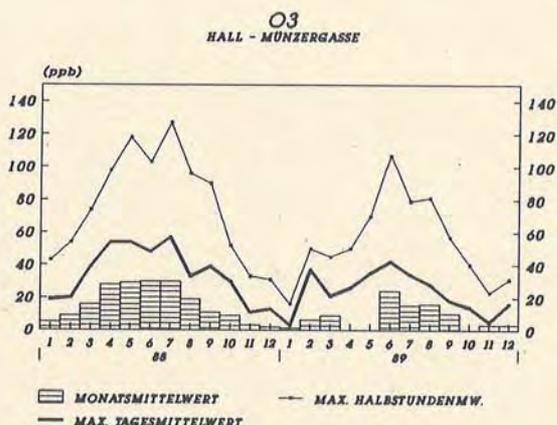
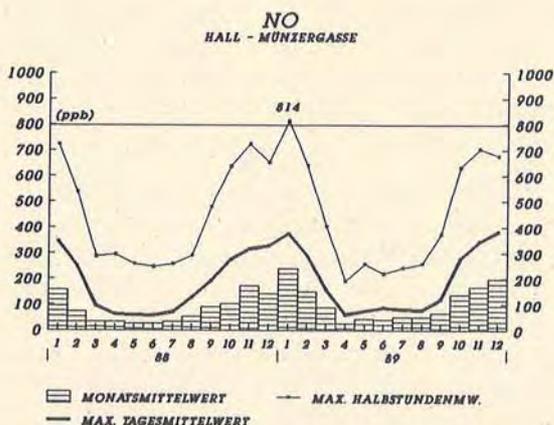


Meßstelle: Hall i.T. - Münzergasse

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

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,02	-	S:0,02 (0,05) W:0,05 (0,10)	-	-	S:0,03 (0,14) W:0,14 (0,30)	S:0,02 (0,07) W:0,08 (0,14)	2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/89	0,05	-	0,13 (Zone II 0,20)	-	-	-	-	Tir. LRVO II eingehalten
NO (ppb)	1-12/89	105	-	382 (400)	-	-	814 (800)	-	VDI 2310 überschritten
NO ₂ (ppb)	1-12/89	32 (Veg.: 16) (Öko.: 5)	-	80 (Veg.: 42) (Öko.: 21)	-	-	133 (Veg.:105) (Öko.: 42)	-	ÖAW Veg. überschritten ÖAW Öko. überschritten
O ₃ (ppb)	1-3/89 6-9/89 11-12/89	10*	33 (30)	42	92 (30)	107 (75)	107 (150)	-	ÖAW Veg. überschritten
CO (ppm)	11-12/89	2*	-	3	5 (9)	7 (34)	7	-	V. Richt. 1 eingehalten

()	Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe
S	Sommer (April - Oktober)
W	Winter (November - März)
2. FVO	Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984
VDI 2310	Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure
ÖAW	Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.)
Tir. LRVO.	Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87
V.Richt.1	Vorläufige Richtlinie Nr.1 Kohlenmonoxid lt. wissenschaftlichem Beirat für Umwelthygiene im Bundesministerium f.G.u.U.
97,5-Perz.	97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
	jeweils angegebener Grenzwert überschritten



Nadelanalysen:

Schwefel:

Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung traten 1988 insbesondere in Talbodennähe (Ampaß, Rinn-Mooshöfe, Mils-Stichweg und Planitz 2) auf. An allen anderen Probepunkten des Beurteilungsraumes mit Ausnahme von Usterberg treten leicht erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln auf.

9. Beurteilungsraum: Wattens und Umgebung

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Nadelanalysen 1988 weisen im Raum Fritzens-Baumkirchen-Wattens-Volders im Bereich der unteren Hanglagen auf eine deutlich erhöhte Schwefelbelastung mit Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung hin. Die Fluorbelastung im Raum Fritzens war 1988 nur geringfügig erhöht.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung traten 1988 in talnahen Hanglagen auf: Zwischen Fritzens-Baumkirchen, oberhalb Bärenbach, Spielplatz Fritzens, Kandlerbauer, Volders Donauparcours, Vögelsberg Rodelbahn, Volders Rodelbahn-Zielhaus, Haslach und Achenwald. Die restlichen Probepunkte des Beurteilungsraumes zeigen leicht erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln an.

Für 1989 liegen noch keine Nadelanalysenergebnisse vor.

Fluor:

Nur eine ganz geringfügige Grenzwertüberschreitung gemäß 2. Forstverordnung trat 1988 beim Probepunkt zwischen Fritzens und Baumkirchen auf. Der Probepunkt oberhalb Würth weist leicht erhöhte Fluoridbelastungen auf.

Bezirk Schwaz

BFI Schwaz, BFI Zillertal

a) Waldzustand

Im Bezirk Schwaz sind 39 % der Waldfläche in ihrer Vitalität eingeschränkt, landesweit sind es 37 %. 29 % sind leicht, 7 % mittelstark und 3 % stark geschädigt bzw. abgestorben. Die Wald-

schäden im Bezirk Schwaz konzentrieren sich auf das Achantal, Steinberg, Hinterriß, Bächental und das Inntal. Im Zillertal haben mittlere und starke Schäden gegenüber 1988 deutlich zugenommen, leichte Verlichtungen sind annähernd konstant geblieben.

Mit Ausnahme von Fichte und Buche hat sich seit 1984 der Gesundheitszustand bei allen Baumarten verschlechtert. Bei der Fichte haben einerseits leichte Schädigungen abgenommen, andererseits haben mittlere Schäden seit 1988 etwas zugenommen; das Ausmaß starker Vitalitätseinschränkung hat sich im Vergleich zu den Vorjahren sogar verdoppelt.

Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Schwaz, Schadensentwicklung seit 1984						
Baumart	Jahr	Schadstufen (%-Anteil)				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelstark geschädigt	4+5 stark gesch. und 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
	1988	63	30	6	1	37
	1989	65	26	7	2	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
	1988	23	24	40	13	77
	1989	18	37	29	16	82
Lärche	1984	79	19	-	2	21
	1985	78	18	4	-	22
	1986	75	23	2	-	25
	1987	70	27	3	-	30
	1988	76	23	1	-	24
	1989	77	20	3	-	23
Kiefer	1984	65	31	-	4	35
	1985	64	23	13	-	36
	1986	35	53	12	-	65
	1987	47	45	8	-	53
	1988	33	54	13	-	67
	1989	44	48	8	-	56
Zirbe	1984	95	5	-	-	5
	1985	92	8	-	-	8
	1986	79	16	5	-	21
	1987	71	28	1	-	29
	1988	83	17	-	-	17
	1989	76	23	1	-	24
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
	1988	29	52	14	5	71
	1989	39	41	13	7	61
alle Baumarten	1984	62	29	7	2	38
	1985	62	29	7	2	38
	1986	59	32	8	1	41
	1987	60	31	7	2	40
	1988	59	32	7	2	41
	1989	61	29	7	3	39

Der Vergleich der Aufnahme 1984 mit 1989 ergibt bei der Tanne folgendes Bild: Insgesamt stehen in den Schwazer Wäldern 82 % kranke Bäume. 1984 waren es 61 %. Auch im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Gesundheitszustand verschlechtert, vor allem leichte und starke Schäden haben sich weiter ausgebreitet.

Die Lärche zeigt mit 23 % Anteil geschädigter Stämme keine wesentliche Veränderung im Vergleich zum Vorjahr.

Der Vitalitätszustand der Kiefer hat sich seit 1988 deutlich verbessert, seit 1984 hat der Anteil kranker Kiefern jedoch stark zugenommen.

Die Zirbe zeigt seit 1986 keine so starke Veränderung wie im Vergleich zu vorher. Seit 1984 haben sich die Schäden beinahe verfünffacht.

Die Buche hat sich insgesamt etwas erholt. Starke Schäden haben aber deutlich zugenommen.

b) Immissionsituation

10. Beurteilungsraum: Schwaz und Umgebung

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Nadelanalysen im Raum Schwaz zeigen, daß im Jahr 1988 nicht nur an den unteren, sondern fallweise auch im Bereich der mittleren Hanglagen gehäuft erhöhte Schwefelbelastungen mit Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung aufgetreten sind.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1988 ergaben Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung bei Schwefel für zahlreiche Probepunkte in Talbodennähe (westl. Pill, Arzberg, Anzingerhof, Fuggergasse, Münchnerstraße, Bahnhof, Stichweg Terfens, Terfens Pferdestall, Fiecht, Talboden Tratzberg, Jenbach - Hotel Toleranz, Hubenwald und Steinbruch, Wiesing, Brettfall-Ellerboden) sowie an höher gelegenen Punkten (Asten, Weißenbachtal, Obertroi, Koglmoos, Proxenbach, Pirchneraste). Alle übrigen Probepunkte im Beurteilungsraum weisen leicht erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln auf.

Chlorid:

Die Chloridanalysen 1989 für das Grundnetz des

Österreichischen Bioindikatornetzes ergaben leicht erhöhte Werte beim Palais-Enzenberg, jedoch keine Grenzwertüberschreitung.

11. Beurteilungsraum: Achenal

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Obwohl für die Analyse des "sauren Regens" nur erste Ergebnisse für das Berichtsjahr 1988/89 vorliegen, läßt sich erkennen, daß auch in Achenkirch, ähnlich wie bei den anderen Meßstellen am Alpennordrand, erneut erhöhte Schadstoffeinträge an Sulfatschwefel und Nitratstickstoff erfolgen.
- Die Nadelanalysen weisen, entsprechend der ballungsraum- und industriefernen Lage, keine erhöhten Belastungen an Schwefel auf.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Meßstelle Achenkirch

Nasser Niederschlag:

Diese Meßstelle wird im Rahmen des WMO-Programmes seit 1983 betrieben.

Die bisher vorliegenden Daten sind vom 10/1988 bis 6/1989. Demzufolge dürfte der Schadstoffeintrag beim Sulfatschwefel im Berichtsjahr etwas geringer ausfallen, als jener von Reutte; die Meßstation selbst weist im Berichtsjahr ebenso wie die anderen am Alpennordrand befindlichen Meßstellen die höchsten mittleren Schadstoffkonzentrationswerte bei Sulfat-S und Nitrat-N seit Meßbeginn auf.

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Analysen 1988 und 1989 lassen keine bis leicht erhöhte Einwirkungen (Bächental) von Schwefel auf Fichtennadeln ohne Grenzwertüberschreitungen erkennen.

12. Beurteilungsraum: Vorderes und Hinteres Zillertal

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

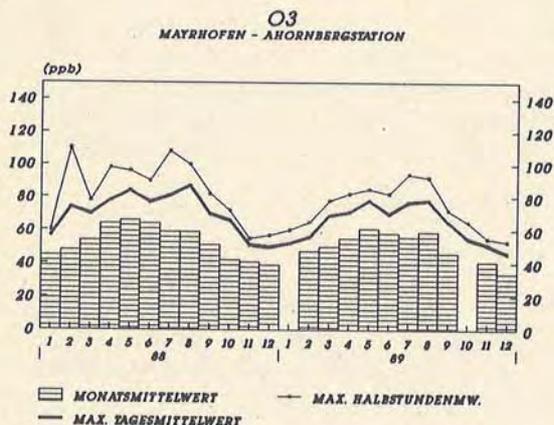
- Infolge des sonnenarmen und niederschlagsreichen Sommers 1989 war die Ozonbelastung im Bereich der Waldgrenze im hinteren Zillertal nicht so hoch wie im Vorjahr. Trotzdem wurden die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der empfindlichen Vegetation festgelegten Grenzwerte

bis mehr als das Doppelte überschritten. Somit muß weiterhin mit Beeinträchtigungen der empfindlichen Vegetation gerechnet werden.

- Erhöhte Schwefelbelastungen in den Nadelproben mit Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung wurden 1988 im Bereich Stumm festgestellt.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Meßstelle: Mayrhofen - Ahornbergstation									
Lage: 1910m ü.d.M./Berglage/hochalpine Felsregion									
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
O₃ (ppb)	2-9/89 11-12/89	50*	54* (30)	78	88 (30)	94 (75)	94 (150)	-	ÖAW Veg. überschritten
()	Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe								
ÖAW	Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.)								
	jeweils angegebener Grenzwert überschritten								



Nadelanalysen:

Schwefel:

Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung bei Schwefel traten 1988 in Stumm Antoniuskapelle und südlich Rieser auf. Bei den Probepunkten Stummerberg, Hainzenberg und Ginzling traten leicht erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln auf.

1989 wurden beim Grundnetz des Österreichischen Bioindikatornetzes leicht erhöhte Schwefelwerte am Fügenberg, in Ginzling und im Zillergrund festgestellt.

Bezirk Kufstein

BFI Kufstein, BFI Wörgl

a) Waldzustand

Neben Reutte und Schwaz gehört der Bezirk Kufstein mit 42 % geschädigter Waldfläche zu den schwer geschädigten Bezirken Tirols (Landesdurchschnitt 37 %).

Die stärksten Schäden treten im Raum Brixlegg/Matzenköpfl auf; im Raum Walchsee, Kufstein und im Brandenberger Tal sind ebenfalls vermehrt verlichtete Waldbestände anzutreffen.

Die seit 1987 beobachtete Vitalitätszunahme der Kufsteiner Wälder hat sich auch 1989 fortgesetzt. Im Vergleich zum Vorjahr sind zwar leicht und mittelstark verlichtete Bestände zurückgegangen, in ihren Lebensfunktionen stark beeinträchtigte Wälder haben aber ihren Anteil vergrößert.

Der Anteil leicht und mittelstark verlichteter Tannen hat sich seit 1988 deutlich verringert, starke Schäden treten jedoch vermehrt auf. Die waldgünstige Witterung kann also von schwerkranken Bäumen nicht mehr genützt werden, das

Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Kufstein, Schadensentwicklung seit 1984.						
Baumart	Jahr	Schadstufen (%-Anteil)				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelstark geschädigt	4+5 stark gesch. und tot	
Fichte	1984	70	22	7	1	30
	1985	62	27	10	1	38
	1986	58	32	8	2	42
	1987	54	37	8	1	46
	1988	59	31	9	1	41
	1989	58	30	10	2	42
Tanne	1984	52	33	13	2	48
	1985	43	33	21	3	57
	1986	36	45	15	4	64
	1987	35	44	18	3	65
	1988	34	43	21	2	66
	1989	44	41	12	3	56
Lärche	1984	97	3	-	-	3
	1985	84	16	-	-	16
	1986	82	15	3	-	18
	1987	56	41	3	-	44
	1988	77	23	-	-	23
	1989	79	19	2	-	21
Kiefer	1984	61	31	3	5	39
	1985	54	44	2	-	46
	1986	52	47	1	-	48
	1987	44	54	2	-	56
	1988	41	52	5	2	59
	1989	39	39	20	2	61
Buche	1984	62	26	8	4	38
	1985	58	31	7	3	42
	1986	46	42	9	3	54
	1987	44	45	8	3	56
	1988	44	45	8	3	56
	1989	60	29	7	4	40
Ahorn	1984	95	5	-	-	5
	1985	90	8	2	-	10
	1986	77	21	-	2	23
	1987	68	27	3	2	32
	1988	74	24	2	-	26
	1989	84	14	-	2	16
alle Baumarten	1984	68	23	6	2	32
	1985	60	28	10	2	40
	1986	54	36	8	2	46
	1987	48	41	9	2	52
	1988	52	36	10	2	48
	1989	58	31	9	2,4	42

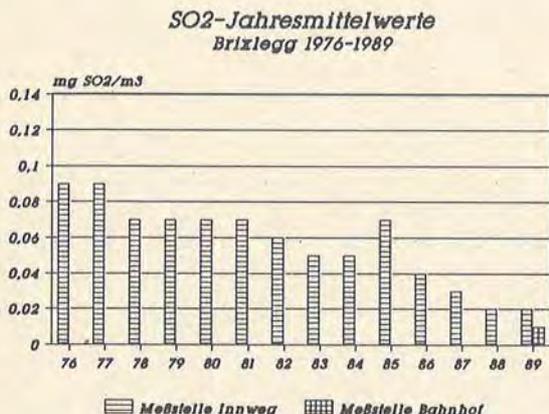
wird auch durch die Zunahme stark geschädigter **Fichten** und **Buchen** belegt. Leichte Schäden haben im Vergleich zum Vorjahr bei allen Baumarten abgenommen, nicht aber im Vergleich zur Aufnahme 1984. Bei der **Lärche** haben seit 1984 leichte und mittlere Schäden stark zugenommen, die **Kiefer** zeigt eine besonders ausgeprägte Zunahme mittlerer Verlichtungen.

b) Immissionssituation

13. Beurteilungsraum Brixlegg und Umgebung

ZUSAMMENFASSEND BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidbelastung lag 1989 in Brixlegg im Durchschnitt auf ähnlichem Niveau wie im Jahr 1988. Im Mai wurden kurzfristig sogar wieder stark erhöhte Schwefeldioxidbelastungen gemessen. Insgesamt wurden die Grenzwerte für Schwefeldioxid der 2. Forstverordnung bei allen drei Meßstellen am Wengfeld, am Bahnhof und am Innweg zum Teil erheblich überschritten.



- Auch die Nadelanalysen 1988 auf Schwefel zeigen im Raum Brixlegg massive Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung, besonders in Matzen. Auch in Inneralpbach wurden die Grenzwerte für Schwefel nicht eingehalten.
- Die Messungen der Schwebstaubbelastung ergaben, daß 1989 die Grenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung eingehalten wurden.
- Die Erhebungen der Schwermetallbelastung mit Kupfer, Zink und Blei in der Kleinre-

gion 31 zeigen, daß die Schwermetallbelastungen mit zunehmender Entfernung von den Montanwerken Brixlegg deutlich abnehmen und bei den in abgelegenen Seitentälern liegenden Orten Brandenburg bzw. Alpbach nur mehr ganz niedere Werte aufweisen, während in unmittelbarer Werksnähe eine ungefähr 30-fach höhere Belastung festgestellt wurde. Der Gesamteintrag an den Schwermetallen Kupfer, Zink und Blei zusammen betrug bei einer Meßstelle in einem Garten in Werksnähe in den vergangenen 10 Jahren rund 600 kg/ha. (= 60 g/m²) Die Staubbiederschlagsmessungen in Brixlegg haben ergeben, daß bei vier Meßstellen: Brixlegg-Bahnhof, Brixlegg-Innweg, Brixlegg-Matzenköpfl (Waldstandort) und Brixlegg-Container, die in der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen festgesetzten Grenzwerte für Kupfer überschritten wurden. Derartige Schwermetallbelastungen bedeuten für die Böden eine schwere Beeinträchtigung für die land- und forstwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten und führen zu einer starken Verminderung der Bodenfruchtbarkeit.

- Die Schwermetallgehalte von vier Proben vom Oberboden aus Brixlegg und von einer Probe zum Vergleich aus Wörgl zeigten, daß die Böden hinsichtlich der Schwermetalle Blei, Cadmium, Kupfer, Zink und Quecksilber im Raum Brixlegg signifikant höher belastet sind als in Wörgl. In Brixlegg und Umgebung und hier insbesondere am Waldboden am Matzenköpfl werden die Richtwerte zum Teil erheblich um das, bis zum 180-fachen, überschritten. Die besonders hohe Schwermetallbelastung auf dem Waldboden belegt die schadstoffauskämmende Wirkung des Waldes deutlich.
- Stichprobenweise Stickstoffdioxidmessungen mittels Passivsammlern in der Kleinregion 31 zeigen, daß die Stickstoffdioxidbelastung stark von der Nähe der Meßstelle zur Autobahn beeinflußt wird und selbst auf den mittleren Hanglagen noch Stickoxidbelastungen gemessen werden, die deutlich über jenen liegen, welche in den Orten in den abgelegenen Seitentälern wie z.B. in Alpbach oder in Brandenburg auftreten. In diesen beiden Orten liegt die mittlere Stickoxidbelastung nur bei einem Sechstel jener, welche im Durchschnitt in 100 bis 500 m Abstand von der Autobahn am Talboden gemessen wurde.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Gesamtstaubniederschlagsbelastung 1988 und 1989 Brixlegg, Reith i. A., Münster und Kramsach		
Meßstelle	Jahresmittelwerte in g/m ² /Tag	
	1988	1989
Brixlegg Bahnhof	0,14	0,16
Brixlegg Innweg	0,17	0,15
Brixlegg Kirche	0,09	0,07
Reith Matzenköpfl	0,21	0,15
Reith Matzenau	0,14	0,10
Münster Wiese	0,09	0,10
Brixlegg Container	0,19	0,14
Kramsach Hagau	0,10	0,10
Kramsach Voldöpp	0,12	0,08
Grenzwert Schweizer Luftreinhalteverordnung	0,20	

Die Analyseergebnisse für Dioxin in Heu und Fichtennadeln waren angekündigt, sind jedoch bis Redaktionsschluß nicht eingelangt.

Nadelanalysen:

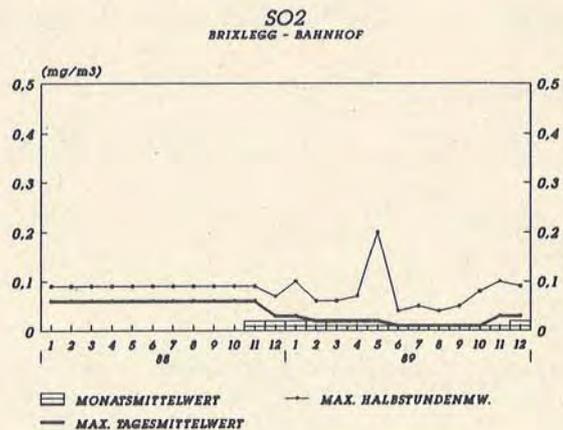
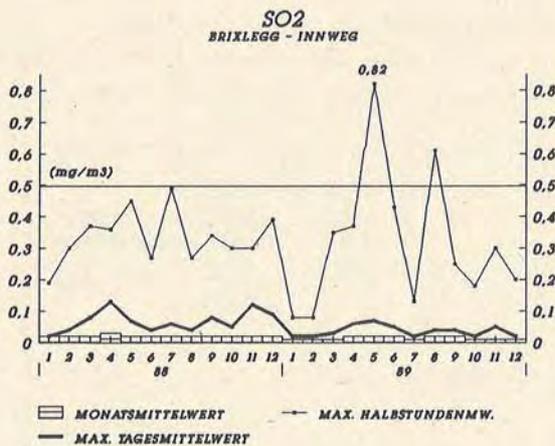
Schwefel:

Die Analyseergebnisse 1988 ergaben zahlreiche Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung. An einzelnen Probepunkten wurden die höchsten Schwefelgehalte in Fichtennadeln von ganz Tirol festgestellt (Versuchsfläche Matzen, Brixlegg-Tennisplatz). Neben den Grenzwertüberschreitungen in unmittelbarer Nähe von

Brixlegg, fallen die Grenzwertüberschreitungen bei zwei Probepunkten in Inneralpbach auf. In höheren Lagen des Inntales sowie in Brandenburg sind leicht erhöhte Schwefelgehalte festzustellen.

Chlor:

Die Ergebnisse der Analysen 1988 weisen auf einem Probepunkt (Kramsach-Brunnenstube) leicht erhöhte Chloridwerte ohne Grenzwertüberschreitungen aus. 1989 wurde an drei Probepunkten (Kramsach - Mariatal, Brunnenstube, Reith-Zottenhof) leicht erhöhte Chloridwerte gefunden.



Meßstelle: Brixlegg - Innweg**Lage: 520m ü.d.M./Talboden/ländliches Wohngebiet**

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,02	-	S:0,07 (0,05) W:0,05 (0,10)	-	-	S:0,82 (0,14) W:0,35 (0,30)	S:0,13 (0,07) W:0,08 (0,14)	2. FVO. überschritten
Staub (mg/m ³)	1/89 3-12/89	0,04*	-	0,12 (Zone I 0,12)	-	-	-	-	Tir. LRVO I eingehalten
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe S Sommer (April - Oktober) W Winter (November - März) 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984 Tir. LRVO. Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert jeweils angegebener Grenzwert überschritten									

Meßstelle: Brixlegg - Wengfeld**Lage: 523m ü.d.M./Talboden/Grünland**

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	5,6/89	0,02*	-	S:0,07 (0,05) W:-- (0,10)	-	-	S:0,77 (0,14) W:-- (0,30)	S:0,13 (0,07) W:-- (0,14)	2. FVO. überschritten
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe S Sommer (April - Oktober) W Winter (November - März) 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert									

Meßstelle: Brixlegg - Bahnhof**Lage: 520m ü.d.M./Talboden/ländliches Wohngebiet**

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,01	-	S:0,02 (0,05) W:0,03 (0,10)	-	-	S:0,20 (0,14) W:0,10 (0,30)	S:0,02 (0,07) W:0,04 (0,14)	2. FVO. überschritten
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe S Sommer (April - Oktober) W Winter (November - März) 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert jeweils angegebener Grenzwert überschritten									

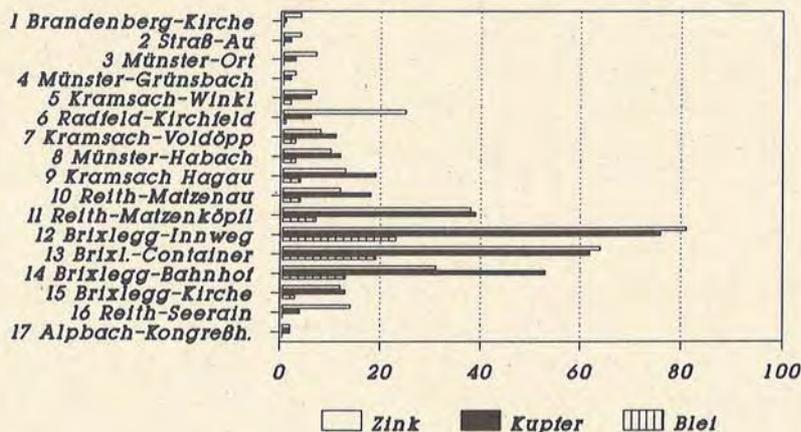
BRIXLEGG, REITH i. A., MÜNSTER, KRAMSACH Blei im Staubniederschlag Jährliche Deposition in kg/ha/Jahr 1980 bis 1989											
Meßstelle	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	Gesamteintrag in kg/ha in 10 Jahren
Brixlegg Bahnhof	10,5	2,5	2,9	1,8	1,5	1,3	1,5	1,9	1,2	1,5	26,6
Brixlegg Innweg	13,6	8,2	9,8	5,1	4,2	6,3	5,6	7,9	4,0	1,0*	65,7*
Brixlegg Kirche	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	4,9
Matzen- köpfl	1,9	1,0	1,0	1,5	0,6	0,6	0,6	0,7	1,0	0,6	9,5
Matzenau Niederbacher	1,5	1,4	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	1,0	0,7	0,6	9,6
Münster	1,1	1,6	0,8	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,3	6,9
Brixlegg Container	3,5	4,6	3,7	2,9	3,9	4,5	4,2	5,7	3,2	2,2	38,4
Kramsach Hagau	-	-	-	-	-	-	0,9	0,8	0,6	0,5	-
Kramsach Voldöpp	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,2	-
BRIXLEGG, REITH i. A., MÜNSTER, KRAMSACH Zink im Staubniederschlag Jährliche Deposition in kg/ha/Jahr 1980 bis 1989											
Meßstelle	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	Gesamteintrag in kg/ha in 10 Jahren
Brixlegg Bahnhof	43,5	18,1	17,6	11,3	8,7	8,7	11,1	8,2	4,6	4,1	135,9
Brixlegg Innweg	66,1	44,9	41,2	32,8	40,9	31,8	35,2	25,8	14,2	4,0*	336,9*
Brixlegg Kirche	28,1	17,3	8,0	3,5	3,5	3,9	5,7	3,2	1,9	1,2	76,3
Matzen- köpfl	17,3	7,9	5,8	5,5	4,0	7,3	7,5	3,6	6,1	2,7	67,7
Matzenau Niederbacher	16,7	8,4	6,2	5,2	6,1	7,1	9,1	6,5	4,3	1,7	71,3
Münster	14,7	12,8	6,8	3,3	4,1	4,8	5,6	3,0	2,8	1,2	59,1
Brixlegg Container	24,9	24,1	17,3	15,3	20,8	26,3	19,5	23,0	13,5	8,6	193,3
Kramsach Hagau	-	-	-	-	-	-	5,1	4,3	3,3	1,8	-
Kramsach Voldöpp	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9	0,9	-

BRIXLEGG, REITH i. A., MÜNSTER, KRAMSACH Kupfer im Staubniederschlag Jährliche Deposition in kg/ha/Jahr 1980 bis 1989											
Meßstelle	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	Gesamteintrag in kg/ha in 10 Jahren
Brixlegg Bahnhof	14,0	8,8	9,4	6,6	5,6	4,8	5,7	6,4	3,8	6,7	71,8
Brixlegg Innweg	35,0	24,7	27,4	19,6	17,2	18,3	17,6	16,4	12,2	3,7*	192,1*
Brixlegg Kirche	2,8	1,3	1,5	1,2	1,1	0,8	1,0	0,8	0,8	1,1	12,4
Matzen- köpfl	3,3	2,5	3,0	2,9	1,8	2,0	1,8	1,7	4,1	3,0	26,1
Matzenau Niederbacher	3,7	3,6	3,3	2,5	3,0	2,5	2,6	2,5	2,1	2,2	28,0
Münster	2,7	2,1	2,8	1,7	2,1	1,5	1,6	1,5	1,2	1,5	18,7
Brixlegg Container	9,9	13,5	10,7	8,5	14,2	13,6	12,0	12,1	9,1	7,4	111,0
Kramsach Hagau	-	-	-	-	-	-	2,5	2,2	1,5	2,1	-
Kramsach Voldöpp	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,9	-

* Die bisher am stärksten belastete Staubniederschlagsmeßstelle Brixlegg-Innweg mußte im Frühjahr 1989 wegen Nichtmehr-
dung durch den Grundeigentümer nach 10 Jahren aufgelassen werden. Trotzdem ist 1989 bei dieser Meßstelle in nur
4 Monaten bereits mehr Kupfer niedergegangen, als der Forstgrenzwert für ein ganzes Jahr vorsieht.

Schwermetalle im Staubniederschlag

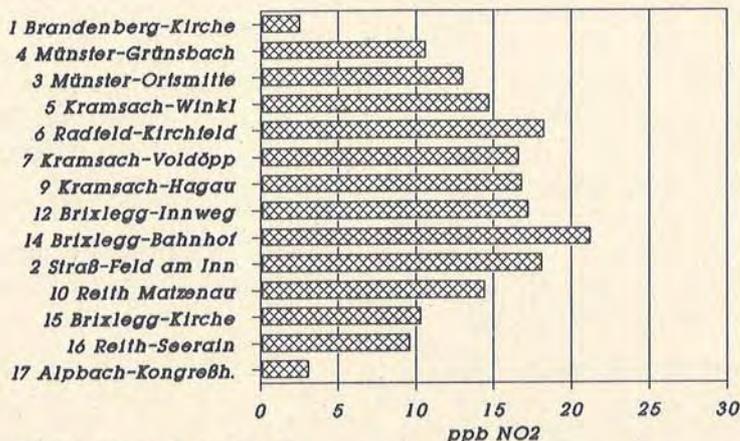
in mg/m²/28 Tage
(28.12.1988-22.2.89 u.17.5.-12.7.89)



Stichprobe (4 Monate)

Lage der Meßstellen siehe Abb.6.2

Stichprobenmessungen mit Passivsammlern
Stickstoffdioxid-Belastung
Kleinregion 31-Brixlegg u. Umgebung



Lage der Meßpunkte siehe Abb.6.2

Schwermetallgehalt im Oberboden (in ppm) in Brixlegg, Reith i.A. und Wörgl 1980 -1988							
Meßstelle	Jahr der Probenahme	Blei	Cadmium	Nickel	Kupfer	Zink	Quecksilber
Brixlegg Bahnhof	1980	608	-	-			
	1981	675	-	-			
	1982	660	8	-			
	1983	725	13	32			
	1985	620	9	40			
	1986	620	6	39	1000	1325	
	1988	635	9	45	1100	1400	7,7
Brixlegg Innweg	1980	2334	-	-			
	1981	1390	-	-			
	1982	1690	12	-			
	1983	1950	18	93			
	1985	1800	23	80			
	1986	2000	35	95	4290	4250	
	1988	1600	17	90	4100	4750	10,9
Reith i.A. Matzenköpfl (Wald)	1980	2465	-	-			
	1981	4575	-	-			
	1982	1270	9	-			
	1983	1750	19	90			
	1985	6500	60	330			
	1986	6300	57	375	18250	9325	
	1988	4800	64	350	18000	10300	9,8
Reith i.A. Matzenau	1980	221	-	-			
	1981	220	-	-			
	1982	195	5	-			
	1983	175	5	45			
	1985	230	6	40			
	1986	475	16	60	1825	2211	
	1988	375	13	40	1100	1550	1,3
Wörgl Stelzhamer- straße (zum Vergleich)	1988	100	1	70	40	220	0,35
Richtwerte		100	2	50	100	300	2

14. Beurteilungsraum: Wildschönau sowie Wörgl und Umgebung

ZUSAMMENFASSENDER BEURTEILUNG:

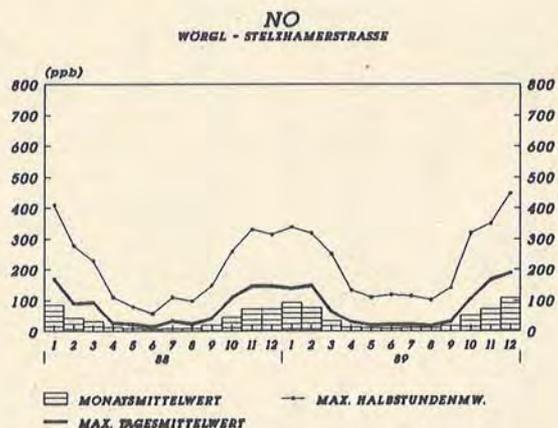
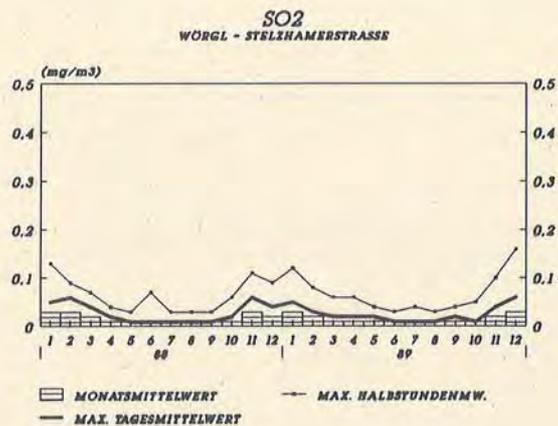
- Die Schwefeldioxidbelastung in Wörgl war im Jahr 1989 auf gleichem Niveau wie im Vorjahr. Die Grenzwerte der 2. Forstverordnung wurden dabei eingehalten.
- Die Nadelanalysen zeigten 1988 zahlreiche Grenzwertüberschreitungen für Schwefel laut 2. Forstverordnung, insbesondere an den talnahen Hanglagen in Kirchbichl, aber auch um Wörgl und Kundl. Hier und an der Hanglage bei Breitenbach wurden auch Chloridbelastungen in den Fichtennadeln festgestellt.
- Die in der Tiroler Luftreinhalteverordnung für Wörgl vorgesehenen Grenzwerte der Zone II für den Schwebstaubgehalt wurden bei der Meßstelle Wörgl-Stelzhamerstraße eingehalten.
- Die Stickstoffmonoxidbelastung lag bei der Meßstelle Stelzhamerstraße im Jahresdurchschnitt etwas höher als im Vorjahr. Die Grenzwerte der VDI-Richtlinie 2310 wurden jedoch eingehalten - entsprechend der nicht verkehrsexponierten Lage.
- Die Stickstoffdioxidbelastung lag bei dieser nicht verkehrsexponierten Meßstelle in der Stelzhamerstraße im selben Bereich wie im Vorjahr, dabei wurden im Jahresmittel die Richtwerte der Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation deutlich und die zum Schutz der empfindlichen Ökosysteme sogar um das 4-fache überschritten.
- Eine Stichprobenerhebung über die Stickoxidbelastungen an verschiedenen verkehrsexponierten Meßstellen in Wörgl zeigt, daß der besonders exponierte Kreuzungsbereich vor der Kirche an der Bundesstraße die höchsten Stickstoffdioxidbelastungen aufwies, gefolgt von den innerstädtischen Meßstellen bei der Sparkasse, in der Speckbacherstraße und am Bahnhof, wo etwa gleich hohe Belastungen gemessen wurden, während die Belastungen an der Kreuzung Bundesstraße-Ladestraße, am Stadtrand, bereits etwas niedriger waren und am niedrigsten in der nicht verkehrsexponierten Wohngegend Stelzhamerstraße.
- Die stichprobenweise Untersuchung von Oberboden im Bereich der Stelzhamerstraße

ergab nur für Nickel einen erhöhten Wert, die Belastung an Blei erreichte den Richtwert, jene von Cadmium, Kupfer, Zink und Quecksilber lagen deutlich unter den Richtwerten.

- Die Staubbiederschlagsuntersuchungen in Wörgl zeigen, daß im Jahr 1989 die Belastungen gegenüber dem Vorjahr etwas abgenommen haben und der Grenzwert der Schweizer Luftreinhalteverordnung für Gesamtstaubbiederschlag nicht überschritten wurde.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Tabelle über Stichprobenuntersuchung Oberboden siehe 13. Beurteilungsraum Brixlegg.



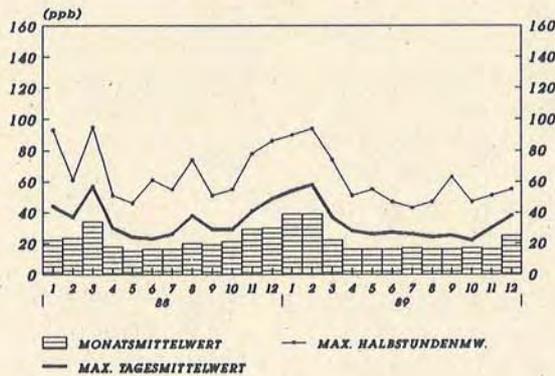
Meßstelle: Wörgl - Stelzhamerstraße
Lage: 510m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz-/ Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,02	-	S:0,02 (0,05) W:0,06 (0,10)	-	-	S:0,06 (0,14) W:0,16 (0,30)	S:0,03 (0,07) W:0,08 (0,14)	2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/89	0,04	-	0,14 (Zone II 0,20)	-	-	-	-	Tir. LRVO II eingehalten
NO (ppb)	1-12/89	43	-	189 (400)	-	-	448 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/89	21 (Veg.: 16) (Öko.: 5)	-	58 (Veg.: 42) (Öko.: 21)	-	-	94 (Veg.:105) (Öko.: 42)	-	ÖAW Veg. überschritten ÖAW Öko. überschritten

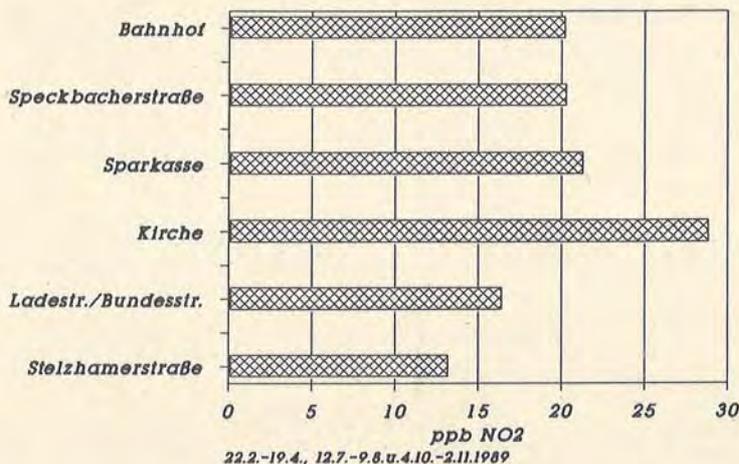
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984
 VDI 2310 Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure
 ÖAW Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.)
 Tir. LRVO. Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87
 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert

jeweils angegebener Grenzwert überschritten

NO₂
 WÖRGL - STELZHÄMERSTRASSE



*Stichprobenmessungen mit Passivsammlern
Stickstoffdioxid-Belastung
Stadtgebiet Wörgl*



Gesamtstaubniederschlagsbelastung 1988 und 1989 in Wörgl		
Meßstelle	Jahresmittelwerte in g/m ² /Tag	
	1988	1989
Peter - Anichstraße	0,12	0,09
Salzburgerstraße - Garten	0,17	0,16
Ladestraße - Hochhaus - Dach	0,17	0,11
Grenzwert Schweizer Luftreinhalteverordnung	0,20	

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Analysenergebnisse 1988 ergaben zahlreiche Grenzwertüberschreitungen laut 2.Forstverordnung. In Kirchbichl (oberhalb Schrollsiedlung, Schrollwald, Kastengstatt, Gschallenwald, Grenzhäusl, Häring), in Wörgl (Telta, Grattenbergl, Autobahnausfahrt West, Wolkenstein Nr.30, Bodensiedlung, Wörgler Boden, südl. Inntalerhof, Zauberwinkl), in Kundl (Bauhof, östl. St.Leonhard, Kundl), in Breitenbach (Talerleiten, südl. Kleinsöll), in Angerberg (Dorf, Bruderdorf-Versuchsfläche, nördl. Pfluger) und in Häring (Gattringerhof, nordwestl. Steinbach, Geigersbühel) wurden Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Bei allen anderen Probepunkten, die keine Grenzwertüberschreitungen aufwiesen, wurden leicht erhöhte Schwefelwerte gefunden.

Chlor:

Die Chloridanalysen 1989 ergaben an der Hanglage bei Breitenbach eine Überschreitung der Grenzwerte, und an einer zweiten Meßstelle im Bereich der Hanglage von Breitenbach und einer weiteren Meßstelle im Bereich von Kundl in der Nähe der Biochemie wurden die Grenzwerte für Chlorid laut 2.Forstverordnung erreicht.

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

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidbelastung ist in Kufstein im Gegensatz zum übrigen Trend in Nordtirol insbesondere im Winterhalbjahr bei beiden Meßstellen (Kufstein Boznerplatz und Endach) zurückgegangen. Die Grenzwerte der 2.Forstverordnung für Schwefeldioxid wurden bei beiden Meßstellen eingehalten.

- Die Nadelanalysen zeigen 1988 im Raum Kufstein-Langkampfen und Schwoich und in Eiberg an den Hanglagen zahlreiche Grenzwertüberschreitungen der Schwefelbelastung gemäß 2. Forstverordnung. Die Fluorbelastung in Kufstein war 1988 gering, hingegen wurde in Schafteu eine erhöhte **Chloridbelastung** der Nadeln festgestellt.
- Hinsichtlich der **Staubkonzentration** wurden, obwohl die Tiroler Luftreinhalteverordnung für Kufstein die Grenzwerte der Zone II vorsieht, bei der Meßstelle Bozner Platz sogar die Grenzwerte der Zone I eingehalten.
- Ebenso wurden dort entsprechend der verkehrsarmen Lage die Grenzwerte der **Stickstoffmonoxidbelastung** gemäß VDI-Richtlinie 2310 eingehalten.
- Die **Stickstoffdioxidbelastung** hingegen zeigt bei dieser wenig verkehrsbelasteten Meßstelle am Bozner Platz eine langfristig leicht steigende Tendenz, wobei die von der Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation festgelegten Richtwerte für das Jahresmittel deutlich überschritten wurden, die Richtwerte zum Schutz der empfindlichen Ökosysteme sogar um das 4-fache.
- Eine **Stichprobenerhebung** mittels Passivsammlern über die **Stickstoffdioxidbelastung** in Kufstein und Ebbs an mehreren Meßstellen hat gezeigt, daß der *Obere Stadtplatz in Kufstein die höchste Stickstoffdioxidbelastung aufwies, gefolgt von der stark autobahnbeeinflussten Meßstelle Kufstein-Dr.Premstraße. Auch in Ebbs-Innsiedlung wurde in der Nähe der Autobahn eine hohe Stickstoffdioxidbelastung gemessen, gefolgt von den Meßstellen Kufstein-Moosbacherstraße, Kufstein-Endach, während in Kufstein-Sparchen und Kufstein-Bozner Platz die Stickstoffdioxidbelastung entsprechend ihrer nicht stark verkehrsexponierten Lage deutlich geringer war.*
- In der Zeit von Mai bis August wurden am Flughafengelände von Langkampfen **Ozommessungen** durchgeführt. Diese zeigen, daß am Talboden bei Kufstein Ozonbelastungen auftreten, welche die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der empfindlichen Vegetation festgelegten Grenzwerte zum Teil um mehr als das Doppelte überschreiten.

- Die Untersuchungen des "Sauren Regens" bei der Meßstelle Niederndorferberg zeigen, daß sowohl beim Sulfateintrag als auch insbesondere beim Nitratintrag im Jahr 1989 erneut höhere Werte festgestellt wurden, als in den Vorjahren. Dieser erhöhte Schadstoffeintrag ist nicht allein aus den im Sommer 1989 vermehrten Niederschlägen erklärbar, sondern es sind auch die Schadstoffkonzentrationen im Regen erneut angestiegen. Der Schadstoffeintrag durch saure Niederschläge ist im Raum Kufstein am höchsten von allen Tiroler Meßstellen.
- Die **Staubniederschlagsmessungen** im Raum Eiberg zeigen, daß zwar die Gesamtstaubniederschlagsbelastung im Jahr 1989 gegenüber dem Vorjahr merklich zurückgegangen ist, sodaß nur mehr bei der Meßstelle Egerbach-Wiese die Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung knapp überschritten wurden, jedoch ist der Anteil von Kalziumoxid im Staubniederschlag gegenüber dem Vorjahr gleich geblieben bzw. sogar bei einigen Meßstellen leicht angestiegen. Trotzdem wurden die sehr hoch angesetzten Grenzwerte der 2.Forstverordnung eingehalten.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Meßstelle Niederndorfer Berg

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

Nasser Niederschlag:

Die bisherigen Meßergebnisse sind in der Tabelle auf Seite 84 angeführt.

Der *tirolweite Schadstoffeintrag* aus nasser Deposition ist hier an der Meßstelle Niederndorfer Berg bei allen Schadstoffkomponenten *am höchsten*. Im Berichtsjahr wurden mit 1,05 g Sulfat-schwefel/m² oder - umgerechnet auf den Hektar 31,5 kg Sulfat durch nasse Deposition eingetragen. Auch der *Nitratintrag* ist hier mit 31,7 kg/ha *der höchste Wert in Tirol*.

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1988 ergaben in diesem Beurteilungsraum zahlreiche Grenzwertüberschreitungen laut 2.Forstverordnung: Kufstein-Festung, Stadtbergweg, Stimmersee,

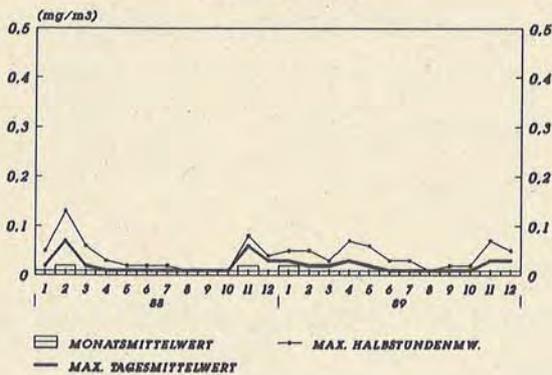
Meßstelle: Kufstein - Boznerplatz**Lage: 500m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet**

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,01	-	S:0,03 (0,05) W:0,03 (0,10)	-	-	S:0,07 (0,14) W:0,07 (0,30)	S:0,03 (0,07) W:0,03 (0,14)	2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/89	0,03	-	0,11 (Zone I 0,12)	-	-	-	-	Tir. LRVO I eingehalten
NO (ppb)	1-12/89	23	-	112 (400)	-	-	338 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/89	21 (Veg.: 16) (Öko.: 5)	-	51 (Veg.: 42) (Öko.: 21)	-	-	66 (Veg.:105) (Öko.: 42)	-	ÖAW Veg. überschritten ÖAW Öko. überschritten

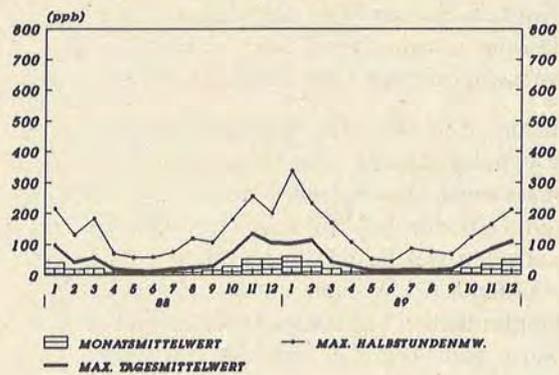
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2. Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984
 VDI 2310 Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure
 ÖAW Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Stickoxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation (Veg.) bzw. der Ökosysteme (Öko.)
 Tir. LRVO. Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87
 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert

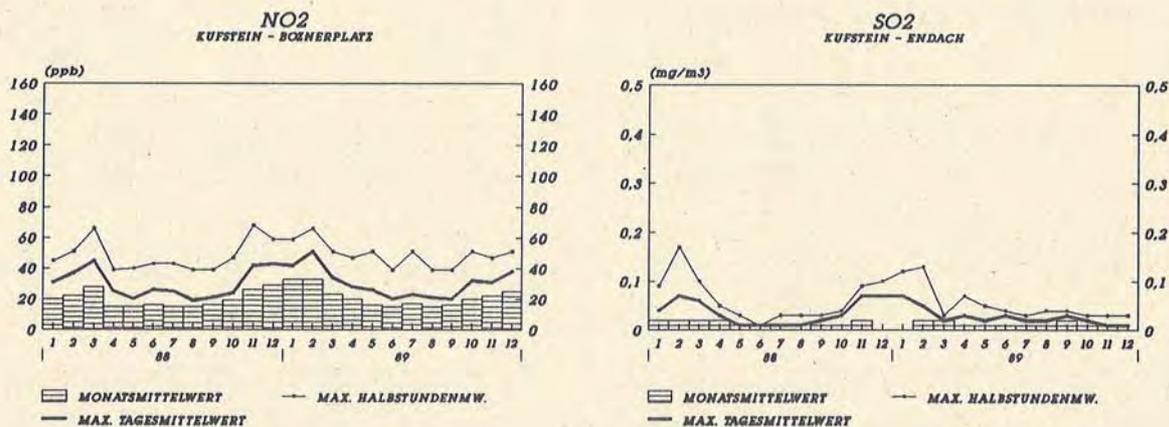
jeweils angegebener Grenzwert überschritten

SO₂
KUFSTEIN - BOZNERPLATZ



NO
KUFSTEIN - BOZNERPLATZ



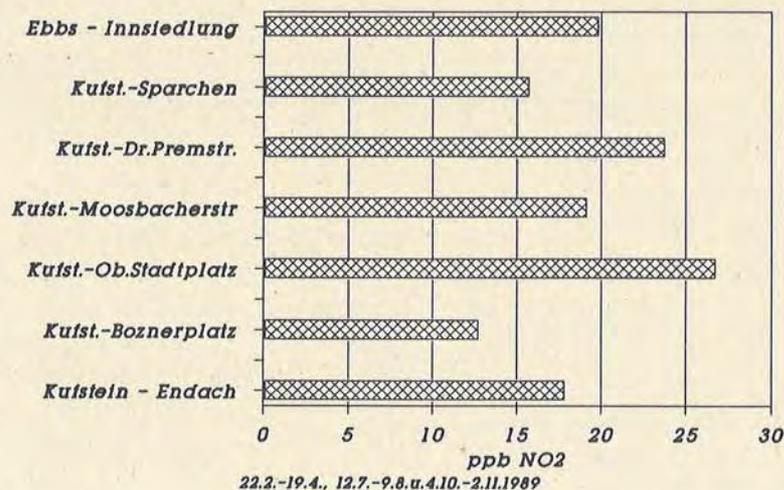


Meßstelle: Kufstein - Endach
Lage: 490m ü.d.M./Talboden/Stadtrand

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-11/89	0,01*	-	S:0,03 (0,05) W:0,05 (0,10)	-	-	S:0,07 (0,14) W:0,13 (0,30)	S:0,03 (0,07) W:0,07 (0,14)	2. FVO. eingehalten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984
 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 jeweils angegebener Grenzwert überschritten

Stichprobenmessungen mit Passivsammlern
Stickstoffdioxid-Belastung
in Kufstein und Ebbs



In Kitzbühel-Bahnunterführung und Jochberg-Sintersbach wurden 1988 leicht erhöhte Schwefelbelastungen in Fichtennadeln festgestellt.

Fluor:

Im Raum Hopfgarten wurde 1988 an zwei Punkten (Itter-Ed, Hopfgarten-Zentrum) im zweiten Nadeljahrgang der Grenzwert der 2.Forstverordnung überschritten.

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

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidbelastung im Ortsgebiet von St.Johann war ähnlich wie im Vorjahr wiederholt leicht erhöht, wobei jedoch die Grenzwerte für Schwefeldioxid laut 2.Forstverordnung noch nicht überschritten wurden. Die Messungen der Schwefeldioxidbelastung an der Hanglage südlich von St.Johann im Bereich Almhof, welche seit Juli 1989 durchgeführt werden, zeigten ebenfalls fallweise etwas erhöhte Schwefelbelastungen an, wobei jedoch die Grenzwerte der 2.Forstverordnung im Untersuchungszeitraum nicht überschritten wurden.
- Die Schwefelbelastung der Fichtennadeln ist im Raum St.Johann-Oberndorf an den Hanglagen an mehreren Stellen so hoch, daß die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten werden.

- Der laut Tiroler Luftreinhalteverordnung für St.Johann und Umgebung geforderte **Schwebstaubgrenzwert** der Zone I wurde im Spätwinter in St.Johann-Ortszentrum wiederholt überschritten, in einem Fall sogar der Grenzwert der Zone II. Im Meßzeitraum seit Juli 1989 wurden bei der Meßstelle Almhof keine Überschreitungen des Grenzwertes der Zone I für Schwebstaub festgestellt.
- Die Erhebungen der **Gesamtstaubniederschlagsbelastung** im Raum St.Johann-Oberndorf zeigen 1989 gegenüber dem Vorjahr einen Rückgang der Belastung, wobei der Grenzwert der Schweizer Luftreinhalteverordnung eingehalten wurde.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Ergebnisse der Nadelanalysen weisen im Raum St.Johann-Oberndorf auf eine erhöhte Schwefelbelastung hin. An mehreren Probestellen (Oberndorf, Apfeldorf, oberhalb Laner, Bergehen, Blumberg, nnö. Hasenberg, Walsersbach) wurden 1988 bzw. 1989 Grenzwertüberschreitungen gemäß 2.Forstverordnung festgestellt.

Weiters zeigen einige Probestellen, darunter auch höhergelegene Punkte, leicht erhöhte Schwefelbelastungen.

Meßstelle: St. Johann i.T. - Heimatmuseum

Lage: 659m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/89	0,02	-	S:0,03 (0,05) W:0,08 (0,10)	-	-	S:0,07 (0,14) W:0,21 (0,30)	S:0,04 (0,07) W:0,12 (0,14)	2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/89	0,06	-	0,23 (Zone I 0,12)	-	-	-	-	Tir. LRVO II überschritten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
• unvollständige Meßreihe

S Sommer (April - Oktober)

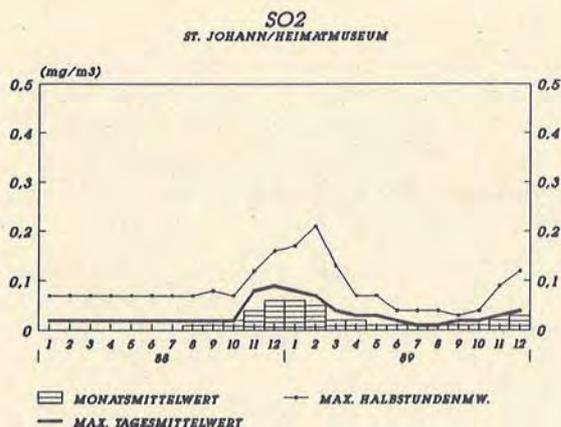
W Winter (November - März)

2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984

Tir. LRVO. Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87

97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert

jeweils angegebener Grenzwert überschritten



Die in Kössen erhobenen Nadelanalysen waren nicht belastet.

Fluor:

Bei der Asphaltmischanlage (Steinbruch) wurde

1988 der Grenzwert erreicht, jedoch nicht überschritten.

18. Beurteilungsraum: Pillersee

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Aufgrund der Nadelanalysen 1988 und der ersten Analysen aus 1989 besteht kein Hinweis auf eine nennenswerte Schwefelbelastung des Raumes Hochfilzen-Pillersee.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1988 und 1989 ergaben keine Grenzwertüberschreitungen. An einem Probestpunkt (Oberböden) wurden leicht erhöhte Schwefelbelastungen in Fichtennadeln festgestellt.

Meßstelle: St. Johann i.T. - Almhof Lage: 790m ü.d.M./Hanglage/Grünland									
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	7-12/89	0,01*	-	S:0,02 (0,05) W:0,02 (0,10)	-	-	S:0,08 (0,14) W:0,06 (0,30)	S:0,03 (0,07) W:0,03 (0,14)	2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	7-12/89	0,03*	-	0,05 (Zone I 0,12)	-	-	-	-	Tir. LRVO I eingehalten
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe S Sommer (April - Oktober) W Winter (November - März) 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984 VDI 2310 Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure Tir. LRVO. Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert [hatched box] jeweils angegebener Grenzwert überschritten									

Gesamtstaubniederschlagsbelastung 1988 und 1989 in St. Johann - Oberndorf		
Meßstelle	Jahresmittelwerte in g/m ² /Tag	
	1988	1989
Griesbach	0,10	0,09
Weiberndorf	0,18	0,11
Apfeldorf	0,12	0,09
Siedlung Apfeldorf	0,19	0,15
Grenzwert Schweizer Luftreinhalteverordnung	0,20	

Bezirk Lienz

BFI Lienz, BFI Matrei, BFI Sillian

a) Waldzustand

Der Gesundheitszustand der Wälder im Bezirk Lienz ist seit 1987 insgesamt konstant geblieben, hat sich aber seit 1984 stark verschlechtert (von 17 % auf 28 % Schadensfläche). Im Bezirksvergleich gehört Lienz zu den am wenigsten von Waldschäden betroffenen Gebieten.

Betrachtet man die Entwicklung bei den einzelnen Baumarten, sind deutliche Unterschiede in der Entwicklung zu erkennen: Der Zustand der **Fichten** hat sich von Jahr zu Jahr verschlechtert und ist nur bei den beiden letzten Inventuren gleich geblieben. Mittlere Verlichtungen haben ständig zugenommen.

Bei der **Zirbe** haben Schäden mittleren Grades abgenommen, leichte Verlichtungen sind vermehrt zu beobachten. Insgesamt ist bei der Zirbe seit 1984 eine deutliche Abnahme der Vitalität festzustellen, obwohl sie sich im Vergleich zu 1988 etwas erholt hat.

Der Zustand der **Lärche** zeigt weniger Auf und Ab, im Vergleich mit 1984 sind nur mehr 90 % der Lärchen als gesund einzustufen.

b) Immissionssituation

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

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Messungen in Innervillgraten zeigen, daß die Belastung durch "sauren Regen" *deutlich geringer ist als am Alpennordrand* und im Gegensatz dazu *nicht erneut zugenommen* hat. Die Nadelanalysen zeigen nur am Parkplatz an der Felbertauernstraße südlich des Tunnels erhöhte Schwefelbelastungen, wobei dort die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten werden.

Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Lienz, Schadensentwicklung seit 1984						
Baumart	Jahr	Schadstufen (%-Anteil)				gesamt geschädigt
		1 gesund ungeschädigt	2 leicht geschädigt	3 mittelstark geschädigt	4+5 stark gesch. und 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
	1988	67	26	6	1	33
	1989	67	24	8	1	33
Lärche	1984	100	-	-	-	-
	1985	90	10	-	-	10
	1986	91	7	2	-	9
	1987	84	16	-	-	16
	1988	87	12	1	-	13
	1989	90	10	-	-	10
Zirbe	1984	100	-	-	-	-
	1985	100	-	-	-	-
	1986	94	6	-	-	6
	1987	97	3	-	-	3
	1988	84	10	6	-	16
	1989	88	13	-	-	13
alle Baumarten	1984	83	15	2	-	17
	1985	78	18	3	1	22
	1986	76	19	4	1	24
	1987	72	23	4	1	28
	1988	72	23	5	0,5	28
	1989	72	21	6	1	28

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Meßstelle Innervillgraten

Lage: 1.730 m ü.d.M./Hanglage/landwirtschaftlich genutztes Grünland.

Nasser Niederschlag: Die südlich des Alpenhauptkammes gelegene Meßstelle ergibt folgende Ergebnisse für den Schadstoffeintrag durch Regen/Schnee seit 1984:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Grenzwerte der 2.Forstverordnung wurden 1988 an einem (Parkplatz Landeckwald) bzw. 1989 an keinem Probepunkt erreicht bzw. überschritten. Die Proben Fronstadlalpe (Sillian), Defregental-Schmittenköpfel und Trattenwald zeigen leicht erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln.

Nasse Deposition Eintrag im Zeitraum 01.10.1983 bis 30.09.1989					
Station Jahr	Niederschlag (mm)	H ⁺ (g/m ²)	NH ₄ ⁺ /N (g/m ²)	NO ₃ ⁻ /N (g/m ²)	SO ₄ ²⁻ /S (g/m ²)
Innervillgraten					
1984/85	740	0,017	0,35	0,27	0,58
1985/86	901	0,022	0,38	0,23	0,61
1986/87	792	0,015	0,34	0,18	0,44
1987/88	863	0,014	0,35	0,19	0,41
1988/89	779	0,010	0,27	0,16	0,37

Der Eintrag an Schadstoffen hat sich gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Der absolut gesehen geringste Eintrag im Jahr 1988/89 ist, zumindest was die Hauptschadstoffe Sulfat-schwefel und Nitratstickstoff betrifft - auch auf die im Berichtsjahr geringere Niederschlagsmenge zurückzuführen.

Im Vergleich zu den anderen, am Alpennordrand befindlichen Meßstationen wird die deutlich geringere Gesamtbelastung des Bereiches südlich des Alpenhauptkammes deutlich. Diese Tatsache darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß die mittleren (mengengewichteten) Schadstoffgehalte gleich hoch sind wie zum Beispiel bei der Station Reutte am Alpennordrand.

20. Beurteilungsraum: Lienz und Umgebung sowie Ainet und Umgebung

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

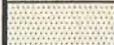
- Die Meßergebnisse aus Lienz zeigen, daß die Schwefeldioxidbelastung im Jahr 1989 gegenüber dem Vorjahr etwas zurückgegangen ist. Die Grenzwerte der 2.Forstverordnung für Schwefeldioxid wurden eingehalten.
- Die Nadelanalysen 1988 zeigen nur im Lienzer Talkessel Schwefelbelastungen, welche die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschreiten.

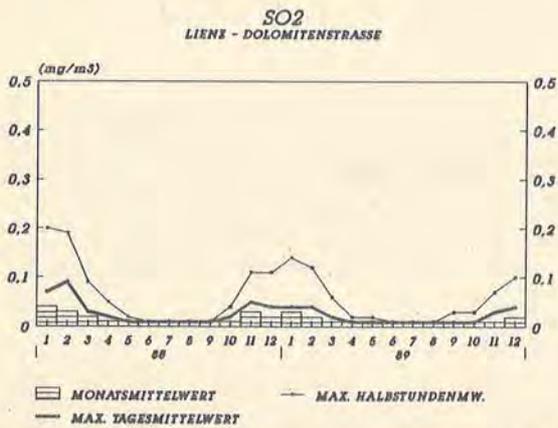
Meßstelle: Lienz - Dolomitenstraße

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

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-8/89 10-12/89	0,01*	-	S:0,01 (0,05) W:0,04 (0,10)	-	-	S:0,03 (0,14) W:0,14 (0,30)	S:0,02 (0,07) W:0,09 (0,14)	2. FVO. eingehalten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie unvollständige Meßreihe
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984
 97,5-Perz. 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert

 jeweils angegebener Grenzwert überschritten



BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1988 weisen im Raum Lienz in Tallagen (Iselkai, Nußdorf) Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung auf.

Leicht erhöhte Schwefelgehalte in Fichtennadeln wurden an den meisten anderen Probestellen ermittelt, wengleich diese keine Grenzwertüberschreitungen darstellen.

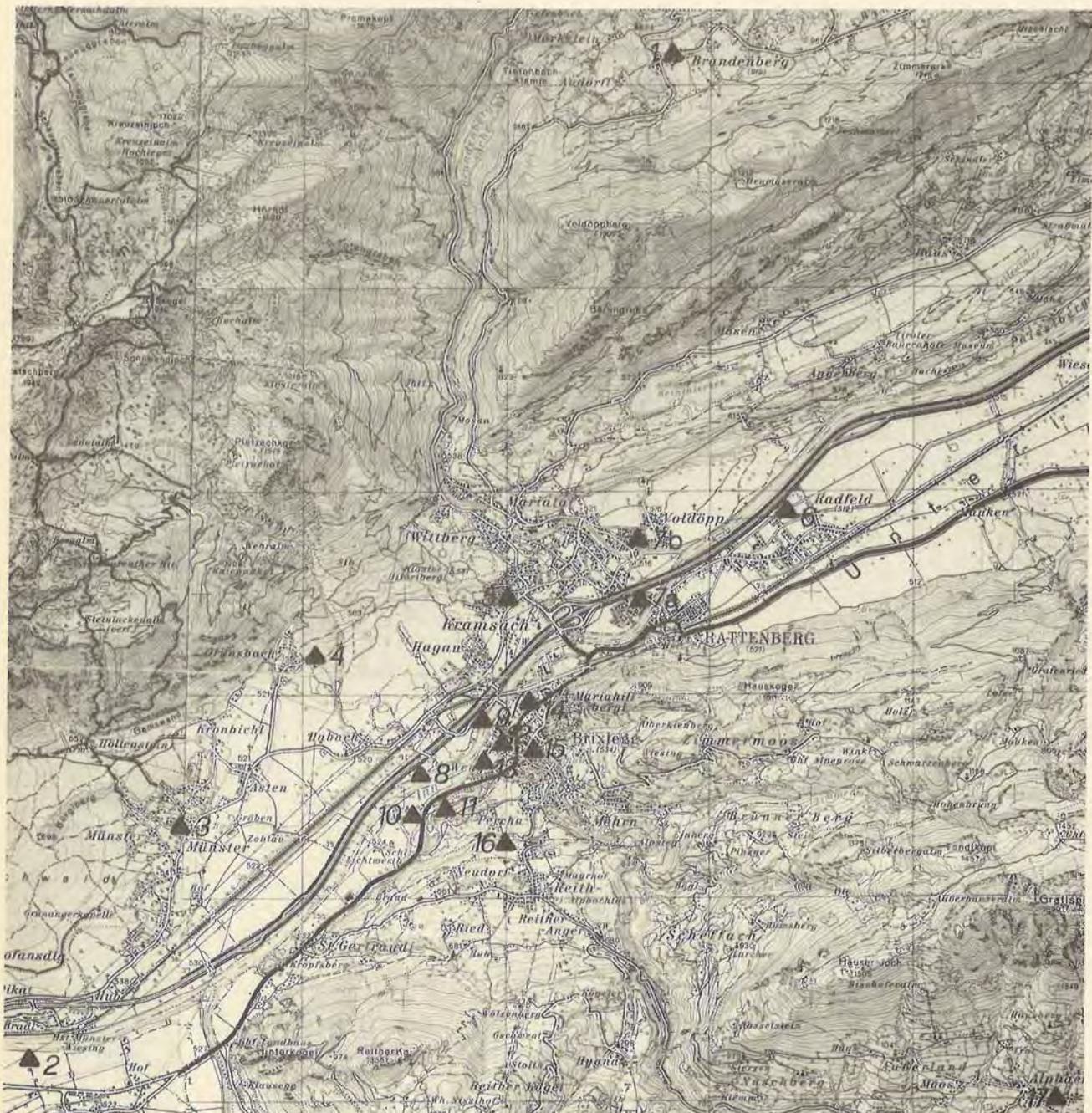


Abb. 6.2: Lage der Meßstellen

7. Wald und Wild

Die jährlich im Tiroler Wald durchgeführte Waldzustandsinventur zeigt sehr deutlich, daß Schäden in Altbeständen auftreten, die zum wesentlichen Teil der Luftschadstoffbelastung zuzuordnen sind. Das Schadensbild zeigt ausgeprägte regionale Unterschiede: Der Schutzwald ist stärker geschädigt als der Wirtschaftswald, der Zustand der Nordalpenregionen ist wesentlich schlechter als der der Zentralalpen. Je stärker geschädigt die Altbestände sind, desto dringender ist ein forciertes Waldverjüngungsprogramm: Waldbestände, die ihre Aufgaben (etwa im Schutzwaldbereich) nicht mehr ausreichend erfüllen können, müssen so rasch als möglich durch Jungwüchse verstärkt werden, damit das Gefährdungspotential für künftige Generationen so klein als möglich gehalten wird. Eine standortgerechte Mischwaldverjüngung wird aber durch zu hohe Schalenwildstände (und natürlich auch durch eine intensive Waldweidenutzung) erschwert oder sogar unmöglich gemacht. Tirol hat bereits 1987 die landeskulturelle Verträglichkeitsprüfung der Schalenwildbestände verpflichtend eingeführt. Dieses objektive und nachprüfbare Verfahren soll überall dort angewandt werden, wo das Ziel einer standortgerechten Waldverjüngung wegen zu hoher Schalenwildbestände nicht erreicht werden kann.

Ehe über die 1989 durchgeführten Verträglichkeitsprüfungen im Detail berichtet wird, soll auf die Besorgnis einzelner Jäger eingegangen werden, die meinen, daß die bisherigen Reduktionsmaßnahmen bereits zu einer drastischen Wildstandsverringerung geführt haben. Dafür liefert die Jagdstatistik einige wichtige Hinweise:

Vergleicht man die Schalenwildabschüsse in den 30iger Jahren mit jenen der 80iger Jahre und bezieht man diesen Vergleich zur Vermeidung einzelner Extremwerte auf einen Zeitraum von 5 Jahren, dann wurden zwischen 1931 und 1935 in Tirol jährlich 992 Stück Rotwild erlegt. Die Vergleichszahl für die Zeitraum 1981 bis 1985 lautet 7.412 Stück Rotwild. Mit anderen Worten: Anfang der 80iger Jahre wurden etwa 7,5-mal mehr Rotwild in Tirol erlegt als dies Anfang der 30iger Jahre der Fall war.

Für das Rehwild sieht der Vergleich so aus: Anfang der 30iger Jahre wurden in Tirol 2.547 Stück Rehwild erlegt, Anfang der 80iger Jahre waren es 15.572 Stück. Der Abschluß hat sich hier um den Faktor 6 erhöht. Interessant ist, daß der Rehwildabschuß des Jahres 1935 mit

2.450 Stück ziemlich genau dem Fallwildanteil des Jagdjahres 1988/89 entspricht (2.446 Stück).

Auch beim Gamswild zeigte sich, daß wir heute einen wesentlich höheren Wildstand haben als dies in den 30iger Jahren der Fall war: Anfang der 30iger Jahre wurden 1.760 Stück Gamsen erlegt, Anfang der 80iger Jahre waren es 10.095. Der Verstärkungsfaktor liegt bei 6,7.

Summiert man die Schalenwildstände des Jagdjahres 1988/89, wie sie von den Revierhabern selbst im Abschlußplan gemeldet wurden auf, dann ergibt dies folgende Wildstände:

Rotwild	Rehwild	Gamsen
21.285 Stück	52.575 Stück	54.345 Stück

Wenn Anfang der 80iger Jahre 6 bis 7,5-mal mehr Wild über längere Zeiträume geschossen werden kann als dies Anfang der 30iger Jahre der Fall war, dann ist der Schluß zulässig, daß heute auch die Wildstände um den gleichen Faktor höher liegen als dies Anfang der 30iger Jahre der Fall war.

Dieser Vergleich zeigt, daß von einer Gefährdung des Schalenwildstandes in Tirol überhaupt keine Rede sein kann, daß vielmehr gebietsweise die Schalenwildstände nicht waldverträglich sind.

Es soll jedoch auch in diesem Bericht ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß diese Feststellung keineswegs für alle Landesteile gilt: In ausgedehnten Revierbereichen haben verantwortungsbewußte Jagdausübungsberechtigte gezeigt, daß Wald und Wild keine Gegensätze bilden müssen. Sie haben durch eine waldverträgliche Jagd dafür Sorge getragen, daß standortsgerechte Mischwaldverjüngungen in ausreichendem Umfang heranwachsen können. Es zeigt sich immer wieder, daß dann auch die Tragfähigkeit des Lebensraums für das Wild ansteigt und daß jene Jäger, die für die Waldverjüngung sorgen, gleichzeitig für den Wildstand Sorge tragen.

7.1 Die Ergebnisse der landeskulturellen Verträglichkeitsprüfung 1989

Seit mehreren Jahren wird in Tirol die landeskulturelle Verträglichkeitsprüfung für Schalenwildbestände durchgeführt. Ihre Ergebnisse liefern objektiv nachprüfbar und revierbezogenen Daten darüber, ob die notwendige Mindestzielsetzung der Waldverjüngung in einem lokalen Bereich gegeben ist oder nicht bzw. ob durch Schältschäden Waldgebiete in ihrer weiteren Entwicklung gefährdet sind. Insgesamt 14 Bezirksforstinspektionen meldeten bis 1989 in 139 Gutachten und Anzeigen flächenhafte Gefährdung des Bewuchses durch jagdbare Tiere. **Von diesen Schädigungen waren 1989 46.000 ha Waldfläche in Tirol betroffen.**

- Die Auswertung all dieser Gutachten zeigt, daß überwiegend Verbißschäden Anlaß für diese Waldgefährdung waren. Verbiß-, Feg- und Schlagschäden führen zu einer Verlängerung des Verjüngungszeitraumes und speziell in Mischwaldgebieten zum Ausfall der ökologisch wichtigen Mischbaumarten. Neben rein wirtschaftlichen Schäden, insbesondere Zu-

wachsverlusten, resultieren labilere Folgebestände, die vor allem auch die Nachhaltigkeit der Schutzfunktion gefährden. Bei sehr hohem Verbißdruck bleibt zum Teil die Naturverjüngung völlig aus, durch Keimlingsverbiß kommt es in derartigen Beständen zu keiner Naturverjüngung, obwohl durchaus eine entsprechende Naturverjüngungspotenz gegeben wäre. Dies gilt insbesondere in den Bezirken Reutte und Kufstein mit hohem natürlichen Anteil an Mischwaldbeständen, in denen vor allem die Verjüngung der Mischbaumarten mit enormen Schwierigkeiten verbunden oder überhaupt unmöglich ist.

- Schältschäden verursachen oftmals flächenhaft schwere Schädigungen des Waldes und führen zur Entwertung des Holzes. In den meisten Fällen tritt in der Folge Rotfäulebefall auf und der geschälte Bestand bricht frühzeitig zusammen. Auch hier treten also neben den rein wirtschaftlichen Schäden auch erhebliche Beeinträchtigungen der Waldfunktionen ein.
- Knapp über 50 % der durch jagdbare Tiere gefährdeten Waldfläche in Tirol liegen im Bereich des Außerferns, 18 % im Bereich der Bezirksforstinspektion Kufstein. Aufgrund der besonderen Standortverhältnisse und des außerordentlich hohen natürlichen Mischwaldanteiles im Bereich dieser Bezirksforstinspektionen ist dort eine besondere Gefährdung gegeben. Daß vor allem die bestandesstrukturell und ökologisch wichtigen Mischbaumarten durch Verbiß besonders gefährdet sind, belegen auch immer wieder die Auswertungen der wilddichten Kontrollzäune.

Die Gutachten über die landeskulturelle Verträglichkeit von Schalenwildbeständen werden einerseits den Jagdbehörden zur Verfügung gestellt, um entsprechend revierbezogene Maßnahmen zur Beseitigung dieser Gefährdung ergreifen zu können, andererseits dem Leiter des Forstaufsichtsdienstes, um Antragsrecht und Parteistellung in landeskulturellen Verfahren zum Schutze des Waldes wahrnehmen zu können. Trotz dieser Bemühungen ist weiterhin die Situation in den Bezirksforstinspektionen Reutte, Kufstein, Imst, Lechtal sowie Telfs besorgniserregend. Es wird jedoch erforderlich sein, einige Jahre zuzuwarten, um dann ausreichend beurteilen zu können, ob die seitens der Jagdbehörde und der Jagdausübungsberechtigten ergriffenen Maßnahmen zu entsprechenden

Erfolgen und damit zur Beseitigung der landeskulturellen Gefährdung geführt haben. Neben dieser alarmierenden Situation in einzelnen Landesteilen gibt es in Tirol jedoch auch ausgedehnte Revierbereiche, in denen dem Jagdausübungsberechtigten eine überaus verantwortungsbewußte Schalenwildbewirtschaftung bestätigt werden kann. Diese sind Beweis dafür, daß Wildbewirtschaftung und Waldverjüngung keine Gegensätze

sein müssen, sondern daß bei verantwortungsvoller Betrachtung durchaus beides möglich ist. Die Luftschadstoffbelastung gefährdet insbesondere Altbestände. Deshalb ist eine funktionierende Verjüngung unabdingbare Voraussetzung dafür, daß der Wald die für das Gebirgsland Tirol so wichtige Schutzfunktion erfüllen kann. Zu diesem Zweck sind sämtliche Verjüngungshemmnisse zu beseitigen.

8. Wald und Weide

In vielen Landesteilen hat die Waldweide in den letzten Jahren neuerlich zugenommen. Vor allem auf empfindlichen Kalkstandorten ist die Waldweide eine zusätzliche Belastung, die im Zusammenhang mit den flächenhaften Waldschäden besonders ins Gewicht fällt. Auch im Sinne einer sachlichen Auseinandersetzung mit den Schalenwildschäden ist auf das Problem der Waldweide einzugehen:

Hauptursache für die seit etwa 40 Jahren andauernde beängstigende Entmischung der Jungbestände ist ohne Zweifel das Schalenwild. Trotz überreichlichem Verjüngungspotential geht der Anteil an Tanne und Laubböhlzern im Vergleich zum Altbestand zurück. Aber auch durch die Weidenutzung kommt es zu einer Entmischung, die allerdings nicht die Tanne sondern vor allem Laubbäume betrifft. Vom Umfang her ist aber das Wild deutlich stärker beteiligt als das Weidevieh.

Die Bodenvegetation wird durch Waldweide stark beeinflusst, nach bayerischen Untersuchungen werden jährlich zwischen 230 bis 340 kg Trockensubstanz an Biomasse je Hektar durch Waldweide entnommen. Im Vergleich zum Nährstoffentzug durch die konventionelle Holznutzung ist dies ein überaus beträchtlicher Anteil.

Entscheidende Nachteile verursacht die Waldweide durch Trittschäden: Narbenverletzung, vor allem aber Bodenverdichtung und damit Verringerung des Porenvolumens können zu Langzeitschäden führen. Der Oberflächenabfluß nach Starkregen ist auf stark beweideten Flächen um ein vielfaches höher als auf unbeweideten Flächen.

Auch wenn kein Zweifel besteht, daß an der Spitze der Waldbedrohung heute bei uns die Luftschadstoffbelastung steht, und daß in vielen Teilen unseres Landes immer noch zu hohe Schalenwildbestände verjüngungsgefährdend sind, so muß dem Waldweide-Problem doch entsprechende Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die in früheren Mangelzeiten notwendige Nutzung auch der letzten Nahrungsressourcen ist heute längst ins Gegenteil verkehrt.

Wenn Flächenstilllegung zur Verringerung der Überschußproduktion heute zur landwirtschaftlichen Umgangssprache gehört, dann ist Waldweide zur Produktionssteigerung ein Anachronismus.

Waldweide ist aber auch ein Teil des landwirtschaftlichen Einkommens und in diesem Bereich können Lösungen sicherlich nicht auf dem Rücken der Bergbauern gefunden werden. Aber auch die Landwirtschaftspolitik muß allergrößtes Interesse daran haben, daß landwirtschaftliche Tätigkeit umweltkonform ist, weil sich nur dann Ausgleichszahlungen für überwirtschaftliche Leistungen erklären lassen. Diese Ausgleichszahlungen werden aber in Zukunft umso mehr Bedeutung haben, je härter der Konkurrenzkampf im Bereich der reinen landwirtschaftlichen Gütererzeugung vor allem den Bergbauern treffen wird.

9. Wald und Klima

Die Temperatur der Erde in Bodennähe steigt in jüngster Zeit immer stärker an. Die Klimatologen sind sich einig, daß dies durch ansteigende Konzentrationen bestimmter klimawirksamer Spurengase - allen voran durch Kohlendioxid verursacht wird. Die Zunahme des Kohlendioxids ist auf die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas, aber auch auf großflächige Waldzerstörungen zurückzuführen.

Der dadurch verursachte "Treibhauseffekt" hat für viele Regionen der Erde verheerende Folgen:

- Die Wüstenregionen breiten sich polwärts aus. In unseren Breiten werden vor allem die Winter wärmer, die Sommer trockener. Für die Ernährungs- und Trinkwassersituation der Menschheit hat dies katastrophale Folgen.
- Bestehende Waldgebiete werden dadurch gegenüber bestimmten Schädlingsarten extrem anfällig.
- Durch das Abschmelzen der Polareiskappen steigt der Meeresspiegel, küstennahe Tiefebene werden überflutet. (Zitiert aus: Erster Zwischenbericht an den Deutschen Bundestag "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" 1988)

Gegenmaßnahmen

Konsequente Energiesparmaßnahmen, die aber ohne steuerliche Lenkungsmittel sicherlich nicht erfolgreich sind.

Daneben ist aber die **Erhaltung bestehender und die Schaffung neuer Wälder** eine überaus wirksame Gegenstrategie gegen den Treibhauseffekt:

Der Wald speichert im Holz große Mengen Kohlenstoff, den er im Wege der Photosynthese der Atmosphäre entnimmt, etwa die Hälfte des Holzes besteht aus Kohlenstoff. Der jährliche Holzzuwachs des österreichischen Waldes wird auf 15 Mio. Festmeter geschätzt, das dadurch gebundene Kohlendioxid kompensiert die zweifache Menge jener CO₂-Emission, die aus der jährlichen Heizölverbrennung (ca. 2 Mio. Tonnen) in Österreich freigesetzt wird.

Ein Hektar guter Wald entnimmt der Atmosphäre jährlich jene CO₂-Menge, die bei der Verbrennung von 2,2 Tonnen Öl emittiert wird.

Da Holz als Baustoff ein langlebiges Produkt ist, erfolgt die Kohlenstoffspeicherung auf Jahrzehnte - damit wird Zeit für weitere wirksame Gegenstrategien gewonnen. Auch bei der Holzverbrennung wird nur jenes CO₂ freigesetzt, das der Baum vorher der Atmosphäre entnommen hat (Kreislaufwirtschaft).

Neben der Erhaltung der tropischen Regenwaldgebiete ist die Erhaltung der Wälder im eigenen Land eine wichtige politische Aufgabe. Die **Schaffung neuer Wälder** ist nicht nur für die Deckung des zu erwartenden Holzdefizits und nicht nur zur Verbesserung der Schutzwirkung sondern ebenso auch als Gegenstrategie gegen den Treibhauseffekt wichtig.

10. Waldpilze als Indikatoren für Schadstoffbelastungen

Speisepilze spiegeln die starke Schwermetallbelastung unserer Waldböden sehr deutlich wieder. Im gesamten Inn- und Wipptal werden die Lebensmittelrichtwerte sehr häufig überschritten. Pilze von straßennahen Standorten weisen derart hohe Schwermetallgehalte auf, daß dringend vor deren Verzehr gewarnt werden muß. Auch die Belastung mit radioaktiven Spaltprodukten (Cs-137) ist nach wie vor hoch und zeigt bislang noch keine fallende Tendenz.

Der organische Auflagehumus unserer Wälder, der sich aus dem sogenannten 'Bestandesabfall' bildet (Nadel, Blatt und Reisigreste), stellt einen empfindlichen Indikator für die Belastung des Waldökosystems mit schwer abbaubaren Luftschadstoffen dar. Vor allem Schwermetalle und auch radioaktive Spaltprodukte werden sehr stark in der Humusaufgabe gebunden und akkumulieren so über längere Zeiträume. Da die meisten Pilze zum Großteil in diesem Substrat wachsen und die Nährstoffe über das Pilzmyzel aus dem Auflagehumus aufnehmen, weisen Speisepilze oft besonders hohe Schadstoffgehalte auf.

Schwermetallgehalte:

Ein Überblick über die Schwermetallbelastung von Waldpilzen aus dem Inn- und Wipptal (siehe Abb.10.1) zeigt, daß Waldpilze aus diesem Bereich praktisch generell über den einschlägigen Lebensmittelgrenzwerten (gültig für Zuchtchampions) liegen (Pb, Hg: 0,10 ppm; Cd: 0,05 ppm). Besonders kritisch ist die Situation beim Cadmium, bei diesem Element wurden in Relation zum Grenzwert die relativ höchsten Werte gemessen. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der Tiroler Bodenzustandsinventur, bei der festgestellt wurde, daß Cadmium in Tirol in Folge der starken Bodenbelastung und der

herrschenden Bodeneigenschaften am ehesten aus dem Boden aufgenommen werden kann.

Trotz der deutlich höheren Belastung des Auflagehumus mit Blei sind die Gehalte in den Waldpilzen (relativ zum Grenzwert) doch wesentlich geringer. Dies ist ein Hinweis auf die geringere Beweglichkeit dieses Elements in Waldböden.

SCHWERMETALLE IN SPEISEPILZEN HÄUFIGKEITSVERTEILUNG

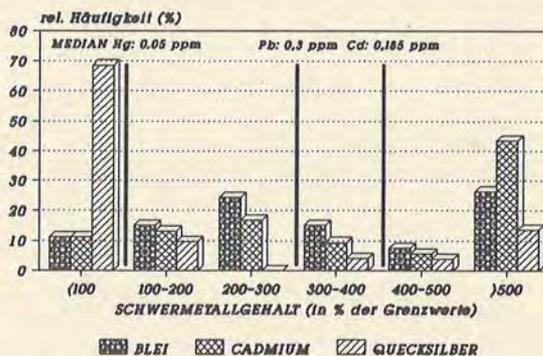


Abb.10.1: Schwermetallgehalte von Speisepilzen (n = 53)

Etwa 30% der untersuchten Pilze wiesen auch beim Quecksilber Grenzwertüberschreitungen auf. Dies dürfte aber zum Großteil auf eine na-

türliche Anreicherung auf Grund der hohen Affinität von Hg zur organischen Substanz zurückzuführen sein. Quecksilber wird hauptsächlich durch natürliche Quellen (Vulkane, Verdampfen aus Meerwasser) freigesetzt, der Anteil anthropogener Emissionen dürfte nur lokal begrenzt sein.

Ein Vergleich dieser aus dem gesamten Inn- und Wipptal stammenden Pilzproben, mit Schwermetallgehalten von Speisepilzen straßennaher Standorte, zeigt hier noch um ein Vielfaches höhere Werte. Obwohl die Probenanzahl ($n = 13$) für eine fundierte Aussage zu gering ist, ist die Erhöhung der Pb-Gehalte um das 6-fache, beim Cd um das 22- und beim Hg gar um das 40-fache in Straßennähe, gegenüber den 'normal belasteten' Standorten des Inn- und Wipptals ein Faktum. Vom Genuß der Pilze aus dem Straßennahbereich muß daher dringend abgeraten werden.

Cäsium:

Obgleich nunmehr bereits 4 Jahre seit der Reaktorkatastrophen von Tschernobyl verstrichen sind, kann noch keine Abnahme bei der radioaktiven Belastung der Speisepilze festgestellt werden. Es hat eher den Anschein, als wäre in den letzten Jahren eine verstärkte Aufnahme der Cs-Isotope aus dem Boden erfolgt. Grund hierfür könnte sein, daß das Cäsium zunächst (1986, 1987) an die unzersetzte Streu gebunden war, was zu vergleichsweise geringen Transferraten Streu-Pilz geführt hat. Mit fortschreitendem Streuabbau gelangt Cäsium zunehmend in die Feinmoder-

schicht und den humosen Mineralboden, was eine verstärkte Aufnahme in die Fruchtkörper zur Folge hat. Es ist daher zu erwarten, daß die Cs-Belastung auch in nächster Zukunft kaum abnehmen wird.

Cs-134/137 GEHALTE VON SPEISEPILZEN
1986-1989

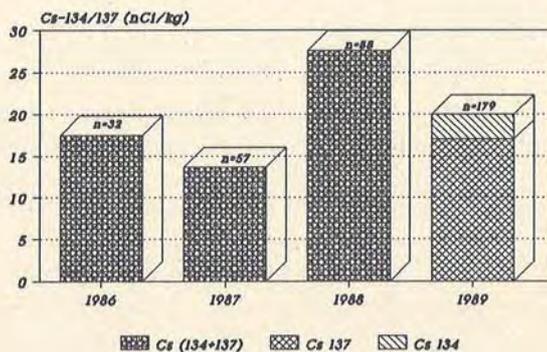


Abb.10.1: Zeitliche Entwicklung der Cs-Gehalte von Waldpilzen

Der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Pilzberater (H. Plenk), der BA für Lebensmitteluntersuchung und dem Inst.f. Wildtierkunde wird für die Untersuchungsergebnisse gedankt.

11. Schadstoffgehalt in Flechten im Raum Innsbruck

Basierend auf der Flechtenkartierung 1987 wurde im Auftrag des Umweltschutzamtes der Stadtgemeinde Innsbruck der Schadstoffgehalt in Flechten im Raum Innsbruck untersucht. Die Studie zeigt, daß neben den Hauptverursachern der Schadstoffbelastung - Verkehr und Hausbrand - auch die topographischen und lokalklimatischen Verhältnisse wesentlich zum Schadstoffeintrag im Untersuchungsraum beitragen. Besonders hohe und vorwiegend verkehrsbedingte Schwermetallbelastungen (Blei und Cadmium) treten am Hangfuß der Nordkette sowie im Bereich der Inntalautobahn bzw. der Ausfallstraßen auf. Dagegen stellt im Innenstadtbereich auch der Hausbrand (Schwefeldioxid- bzw. Sulfatbelastung) eine wesentliche Belastungskomponente dar.

Im Herbst 1988 wurde entlang zweier Transekte (Abb. 11.1) in potentiell vorkommenden und toxischeren Flechtenarten - *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata* und *Xanthoria parietina* - der Schwermetallgehalt (Zink, Kupfer, Cadmium und Blei) bzw. Anionengehalt (Sulfat, Nitrit, Nitrat und Chlorid) bestimmt.

Ziel dieser Flechtenstudie des Instituts für Botanik der Universität Innsbruck unter der Leitung von Prof. S. Bortenschlager war der quantitative Nachweis verkehrsbürtiger und "hausgemachter" Schadstoffe in der Vegetation und deren Anteil an der Ausbildung von Flechten- bzw. Belastungszonen im Untersuchungsgebiet. (s. Flechtenkartierung 1987 in: Zustand der Tiroler Wälder, 1988).

Allgemeines:

Flechten sind pflanzliche Lebewesen aus Pilz und Alge in einem sehr empfindlichen Gleichgewicht. Sie besitzen keine Wurzeln und nehmen die Nährstoffe ausschließlich über die Luft bzw. aus den Niederschlägen auf. Das ganze Jahr über - vor allem im Winterhalbjahr - photosynthetisch aktiv, werden in den epiphytisch lebenden Flech-

ten mitunter Schwermetalle und saure Schadstoffeinträge (z.B. Sulfate) in hohem Maße angereichert, welche je nach Toxizität und Belastungsgrad der Flechten zu unterschiedlichen Schädigungen bis zum Verschwinden von Flechtenarten führen können.

Änderungen im Schädigungs- und Deckungsgrad des Flechtenbewuchses sowie in der Artenzusammensetzung sind auch ein Maß für die Ausweisung von Belastungszonen (Zone I - Reinluftgebiete bis Zone V: "Flechtenwüste"), die für die Beurteilung der Umwelt- bzw. Luftbelastung eines Gebietes großflächig herangezogen werden können. Dabei lassen sich ergänzend zur technischen Immissionsmessung sowohl kurzfristige als auch langfristige Schadstoffeinträge auf die Vegetation in ihrer komplexen (synergistischen) Wirkung optimal erfassen.

Methode:

Die Flechtenproben wurden an exponierten Bäumen in einiger Entfernung zu größeren Emissionen - wie z.B. verkehrsreiche Straßen - entnommen, wobei jeder Entnahmepunkt (Standort) in Abb. 11.1 einer be-

Zone	Standorte
I	1, 17, 18, 31
II	2, 16, 19, 27, 30
III	3, 5, 6, 10, 13, 15, 20, 22, 24, 26, 28, 29

Tab.11.1: Flechtenzonen und Standortbezug
 stimmten Belastungs- bzw. Flechtenzone entspricht (Tab.11.1):

Die Schwermetall- und Anionenanalyse erfolgte am Institut für Mikrobiologie der Universität Innsbruck unter Leitung von Prof.F.Schinner mittels der Atomabsorptionsspektrometrie (AAC) bzw. Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC).

Ergebnisse und Diskussion:

Im Rahmen dieses Berichtes werden repräsentativ für die Gesamtbelastung nur die verkehrsbürtigen Schwermetalle Cadmium (Cd) und Blei (Pb) bzw. die Belastung der Flechten durch Sulfat (SO₄) und die Summe der Stickstoff-Einträge aus Nitrit und Nitrat (= NO_s) diskutiert.

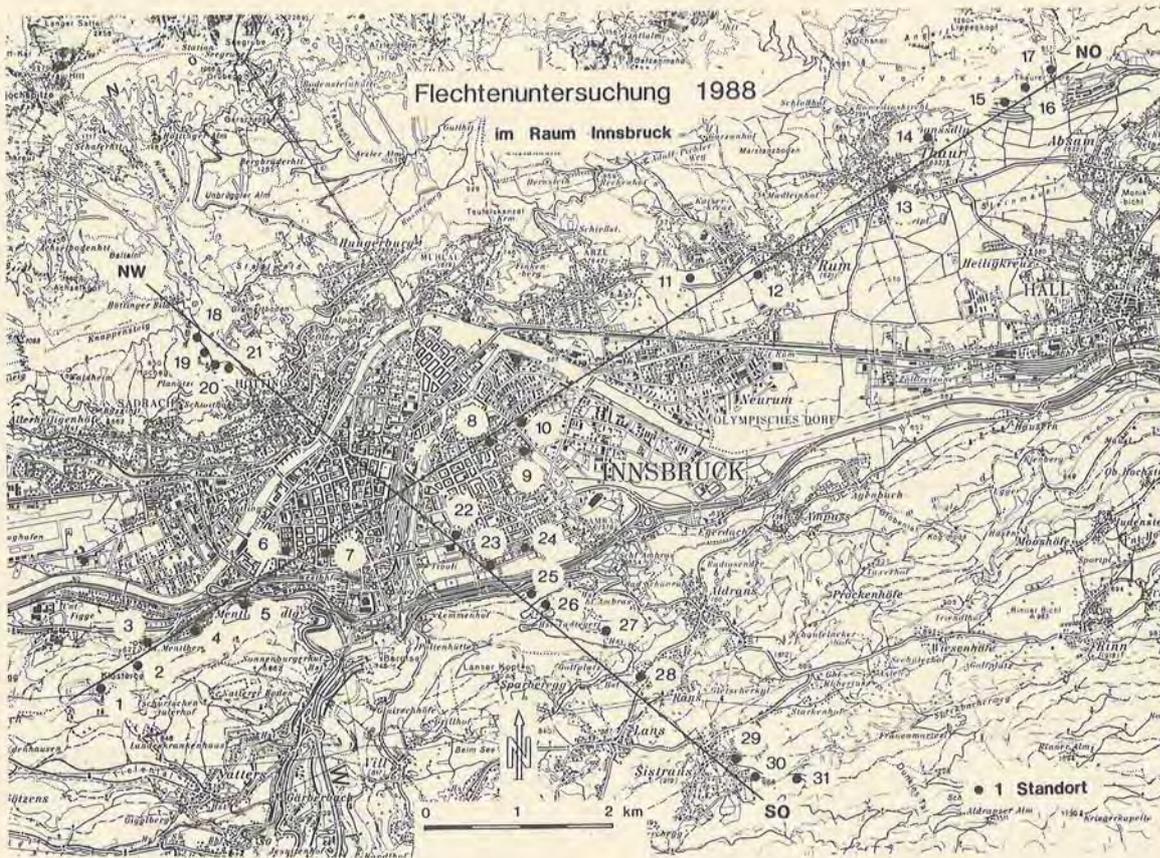


Abb.11.1: Lage der Untersuchungspunkte

Standortvergleich:

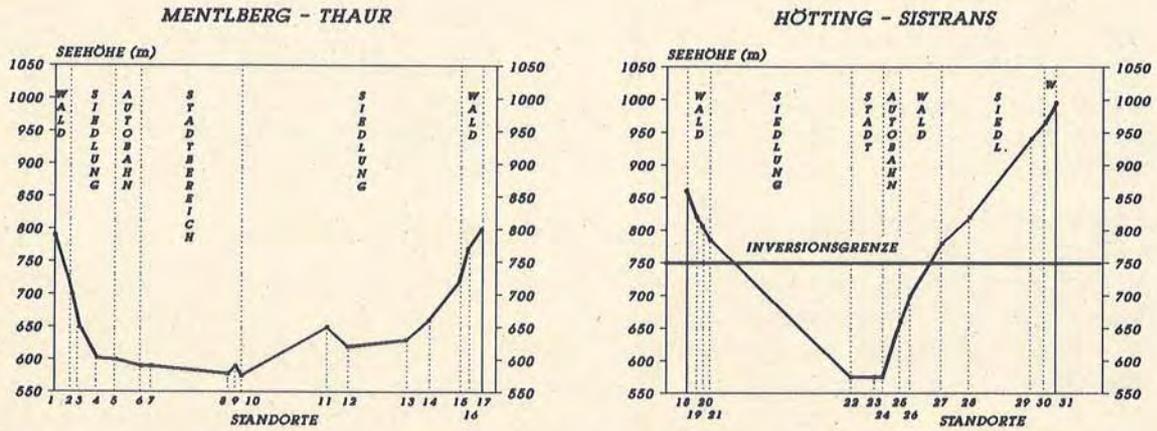


Abb.11.2: Lage der Untersuchungspunkte in Abhängigkeit von der Topographie

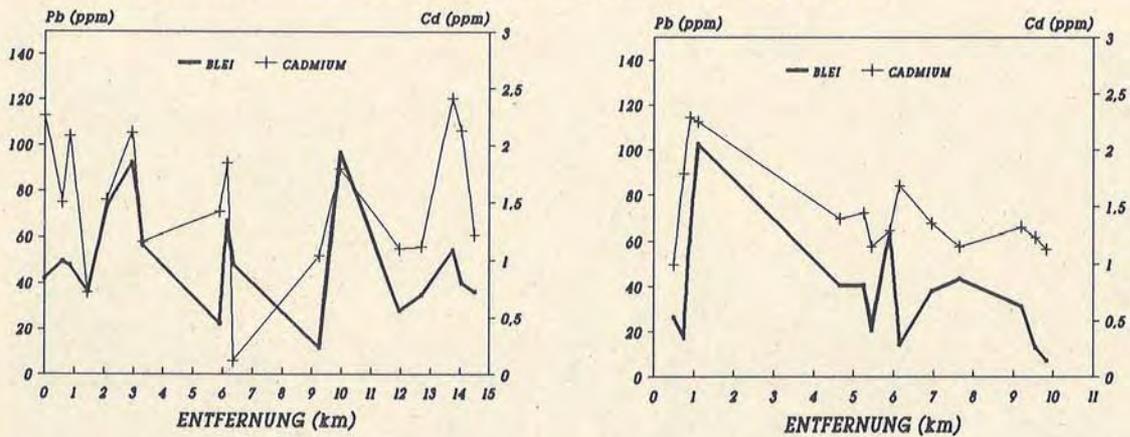


Abb.11.3: Schwermetallgehalt der Flechten in Abhängigkeit vom Standort

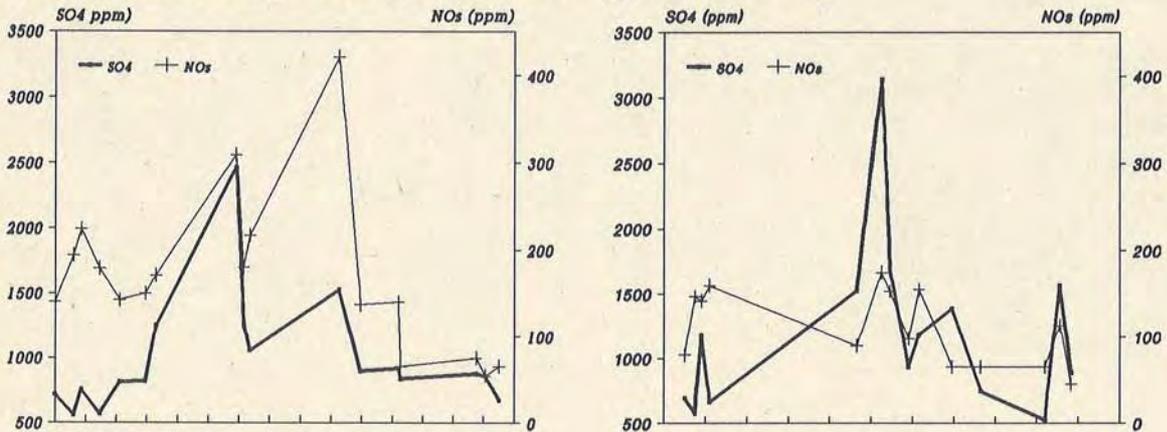


Abb.11.4: Anionengehalt der Flechten in Abhängigkeit vom Standort

Entsprechend den topographischen und klimatischen Verhältnissen (Abb.11.2) ergibt sich für den Untersuchungsraum Innsbruck eine sehr unterschiedliche Schadstoffverteilung, die im wesentlichen folgende Trends erkennen läßt (Abb.11.3):

Einer eher diffusen Schadstoffverteilung in Talrichtung (Mentlberg-Thaur) mit erhöhten Schwermetall Konzentrationen in autobahnnahe n Bereichen (Wilten) und in exponierten Lagen (Arzl-Rum) steht ein deutliches Nord-Süd-Gefälle (Hötting-Sistrans) gegenüber, das in Zusammenhang mit den häufigen Inversionswetterlagen - Grenze der Inversionsschicht ca. 200 m über dem Talboden (Abb.11.2) - zu sehen ist. Durch die starke Erwärmung der Südhänge und der dabei entstehenden Thermik wird die Inversionsschicht allmählich angehoben und schadstoffbelastete Stadtluft nachgesaugt, wodurch sich auch der hohe Schadstoffgehalt in den Flechten erklärt. Immissionsmessungen und Nadelanalysen bestätigen im allgemeinen diesen Trend.

Während die SO₂-Belastung im Stadtgebiet durch energiepolitische und heizungstechnische Maßnahmen in den Jahren 1977 bis 1988 bis auf ein Fünftel der ursprünglichen Belastung reduziert werden konnte, hat sich der Verkehr und somit die NO_x-Emissionen im selben Zeitraum mehr als verdoppelt (Zustand der Tiroler Wälder 1989).

Stellvertretend für die Belastungen durch den Verkehr NO_s-Komponente und Hausbrand (SO₄-Komponente) ist in Abb.11.4. der Anionengehalt der Flechten in Abhängigkeit vom Standort dargestellt.

Deutlich erkennt man die Dominanz der NO_s-Komponente in den Randbereichen (Hötting-Mentlberg) bzw. im Bereich der Inntalautobahn (Paschberg) und Ausfallstraßen (Arzl-Rum). Da bekanntlich bis zu 90 % der NO_x (= NO + NO₂) Emissionen aus dem Verkehr stammen, ist diese außerordentliche Belastung eindeutig dem Verkehr zuzuschreiben.

Im Gegensatz dazu ist im innerstädtischen Bereich (bes. Reichenau) eine erhöhte Sulfatbelastung festzustellen, die heizungs- und klimatisch bedingt besonders in den Wintermonaten stark in Erscheinung tritt (Zustand der Tiroler Wälder, 1987). Ein Vergleich des Sulfatgehaltes der Flechten mit der Gesamtdeposition (12/85-3/86) in Abhängigkeit von der Höhenlage in Tab.11.2

veranschaulicht diese Situation sehr eindringlich, wobei sich die Immissionskomponente Sulfat(SO₄) tendenziell in den Flechtenproben wiederfindet.:

Standort	Gesamtdep. SO ₄ (mg/m ² /Tag)	Flechte (ppm)
Reichenau(570m, 8/9)	48	1700
Gramart(860m, 18)	9,7	693

Tab.11.2: Gesamtdeposition und Schadstoffgehalt der Flechten

Zonenvergleich:

In Abb.11.6 ist eine weitgehende Übereinstimmung der ausgewiesenen Belastungszonen (I-IV: zunehmende Belastung) mit den gemessenen Schwermetall- und Anionengehalten der Flechten festzustellen. Lediglich in der stark belasteten Zone IV kommt es offensichtlich bereits zu ersten Flechtenschäden, wodurch die Aufnahme von Nähr- bzw. Schadstoffen selektiv eingeschränkt wird.

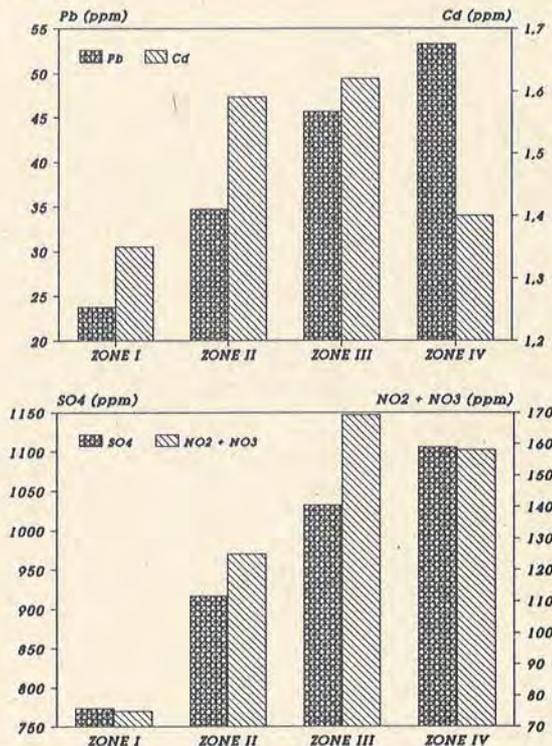


Abb.11.6: Schadstoffgehalt der Flechten und Belastungszonen

Schlußbetrachtung:

Die Ergebnisse der Flechtenstudie zeigen in Übereinstimmung mit den ausgewiesenen Belastungszonen der Flechtenkartierung 1987, daß in den Randbereichen des Untersuchungsraumes die Schadstoffbelastung in erster Linie auf den Verkehr zurückzuführen ist, in innerstädtischen Bereichen jedoch auch der Hausbrand (Schwefeldioxid- bzw. Sulfatbelastung) eine wesentliche Belastungskomponente darstellt.

Sämtliche Maßnahmen - wie z.B. Verkehrsberuhigung, Förderung der öffentlichen Verkehrsmittel, Umstellung von Öl- auf Gasheizung etc. - tragen wesentlich zur Verbesserung der Lufthygiene bzw. des Stadtklimas bei und sind auch weiterhin entsprechend zu fördern.

III. Maßnahmen zur Umweltverbesserung

12. Schutzwaldverbesserung und Hochlagenaufforstung in Tirol

Gesunde und ökologisch stabile Schutzwaldbestände sind für den Schutz vor Elementargefahren und die Besiedelbarkeit des Gebirgslandes Tirol von eminenter Bedeutung. Der Zustand des Tiroler Schutzwaldes, der nahezu die Hälfte der gesamten Waldfläche umfaßt, ist durch jahrhundertelange außerforstliche Nutzungen (Waldweide, Streunutzung, Schneitelung, zu hohe Schalenwildichte in den letzten Jahrzehnten) geprägt. Die ökologisch instabilen Bestandesstrukturen und das allerorts herrschende Verjüngungsdefizit stellen die Sanierungsnotwendigkeit dieser Wälder in den Vordergrund. Vor allem die schadstoffbedingte Erkrankung des Tiroler Schutzwaldes verlangt dringend intensive Pflege- und Verjüngungsmaßnahmen, um den Waldzustand zu verbessern.

Da im Zuge der Schutzwaldbewirtschaftung kaum Reinerlöse zu erwarten sind, können die Schutzwalderhaltungs- und Verjüngungsmaßnahmen im Rahmen von Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldsanierungsprojekten und von flächenwirtschaftlichen Maßnahmen (mit Mitteln aus dem Katastrophenfond) gefördert werden.

12.1. Förderungsprogramm für Schutzwalderhaltung und Hochlagenaufforstung.

Die Schutzwalderhaltungs- und Hochlagenaufforstungsmaßnahmen werden seit dem Jahre 1972 mit Mitteln des Bundes und des Landes Tirol großzügig gefördert. Blieb das jährliche Arbeitsvolumen in den ersten 15 Jahren dieses Förderungsprogrammes annähernd gleich, so bedingten die jährlich zunehmenden Schäden in den Tiroler Schutzwäldern eine Ausweitung und Intensivierung dieser Maßnahmen. Bund und Land haben in den letzten Jahren dieser Notwendigkeit durch Bereitstellung erhöhter Beihilfen entsprochen. Die Erhöhung des Aufwandes für die Maßnahmen zur Schutzwalderhaltung und

Hochlagenaufforstung können aus der nachfolgenden Übersicht ersehen werden.

Übersicht über die jährliche Verteilung des Aufwandes für die Schutzwalderhaltungs- und Hochlagenaufforstungsmaßnahmen. (Abb.12.1)

Hochlagenaufforstung-Schutzwaldsanierung
Verbrauch von 1972 - 1989

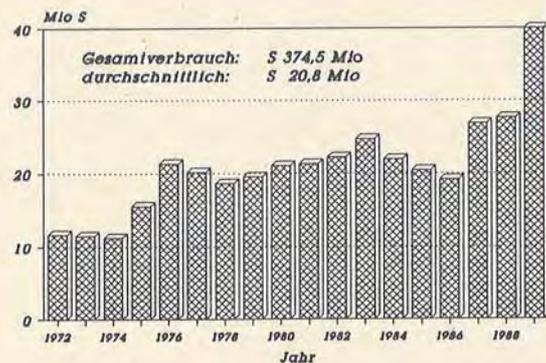


Abb.12.1:

Die Übersicht zeigt, daß sich der Gesamtaufwand im Jahre 1989 von rd. 40 Mio.Schilling um 21 Mio.Schilling gegenüber dem Jahresdurchschnitt des Zeitraumes 1972-1986 (rd. 19 Mio.Schilling) erhöht hat. Somit wurden 1989

mit 32 Mio.Schilling Beihilfe um 17,2 Mio.Schilling mehr Beihilfen bereitgestellt als im Jahresdurchschnitt des Zeitraumes 1972/86.

Die nunmehr im Zuge von 185 Projekten bearbeitete Gesamtprojektsfläche der in Sanierung befindlichen Schutzwälder hat sich von 33.000 ha in den Jahren 1972/86 auf 48.220 ha im Jahre 1989 vergrößert. Die auf dieser Fläche notwendigen Arbeiten haben eine Laufzeit von 10-20 Jahren.

Insgesamt sind in den abgelaufenen 18 Jahren (1972-1989) auf der Projektsfläche von 48.220 ha des Tiroler Schutzwaldes rd. 375 Mio.S aufgewendet worden.

Bis Ende 1989 wurden rd. 3.900 ha aufgeforstet. Diese Aufforstungen werden jährlich im Wege von Kultursicherungs- sowie Pflegemaßnahmen betreut.

Dominierte in den ersten Jahren dieses Förderungsprogrammes die Hochlagenaufforstung, so ist in den letzten Jahren eine eindeutige **Schwerpunktverlagerung zur Schutzwaldsanierung erfolgt**. Nur mehr rund 10 % der jährlichen Aufforstungskosten werden für die reine 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 Beginn der Arbeiten im Jahre 1972 wurden rd. 700 km Schutzwaldwege ausgebaut. Nachdem ein Großteil der gelände- bzw. standortsmäßig erschließbaren Schutzwälder durch umweltschonend geplante und durchgeführte Schutzwaldwege erschlossen werden konnte, hat in den letzten Jahren eine starke Verlagerung der Aufwendungen zur Aufforstung sowie zu den Vorbereitungs-, Kultursicherungs- und Pflegemaßnahmen stattgefunden. In schwierig erschließbaren Schutzwäldern wird das bei Verjüngungseinleitungen anfallende Holz mittels Seillieferung zu den Basiswegen gebracht. So ermöglicht die seit dem Jahre 1989 verstärkt wirksam gewordene Förderung von Seilkranlieferungen eine vorsichtige, flächendeckende, auf die Verjüngungsanbahnung ausgerichtete Bewirtschaftungsform der Schutzwälder.

Die bisher für die Schutzwaldsanierungs- und Hochlagenaufforstungsmaßnahmen aufgewen-

deten Gesamtkosten von rd. S 375 Mio. setzen sich im 18-jährigen Durchschnitt aus 53 % Bundesmittel, 26 % Landesmittel und 21 % Eigenleistung zusammen.

Tab.12.1:

BFI	Anzahl der Projekte	Gesamt-Projektsfläche/ha	Gesamt-Voranschlag in Mio.S
Hall	4	745	3,9
Innsbruck Stadt	2	513	10,2
Kitzbühel	9	349	13,9
St. Johann	5	3.252	23,1
Kufstein	10	761	6,6
Schwaz	7	1.377	6,7
Steinach	13	10.527	48,1
Wörgl	11	292	4,7
Zillertal	10	2.590	20,6
Imst	13	2.917	60,2
Landeck	17	2.078	29,0
Ried	9	628	3,1
Silz	8	474	8,5
Telfs	15	1.083	16,3
Lechtal	17	3.359	55,8
Reutte	8	4.610	23,7
Lienz	11	6.961	133,2
Matrei	10	1.416	26,9
Sillian	6	4.288	79,7
Tirol	185	48.220	574,2

Die Gesamtkosten für die Durchführung der Verjüngung 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 inkl. der Vorbereitungs-, Nachbesserungs- und Kultursicherungsmaßnahmen in den Extremlagen die Hunderttausend-Schilling-Grenze pro Hektar übersteigen. Eine weitere Erhöhung dieser Kosten können die oftmals notwendigen technischen Maßnahmen gegen Schneebewegungen zum Schutz von Hochlagenaufforstungen nach sich ziehen.

Das Ausmaß der Schutzwalderhaltungsmaßnahmen in den einzelnen Forstbezirken und gewisse Schwerpunktbildungen können aus der nachfolgenden Zusammenstellung und der Übersichtskarte entnommen werden:

Eine Übersicht über die Schutzwaldverbesserungsmaßnahmen im Tiroler Nichtstaatswald Stand Anfang 1990 gibt Tab.12.1.

(Die Projekte haben eine Laufzeit von 10 bis 25 Jahren).

12.2. Flächenwirtschaftliche Maßnahmen mit Mitteln aus dem Katastrophenfonds:

Die Möglichkeit, im Rahmen von flächenwirtschaftlichen Projekten Sanierungsmaßnahmen mit Mitteln aus dem Katastrophenfonds zu fördern, stellt eine wertvolle Ergänzung zu dem seit 1972 laufenden mit Bundes- und Landesmitteln geförderten Hochlagenaufforstungs- und Schutzwalderhaltungsprogramm dar. Hierbei handelt es sich um die Sanierung geschädigter Wälder in Einzugsgebieten von Wildbächen und Lawinen mit hoher Schutzfunktion.

Der Landesforstdienst hat 1989 in Zusammenarbeit mit dem Forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung 14 flächenwirtschaftliche Projekte mit einer Ge-

samtprojektsfläche von ca. 2.600 ha ausgearbeitet. Die Arbeiten wurden in Angriff genommen, wobei im Jahre 1989 ein Gesamtaufwand von rd. 10 Mio.S erreicht wurde. Diese Gesamtkosten sind mit 60 % Bundes- und 20 % Landesmitteln gefördert worden (20 % Eigenleistung).

Ausblick

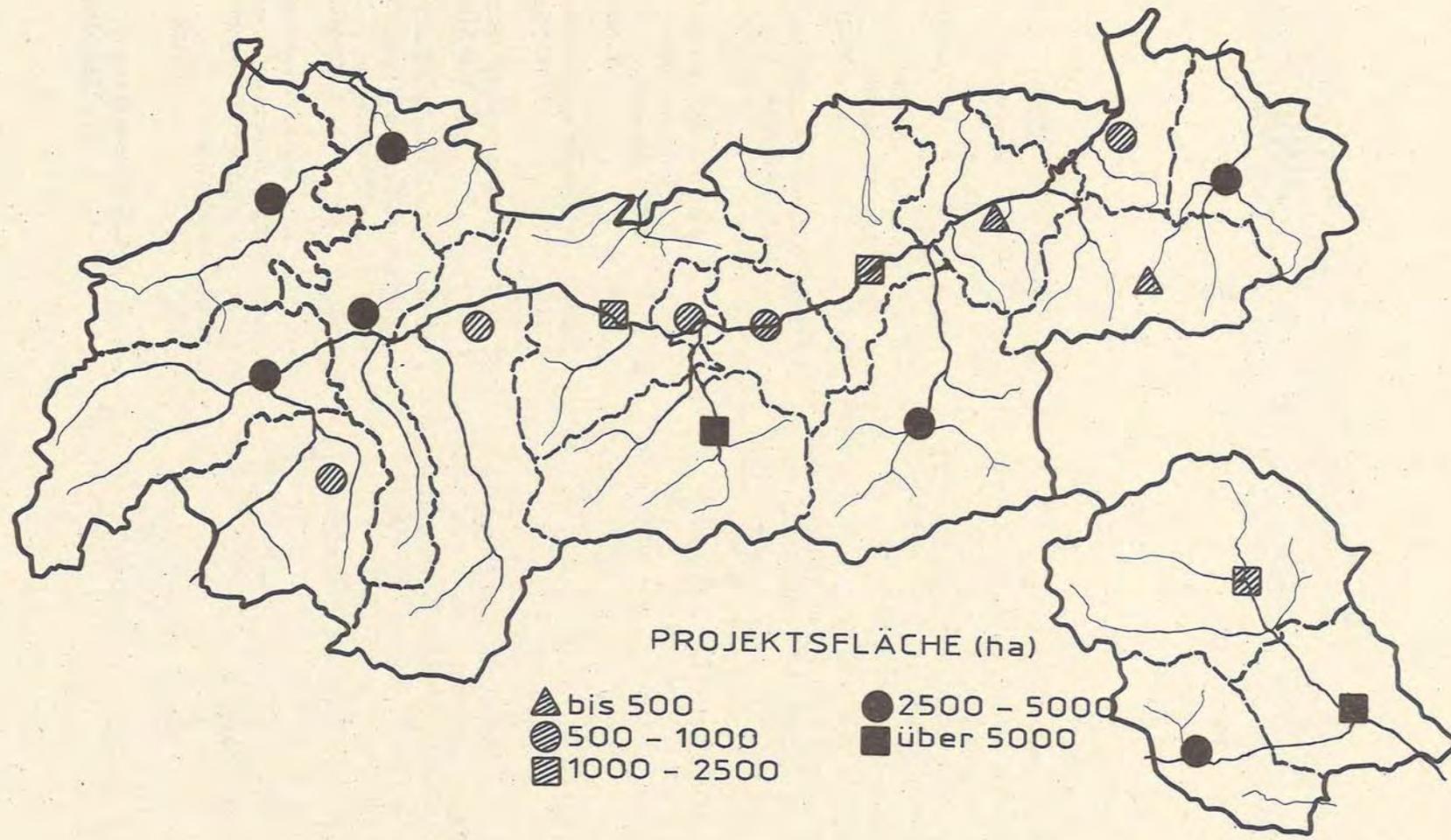
Die in Aussicht gestellte verstärkte Förderung von Schutzwalderhaltungsmaßnahmen hat zu einer Intensivierung von Projektsausarbeitungen durch den Landesforstdienst geführt. 1989 wurden auf rund 51.000 ha des Tiroler Schutzwaldes Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt. 1989 wurden weitere 25.000 ha durch generelle Planungen für flächenwirtschaftliche Maßnahmen erfaßt. Dafür sind 1990 die Detailplanungen für 48 Projekte durchzuführen. Alle diese Projekte haben eine Laufzeit von ca. 20 Jahren.

Die Voranschläge für sämtliche Schutzwaldverbesserungsprojekte der Bezirksforstinspektionen Tirols haben für 1990 einen Gesamtaufwand von 100 Mio.S (rd. 50 Mio.S für Hochlagenaufforstung und Schutzwaldsanierung und rd. 50 Mio.S für flächenwirtschaftliche Maßnahmen) ergeben. Diese gegenüber den Vorjahren beträchtliche Aufwandserhöhung dokumentiert die Bereitschaft der Tiroler Waldbesitzer und des Tiroler Forstdienstes zu umfassenden Erhaltungs- und Verjüngungsmaßnahmen der sanierungsbedürftigen Schutzwälder.

Neben der Sicherheitstechnischen Vorrangfunktion der Schutzwaldsanierungsmaßnahmen muß auch der ökonomischen Bedeutung das notwendige Augenmerk zugewendet werden. Eine Studie über die Kostenverteilung bei den Schutzwaldsanierungs- und Hochlagenaufforstungsmaßnahmen ergab, daß vom bisherigen Gesamtaufwand von 375 Mio.S rund 55 % auf Arbeits- bzw. Lohnkosten entfielen. Somit wird durch die Beschäftigung von Arbeitskräften bei den Schutzwalderhaltungsmaßnahmen eine beträchtliche Verbesserung der Erwerbs- bzw. Einkommenssituation im ländlichen Raum erreicht.

Abb.12.1:Projektsflächen der Schutzwaldverbesserungsmaßnahmen in den Bezirksforstinspektionen

LANDESFORSTDIREKTION



13. Aus der Arbeit des Landschaftsdienstes 1989

Aktuelle Schwerpunkte:

Seit Jahren ist die Errichtung von Radwanderwegen und überörtlichen Wanderwegen im Rahmen tirolweiter Konzepte vom finanziellen Aufwand her gesehen eindeutiger Schwerpunkt der Tätigkeit des Landschaftsdienstes.

Zunehmendes Interesse ist im abgelaufenen Jahr der naturnahen Gestaltung von Schulhöfen und verfügbaren schuleigenen Grünflächen entgegengebracht worden. So konnten einige Projekte dieser Art mit Teichen, Trockenbiotop, Bepflanzungen mit Artenbeschilderung etc. in enger Zusammenarbeit mit den Schülern verwirklicht werden. Eine Besonderheit dieser Art wurde im Gelände des Elisabethinums in Axams begonnen: Ein Naturpfad für behinderte Kinder, welcher diese Naturerlebnisse ermöglichen soll, die sonst nicht denkbar sind.

Erwähnenswert sind auch Erholungsflächen und Parkanlagen mit größeren und kleineren Teichen und verschiedenen Freizeiteinrichtungen, welche im Vorjahr realisiert bzw. begonnen worden sind.

Bei den landschaftspflegerischen Maßnahmen sind neben der Autobahnbepflanzung vor allem Bepflanzungen zur Verschönerung der Ortschaften und der umgebenden Erholungslandschaft hervorzuheben.

Im Jahre 1989 wurden nach Plänen und großteils auch unter der Bauleitung des Landschaftsdienstes folgende Vorhaben verwirklicht:

1. Erholungsraumgestaltung:

- Radwanderwege: Neuausbau: 14 km
davon asphaltiert: 12 km
Kosten: 7,06 Mio. Schilling
 - Wanderwege: Neu- und Ausbau: 38 km
dadurch neu erschlossen: 49 km
Kosten: 4,90 Mio. Schilling
 - Parkplätze: Errichtung eines Parkplatzes mit 25 Stellplätzen
Kosten: 0,15 Mio. Schilling
 - Badeseen: Weitere Ausgestaltung des Badesees in Untermieming
Kosten (ohne WC-Anlagen): 0,33 Mio. Schilling
 - Lehrpfade: 5 Anlagen neu errichtet
Kosten: 0,13 Mio. Schilling
 - Spielplätze: 9 Anlagen neu errichtet
Kosten: 0,88 Mio. Schilling
 - Teiche und Feuchtbiotope: 1 Teich neu errichtet, weitere Teiche und Landschaftsseen unter "sonstige Einrichtungen"
Kosten: 0,08 Mio. Schilling
 - Sonstige Einrichtungen: Parkanlagen und Schulgeländegestaltungen mit 5 Seen und Teichen, 2 Spielplätzen, Trockenbiotop, Parkplatz und Wegen
Kosten: 3,53 Mio. Schilling
- Kosten Erholungseinrichtungen:**
17,06 Mio. Schilling

2. Bepflanzungsmaßnahmen, Landschaftspflege

Versetzte Pflanzen:	Stück
● Autobahn:	39.400
● Straßen und Wege:	14.200
● Flußufer:	5.200
● Zur Rekultivierung von Schottergruben und Steinbrüchen:	14.500
● Für gestaltende Ortsbepflanzungen, Schutzgestaltung und sonstige Landschaftsgestaltung:	8.200

● Neubewaldungen:	3.500
● insgesamt versetzte Pflanzen:	85.000

Kosten Bepflanzungen: 1.66 Mio. Schilling

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

Gesamtkosten 1989: 18.72 Mio. Schilling

Förderungsmittel 1989: 10.09 Mio. Schilling

14. Beiträge der Anstalt für Landschaftspflege

In der Anstalt für Landschaftspflege werden neue Wege beschritten, um im Konfliktfeld "Ökologisch intakter Landschaftshaushalt - Projektrealisierung" konstruktive Lösungswege aufzuzeigen. Anhand einzelner Beispiele aus den Bereichen Landschaftspflegerischer Begleitplan, Landschaftspflegerische Gutachten, Landschaftspflegerische Grundlagenerhebungen und Grünraumgestaltung wird dies verdeutlicht.

Landschaftsplanung und Landschaftspflege gewinnen zusehends an Bedeutung. Eine Ursache für diese Entwicklung ist im eng begrenzten Tiroler Lebensraum zu suchen. Die steigenden Raumansprüche und die starke Umweltbelastung führen in diesem eng begrenzten, ökologisch empfindlichen alpinen Bereich zwangsläufig zu vermehrten Belastungen und Konflikten.

Es wird daher in verstärktem Ausmaß nach Ansätzen gesucht, die zu konstruktiven Lösungen im Spannungsfeld zwischen einem reichhaltigen, funktionstüchtigen Landschaftshaushalt und einer möglichen Projektverwirklichung führen.

In der Anstalt für Landschaftspflege wird ein Ansatz verfolgt, der durch zwei Schwerpunkte gekennzeichnet ist: Einerseits werden für die Beschreibung des Landschaftshaushalts verstärkt qualifizierte Grundlagenerhebungen durchgeführt (z.B. Biotopkartierung, Forstökologische Erhebungen, Bodenuntersuchungen) und andererseits werden ökologische Aspekte in einem möglichst frühen Stadium systematisch in Planungen einbezogen. Dadurch können Projekte bezüglich ihrer Auswirkungen auf den Landschaftshaushalt gewichtet werden, wobei die Bandbreite von stark negativen Auswirkungen bis zu einer Verbesserung des Landschaftshaushaltes - etwa wenn alte Landschaftsschäden im Zuge des Projekts behoben werden - reicht.

Schwerpunktmäßig wurden in der Anstalt für Landschaftspflege

Landschaftspflegerische Begleitpläne etwa für den Verkehrswegebau oder für die Rohstoffgewinnung,

Landschaftspflegerische Gutachten z.B. über die ökologischen Auswirkungen von Skipisten und **Landschaftspflegerische Grundlagenerhebungen** wie Vegetationsaufnahmen erstellt. Daneben gewinnt die **Grünraumgestaltung** zusehends an Bedeutung.

Im folgenden werden einzelne Projekte beispielhaft vorgestellt, die einen Einblick in dieses neue Arbeitsfeld geben sollen:

14.1. Landschaftspflegerischer Begleitplan

Hier werden zwei Projekte vorgestellt: 14.1.1 der Landschaftspflegerische Begleitplan zum "Innaltunnel - Deponie Gärberbach" (Verkehrswegebau), und 14.1.2 der Landschaftspflegerische Begleitplan "Abbau- und Sanierungskonzept Schottergrube Rinnertal" (Rohstoffgewinnung).

14.1.1 Landschaftspflegerischer Begleitplan "Inntaltunnel - Deponie Gärberbach".

Bei der Planung des Inntaltunnels für die Bahn-umfahrung Innsbruck von Volders nach Gärberbach wurde ein Landschaftspflegerischer Begleitplan für die Deponierung des Tunnelausbruchs erstellt. Das Ausbruchmaterial wird größtenteils im Bereich Gärberbach westlich und östlich der Brennerautobahn deponiert.

Schwerpunktmäßig wurde durch die Planung

- die von der Brennerautobahn ausgehende Lärmbelastung durch Lärmschutzdämme verringert
- für den Verlust wertvoller Vegetation ein Ausgleich (nicht Ersatz) geschaffen; so sollen sich neue Standortqualitäten wie ein Feuchtbiotop, Trockenrasen oder wärmeliebende Waldbestände entwickeln können
- die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch landschaftsgerechte Modellierung und eine abwechslungsreich strukturierte Bepflanzung verringert
- die durch den Autobahnbau schwer in Mitleidenschaft gezogenen landwirtschaftlichen Nutzflächen im Bereich Handlhof verbessert; die neue landwirtschaftliche Nutzfläche wird - da ebener - leichter bewirtschaftbar, sie ist zur Autobahn hin durch eine bewaldete Böschung besser abgeschirmt und sie wird nach Fertigstellung der Deponie einen deutlich verbesserten Bodenaufbau aufweisen
- das Wanderwegenetz geringfügig ergänzt.

Abb.14.1: Der Planausschnitt (Maßstab des Originals 1:500) zeigt einen Bereich der Deponie Gärberbach westlich der Brennerautobahn. Vor allem in den Profilen ist der landschaftsgerecht modellierte Lärmschutzdamm, ein Platz mit Trockensteinfassung und ein kleines Feuchtbiotop erkennbar.

14.1.2 Landschaftspflegerischer Begleitplan "Abbau-und Sanierungskonzept Rinnertal - Telfs"

Die Schottergrube Rinnertal ist mit einer Abbaukubatur von 140.000 m³ Schotter die größte Grube im Bezirk Innsbruck-Land. Da die Abbaugrenzen erreicht sind, werden Erweiterungsflächen - Richtung Osten - gesucht.

Ziel des Landschaftspflegerischen Begleitplanes ist es ein längerfristiges Konzept, in dem Abbau- und Sanierungsphasen gekoppelt sind, auszuarbeiten, wobei besonders auf Umweltaspekte und auf den Natur- und Landschaftsschutz Rücksicht genommen wird.

Schwerpunktmäßig wurde durch die Planung

- auf das Landschaftsbild Rücksicht genommen, indem die offenen, unsanierten Abbauflächen möglichst klein gehalten werden; die Auswirkungen auf das Landschaftsbild wurden anschaulich in Geländemodellen von verschiedenen Standorten und zu verschiedenen Abbauphasen dargestellt
- die Lärm- und Staubbelastung für die Anrainer auf ein verträgliches Maß reduziert; dies wird durch die Sanierung der offenen Abbauflächen und durch die vorgegebene Abbaurichtung für das westlich gelegene Wohngebiet erreicht, während die Lärm- und Staubbelastung entlang der Zufahrtsstraße nur graduell (Beschränkung des LKW-Verkehrs, Lärmschutzwand) verbessert werden konnte.
- die Zerstörung wertvoller Vegetation durch die Festlegung der Abbaugrenzen verhindert.

Abb.14.2: Im Profil ist die Abbaurichtung, und die Geländeausformung nach dem Abbau dargestellt. Bedeutend ist vor allem der Sicht- und Lärmschutzdamm, der gegen Westen hin erhalten werden muß.

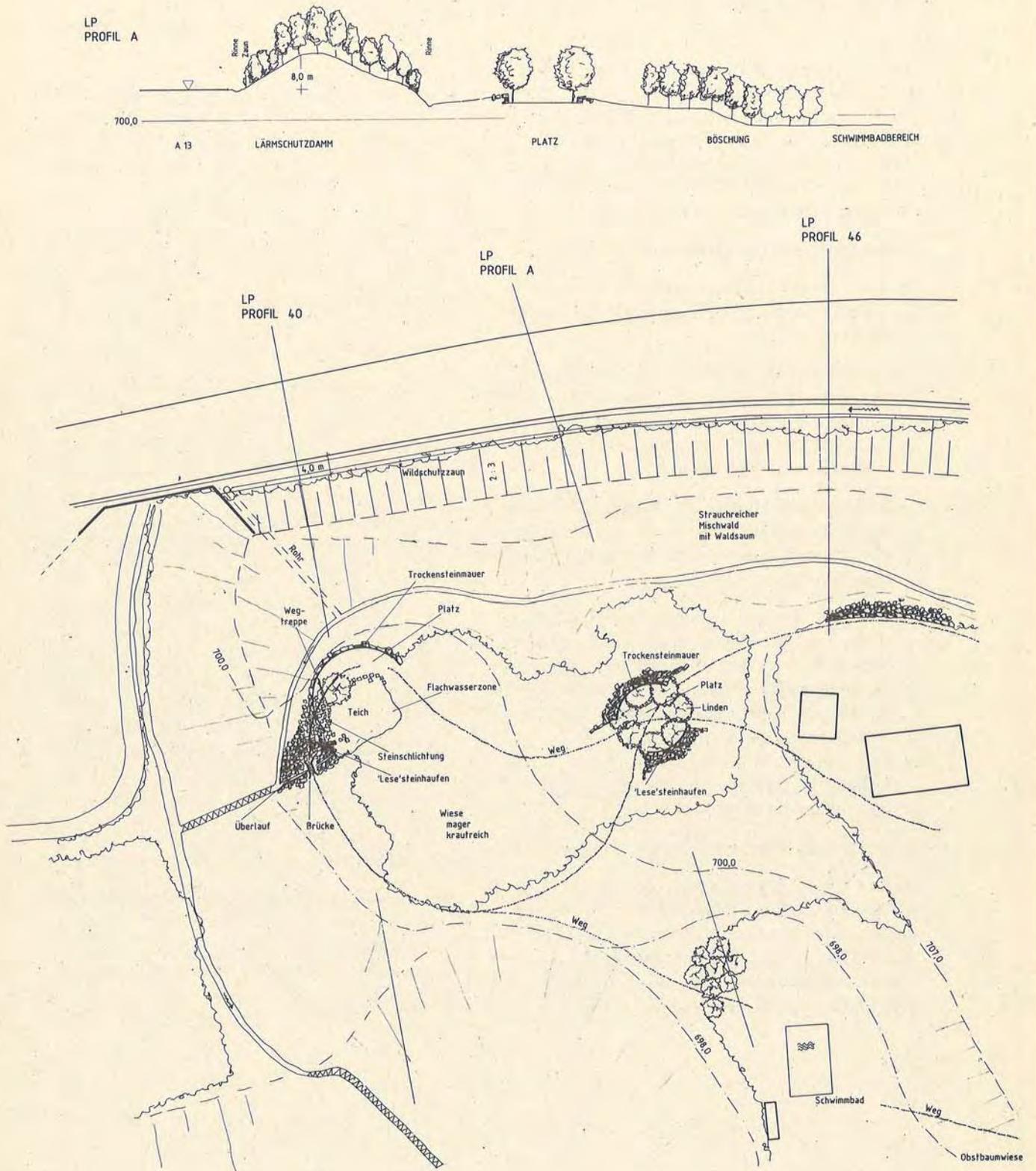


Abb.14.1

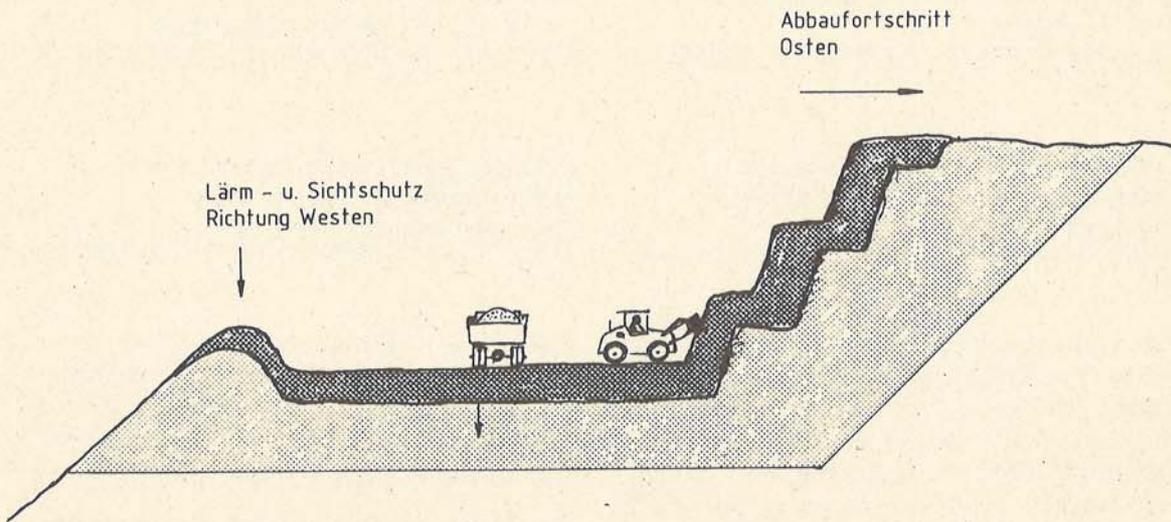


Abb.14.2

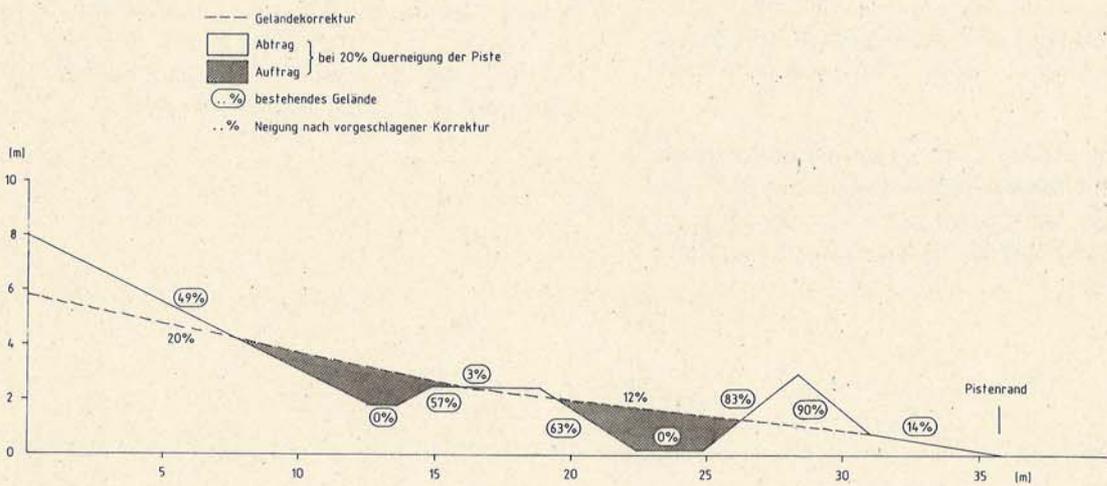


Abb.14.3

14.2. Landschaftspflegerisches Gutachten

Forstökologische Beurteilung der Erweiterungsvorhaben im Skigebiet Lermoos-Grubigstein.

Ziel der forstökologischen Beurteilung ist es, einerseits Erschließungen, von denen eine längerfristige Schädigung des Landschaftshaushaltes ausgehen - womit auch wirtschaftlich unzumutbare Sanierungskosten verbunden sind - zu unterbinden, und andererseits jene landschaftspflegerischen Maßnahmen zu erarbeiten, die die Belastung des Landschaftshaushaltes in den möglichen Erschließungsbereichen verringern.

Der Betreiber der Berglifte plant zur skitechnischen Verbesserung des Gebiets Lermoos-Grubigstein eine Ausweitung des bestehenden Pisten- und Liftangebotes. Um die Auswirkungen dieses Projekts auf die Umwelt abschätzen zu können, wurden umfangreiche Erhebungen durchgeführt, die besonders die Beeinträchtigung des Waldes, des Landschaftsbildes, die Auswirkungen der notwendigen technischen Eingriffe auf die Skipistenrekultivierung und die Veränderungen der hydrologischen Verhältnisse auf der Skipiste und im Pistenumfeld untersuchen.

Abb. 14.3: Dieses Profil zeigt jene Geländeingriffe, die für den Pistenbau notwendig wären. Die Geländeingriffe beeinflussen den Wasserhaushalt und machen unterschiedliche Rekultivierungsverfahren notwendig.

14.3. Landschaftspflegerische Grundlagenhebungen

Erfassung wertvoller Lebensräume in der Stadtgemeinde Schwaz (Schülerbiotopkartierung)

Ziel dieses Landschaftsinventars ist es, unter Einbeziehung der Bevölkerung die landschaftliche Ausstattung einer Gemeinde zu erfassen und konkrete Maßnahmen für eine sinnvolle Weiterentwicklung anzuregen.

Das Untersuchungsgebiet in der Gemeinde Schwaz (1.160 ha) umfaßt den Talbodenbereich und die angrenzenden Hänge, also jene Gebiete, in denen landschaftliche Veränderungen am ehesten zu erwarten sind. Schwerpunktmäßig wurden Biotopflächen wie Auwaldreste, Waldbiotope, Hecken und Feldgehölze, Trocken- und Halbtrockenrasen, Moore und Feuchtwiesen und Klein- und Fließgewässer erfaßt.

Die Kartierung erfolgte mit kräftiger Unterstützung durch das Paulinum und das Bundesoberstufenrealgymnasium Schwaz.

Abb. 14.4: Als Kartengrundlage für die Schülerbiotopkartierung dient ein Orthophoto (Luftbildkarte) im Maßstab 1:5000. Der Ausschnitt zeigt das Gebiet um den Tufsterbach. Die unterschiedlichen Lebensräume sind in der Legende angeführt.

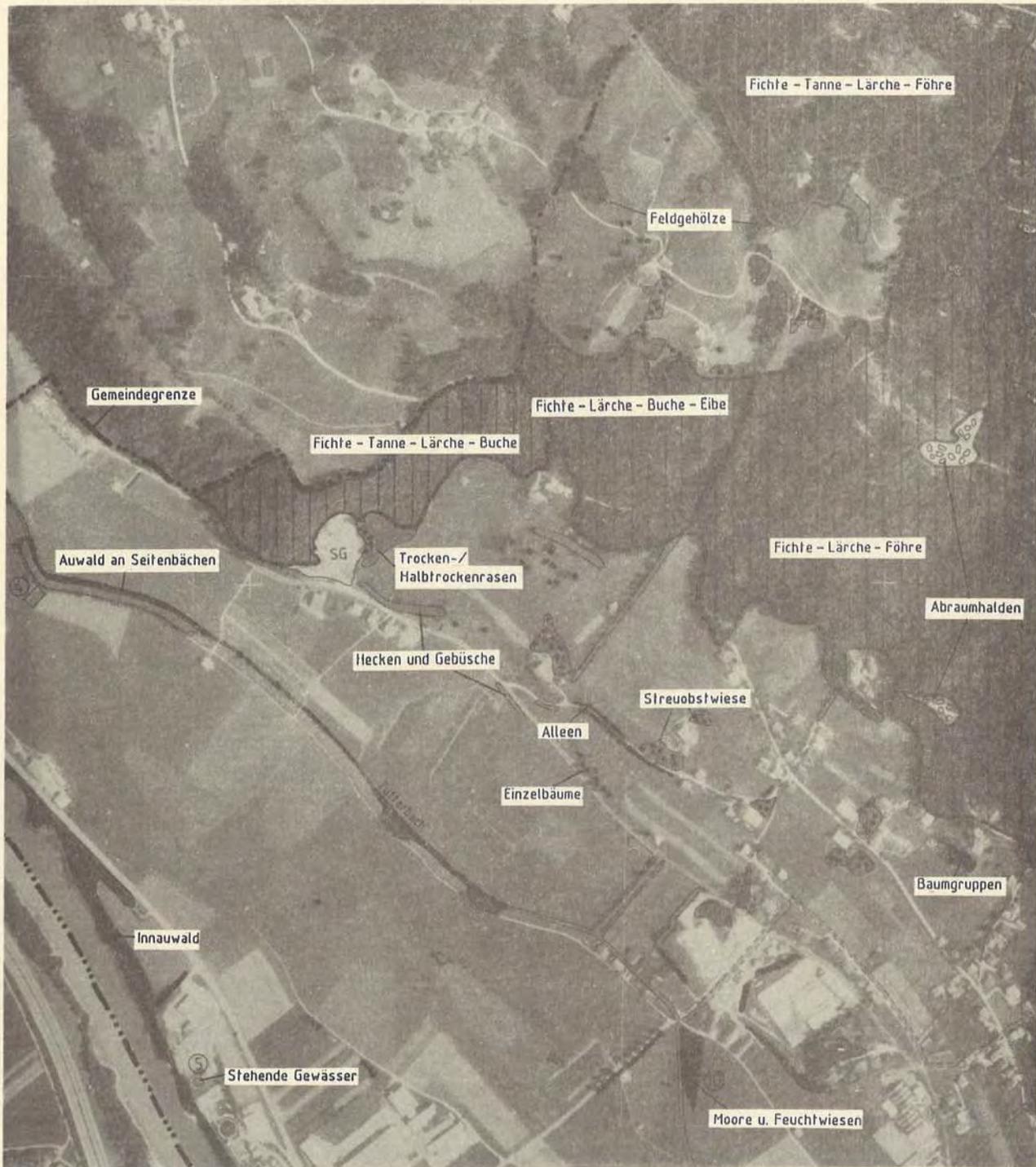


Abb.14.4

14.4. Grünraumgestaltung

Grünraumgestaltungsplan Vorderhornbach - Bestandesaufnahme

Die Außerfernener Gemeinde Vorderhornbach erstellt im Rahmen der Dorferneuerung einen Grünraumgestaltungsplan. Derzeit ist die Bestandsaufnahme abgeschlossen. Ziel des Grünraumgestaltungsplans ist es einerseits längerfristige Vorgaben für die Entwicklung des dörflichen Grünraums auszuarbeiten, andererseits aber durch konkrete Maßnahmen (z.B. Baumpflanzaktion) und Detailprojekte (z.B. Platzgestaltung, Friedhofsgestaltung) kurzfristige Akzente zu setzen.

Wichtige Merkmale des dörflichen Grünraumes wurden erhoben:

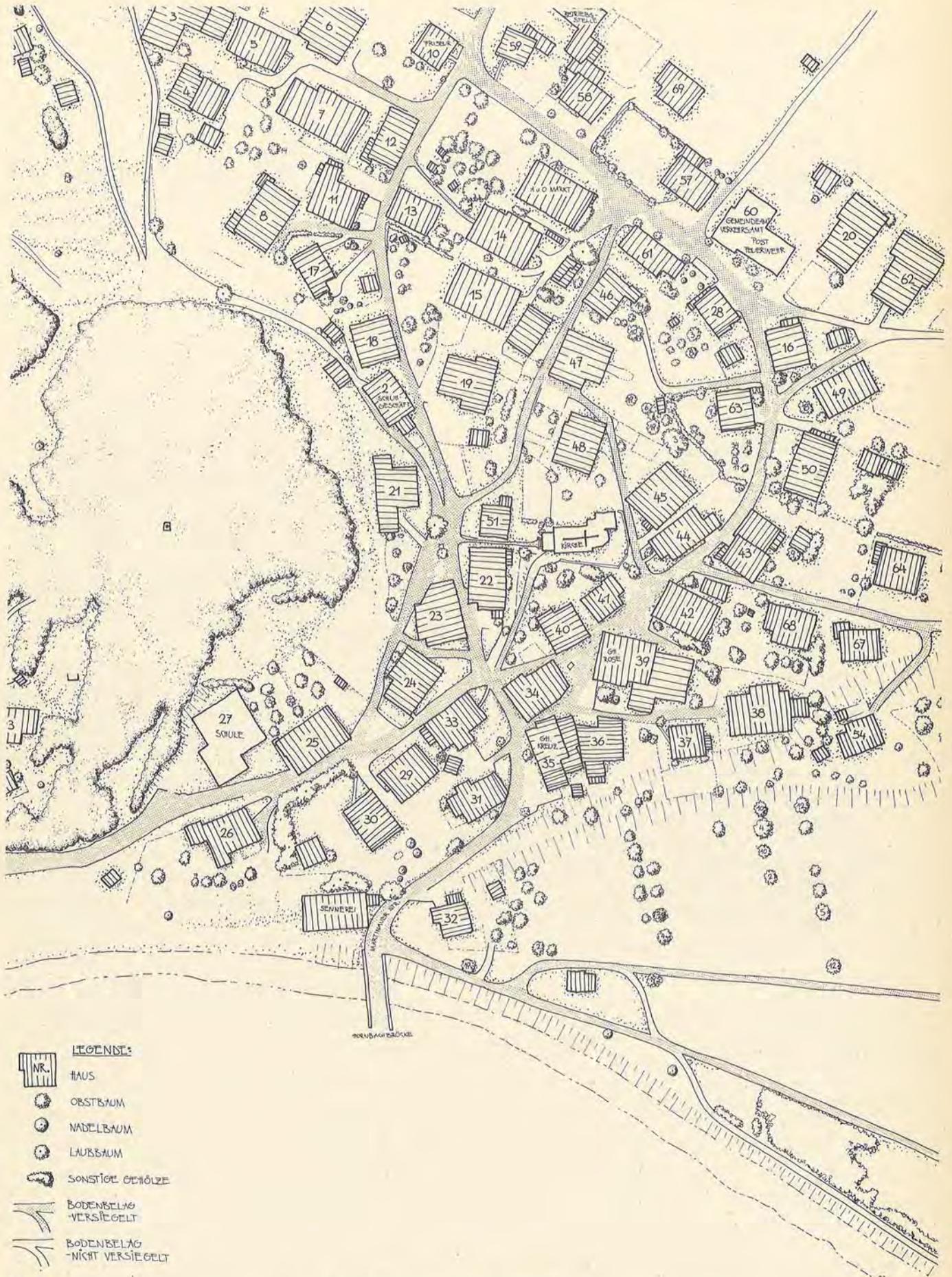
- Das Dorf ist auch im Zentrum stark durchgrünt, wobei hochstämmige Bäume - vor allem Obstbäume - dominieren, wodurch ein Grün RAUM entsteht.
- Strenge gekünstelte Formen wie Kugelbäume und Zwergformen oder geradlinig geschnittene Hecken finden sich nur selten.
- Die Durchgrünung des Dorfes findet außerhalb in Obstbaumwiesen und Hecken, in Baumreihen an Wegen und bachbegleitenden

Gehölzen eine Fortsetzung, wodurch die landschaftliche Eingliederung des Dorfes erfolgt.

Ausgehend von diesen Merkmalen des dörflichen GrünRAUMS wurden Maßnahmen ausgearbeitet. Einige Beispiele dazu:

- Um die Durchgrünung des Dorfes zu fördern werden Platzgestaltungen und geeignete Standorte für Gehölzpflanzungen festgelegt.
- Da Vorderhornbach in außergewöhnlicher Weise vom Obstbaumbestand - beinahe 300 der 500 Bäume sind Obstbäume - dominiert wird, wurde hier ein Planungsschwerpunkt gesetzt. Sowohl im öffentlichen vorallem aber im privaten Bereich soll durch Neupflanzungen, Pflege aber auch durch den Erhalt alter Obstbäume der eigenständige Charakter im neu gestalteten Dorf erhalten bleiben.
- Im Übergangsbereich des Dorfs in die freie Landschaft wurden Bereiche gekennzeichnet, die einer besseren Einbindung bedürfen. Maßnahmen, wie die Anlage von Obstbaumwiesen, die Baumpflanzung neben einem Feldkreuz oder der Schutz und die Pflege einer heimatkundlich bedeutenden Eschenreihe sollen zu einer besseren landschaftlichen Einbindung führen.

Abb. 14.5: Der Bestandesplan (Maßstab des Originals 1:1000) zeigt die Grünstrukturen in der Gemeinde Vorderhornbach: Obstbaumsorten wurden bestimmt und deren Standplätze beispielhaft in der Karte eingetragen; außerdem wurden die im Dorf vorkommenden Wild- und Ziergehölze angeführt.



- LEGENDE:**
-  HAUS
 -  OBSTBAUM
 -  NADELBAUM
 -  LAUBBAUM
 -  SONSTIGE GEHÖLZE
 -  BODENBELAG
-VERSIEGELT
 -  BODENBELAG
-NICHT VERSIEGELT

Abb.14.5

15. Der Grüne Zweig

- Ein Preis für Beiträge zur freiwilligen Umweltverbesserung:

Umwelzentlastung und Umweltverbesserung können durch Rechtsvorschriften - aber darüber hinaus auch durch freiwillige Maßnahmen erreicht werden. Um jene Betriebe in Tirol auszuzeichnen, die für die Umwelterhaltung mehr tun als es das Gesetz verlangt, wurde 1983 der "**Grüne Zweig**" vom Tiroler Forstverein geschaffen. Die Landespolitik hat die Zielsetzung dieses Preises stets voll unterstützt und damit dazu beigetragen, daß dieser Preis eine wichtige Motivation zur freiwilligen Umweltverbesserung geworden ist.

Seit Schaffung des Preises wurden zahlreiche und unterschiedliche Leistungen ausgezeichnet: So wurde die besonders sorgfältige und beispielhafte **Rekultivierung** von Schottergruben ebenso anerkannt, wie die sorgfältige **Wiederbepflanzung** der Zillerufer. Tiroler Industriebetriebe wurden ausgezeichnet, weil sie freiwillig besonders **schwefelarme Ölqualitäten** eingesetzt haben. Diese für den Betrieb kostenwirksamen Maßnahmen haben zu einer beträchtlichen Ver-

ringerung der SO₂-Belastung in Tirol geführt. Ausgezeichnet wurden auch jene Gemeinden in Tirol, die eine besonders **strenge Heizölverordnung** für ihren Bereich erlassen haben und die auch dadurch zu einer Verringerung der SO₂-Belastung beitragen haben. Eine Auszeichnung wurde an einen Betrieb verliehen, der besonders rasch und über die vorgeschriebene Normen hinaus, Fluor- und Schwefelemissionen durch eine **Rauchgaswäsche** reduziert hat.

Der Preis wurde an einen Tiroler Erfinder für eine eigenständig entwickelte **Rauchgasreinigungsanlage** verliehen, 1989 wurde das Baubezirksamt Lienz für seine **naturnahe Flußverbauung** und das Oberstufenrealgymnasium Volders für seine beispielhafte **Biopflege** ausgezeichnet.

Der Grüne Zweig ist kein materieller Preis, er ist die öffentliche Anerkennung von freiwilligen, umweltbewußten Leistungen, die in ihrer Summe manches in unserem Land verbessert haben.

16. Unterstützung von Alternativenergien

Die Landesforstdirektion hat im Herbst 1989 die Arbeitsgemeinschaft zur Unterstützung von Alternativenergien gegründet. Im Rahmen der ARGE soll der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern wie Holz und Sonnenenergie forciert werden. Neben der Landesforstdirektion arbeiten die Stadtgemeinde Schwaz, die HTL Jenbach, das Institut für Bauphysik - Technische Universität Innsbruck und ein freischaffender Architekt mit. Die ARGE dient als Informationsstelle für alle, die sich konkret über erneuerbare Energien informieren wollen.

Die Energieversorgungsstruktur Tirols weist eine starke Kopflastigkeit zugunsten der fossilen Brennstoffe auf. Bei der Verbrennung von Kohle, Koks, Gas und Heizöl werden Schadstoffe freigesetzt, die unsere Luft belasten. Deren Verbrauchsverminderung durch Energiesparmaßnahmen und Austausch durch erneuerbare Rohstoffe bewirkt eine Schadstoffreduktion.

Die Technik der aktiven Sonnenenergienutzung ist noch relativ jung. Nach der ersten Ölkrise setzte ein starker Boom ein, der aber wegen zu hoher Anschaffungskosten und mangelnder technischer Qualität wieder rasch zum Erliegen kam. Die hohe Erwartungshaltung vieler Hersteller wurde nicht erfüllt, auch die mangelnde öffentliche Unterstützung trug dazu bei. Ein neuer Anstoß, bis heute mit großem Erfolg, fand Mitte der 80-iger Jahre mit dem Auftreten der ersten Selbstbaugruppen für Sonnenkollektoren statt. Die Technik der Selbstbauanlagen ist in den letzten Jahren stark verbessert worden und braucht einen Vergleich mit industriell gefertigten Kollektoren nicht zu scheuen.

Von der ARGE zur Unterstützung von Alternativenergien wurde im Jänner 1990 eine **Selbstbaugruppe für Sonnenkollektoren zur Brauchwasserbereitung** gegründet. Die Kostenersparnis von selbstgefertigten Kollektoren beträgt ca. 30 bis 50 % im Vergleich zu herkömmlichen Industriekollektoren. Ein weiterer Vorteil ist die bessere individuelle Anpassungsmöglichkeit an die jeweiligen Örtlichkeiten. Für den

Selbstbau einer Solaranlage muß sich der Betreiber eingehend mit seiner Heizungsanlage auseinandersetzen. Dies ist die Grundvoraussetzung für einen sinnvollen Umgang mit der Energie. In der Praxis wird diese Tatsache eindrucksvoll bestätigt. Durch "Mundpropaganda" von zufriedenen Anlagenbesitzern wurden in den letzten 5 Jahren **in Österreich bereits 4.000 Solaranlagen von Selbstbaugruppen errichtet**. Jene Regionen Österreichs, in denen diese Baugruppen tätig sind, weisen mittlerweile die höchste Kollektorendichte Mitteleuropas auf. Das sind vor allem die Süd- und Oststeiermark, Kärnten und Teile von Oberösterreich. Diese Initiativen bildeten die Grundvoraussetzung für die Einführung der Sonnenenergie im größeren Maßstab. **1987 und 1988** wurden erstmals **mehr als 50.000 m² Sonnenkollektorfläche** installiert. Diese Zahl berücksichtigt Industrie- und Selbstbaukollektoren.

In Tirol stellt die Gruppe der Raumheizung und Warmwasserbereitung den größten Energieverbraucher dar. Maßgeblich daran ist die Fremdenverkehrswirtschaft beteiligt. Einen wirkungsvollen Anwendungsbereich findet die solare Brauchwasserbereitung sowohl in den Pensionsbetrieben, als auch in privaten Wohnhäusern. Die Warmwasserbereitung in den Sommermonaten ist in vielen Häusern oftmals unwirtschaftlich, weil dazu die Zentralheizungsanlage eingesetzt wird. Der Wirkungsgrad einer Zentralheizung für die Brauchwasserbereitung sinkt in den Sommermonaten auf ca. 20 %. Hierdurch wird deutlich, welch großes Energiepoten-

tial durch den Einsatz der Sonnenenergie ersetzt werden kann. Mit der Substitution von Brennstoffen für die Brauchwasserbereitung durch Sonnenenergie sinkt auch die Schadstoffbelastung während der Sommermonate.

Das Interesse an der Selbstbaugruppe der Arbeitsgemeinschaft ist seit ihrer Gründung unvermindert stark. Derzeit umfaßt die Gruppe 42 Mitglieder, die im Laufe des heurigen Jahres 300-400m² Kollektoren bauen werden. Den ersten Schritt für den Bau setzt die ARGE, in dem eine genaue Planung jeder Anlage vorgenommen wird. Die Grundvoraussetzung für die sinnvolle Funktion einer solchen Anlage ist neben der richtigen Anbringung der Kollektoren auch die richtige Einbindung in das bestehende Heizungssystem, denn bei längeranhaltenden Schlechtwetterperioden muß eine Nachheizungsmöglichkeit für das Brauchwasser zur Verfügung stehen.

Die HTL Jenbach stellt für den Bau der Absorbermodule ihre Werkstätteneinrichtungen zur Verfügung. Die Kollektorenmontage, der Anschluß der Brauchwasserbereitungsanlage und die Auswahl der Nachheizungsart richten sich nach den Vorschlägen der Arbeitsgemeinschaft. Von der planerischen Seite werden Lösungen angestrebt, die unter größter Bedachtnahme auf

das Haus- und Ortsbild eine Integration der Kollektoren in das Dach ermöglichen. Die Montage der Sonnenkollektoren ist baubehördlich zu bewilligen, daher findet neben der technischen Planung auch die architektonische Seite dementsprechende Berücksichtigung.

Die Arbeitsgemeinschaft koordiniert den Zukauf der notwendigen Baumaterialien und stellt auch verschiedene Spezialwerkzeuge für die Absorberproduktion her. Im April d.Jahres wird mit den Bau der ersten Anlagen begonnen.

In den Bundesländern Oberösterreich und Kärnten werden Solaranlagen für die Brauchwasserbereitung mit einem einmaligen Baukostenzuschuß in der Höhe von S 15.000,- gefördert. Die einzige Förderungsmöglichkeit für Tirol besteht im Rahmen der Wohnbauförderung und im Rahmen der Althausanierung. Förderungswerber, die nicht den Kriterien der Wohnbauförderung und Althausanierung entsprechen, erhalten keine Unterstützung.

Eine Beschlußfassung der Stadtgemeinde Schwaz sieht eine pauschale Förderung in der Höhe von S 4.000,- für eine selbstgebaute Solaranlage vor. Eine Direktförderung für Alternativenenergien durch das Land Tirol wäre wünschenswert.

Anhang

Tirols Wald in Zahlen 1989

Holzeinschlag im		
Nichtstaatswald	715.563 efm	Staatswald 244.266 efm
		Gesamtwald Tirol 959.829 efm
Gerodete Waldfläche 179,1 ha		

Im Tiroler Nichtstaatswald wurden 2,874.000 Pflanzen auf rund 785 ha aufgeforstet. Davon entfielen im Rahmen der Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldsanierungsprojekte auf rund 164,5 ha 594.500 Pflanzen.

Laut Holzeinschlagsmeldungen fielen 139.658 efm (davon 87.294 efm im Nichtstaatswald und 52.364 efm im Staatswald) an Schadholz an. 161.000 efm Rundholz mit einem Gesamtwert von rund 140 Mio. Schilling wurden in Form gemeinsamer Holzverkäufe vermarktet.

Die Anstalt für Landschaftspflege und Forstpflanzenerzeugung hat im Jahr 1989 nachfolgende Pflanzen erzeugt und vermarktet:				
Nadelholz wurzelnackt	Nadelholz Paperpot	Nadelholz Topf/Ballen	Laubholz wurzelnackt	Laubholz Topf/Ballen
2.570.710 Stück	401.380 Stück	121.349 Stück	93.107 Stück	96.914 Stück

Die durch Schalenwild landeskulturell gefährdete Fläche beträgt mit Stand 1989 für Tirol rund 46.000 ha. Im Nichtstaatswald wurden 9,8 Mio. Pflanzen gegen Wildverbiß geschützt.

Zur Auswertung der Holzpreisstatistik konnten 133.182 efm herangezogen werden. Demnach betrug der Rohholzpreis für B-Bloch frei Straße S 1.285,-/efm.

Im Tiroler Nichtstaatswald wurden auf 2.520 ha Pflege- und Durchforstungsmaßnahmen durchgeführt.

Aufgrund des guten Samenjahres 1988/89 konnte der Samenvorrat bei den Hauptbaumarten Fichte und Lärche auf 15 bis 20 Jahre aufgestockt werden!

In Tirol wurden insgesamt 178,2 km Waldwege neu gebaut; davon sind:	
Wege mit forstlichen Mitteln gefördert	68.876 lfm
Gesamtbaukosten	S 17,839.270,-
Wege im Rahmen der Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldsanierungsprojekte	43.007 lfm
Gesamtbaukosten	S 19,049.137,-
ÖBF-Wege	22.854 lfm
Gesamtbaukosten	S 8,992.400,-
Sonstige Wege (Wildbach- und Lawinenerbauung, III d1, Landschaftsdienst, nicht geförderte Wege etc.)	43.464 lfm
Gesamtbaukosten	S 15,891.317,-

Die von der Forstbetriebseinrichtung im Jahre 1989 bearbeiteten 15 Operatsgebiete haben eine Gesamtfläche von 7.100 ha, auf denen mittels Stichproben die genaue Aufnahme des stockenden Holzvorrates und des Zuwachses erfolgte. Im Zuge der Grenzstandhaltung wurden im Berichtsjahr 33,5 km Besitzgrenzen verhandelt und 810 Grenzpunkte vermessen, welche im Rahmen von Grenzberichtigungen von den zuständigen Vermessungsämtern in die Katastralmappen übertragen werden.

Von der Forstbetriebseinrichtung wurden in Zusammenarbeit mit der Anstalt für Landschaftspflege und Forstpflanzenerzeugung im Rahmen von 26 Schulführungen 656 Schüler über Bedeutung und Wirkungen des Tiroler Gebirgswaldes aufgeklärt.

Bei 213 forstlichen Veranstaltungen wurden 5.096 Teilnehmer informiert und weitergebildet.

Einführung eines Öko-Zuschlags auf Treibstoffe - das Öko-Bonus-Konzept

Aus: "Die Zukunft des Autoverkehrs", UPI-Institut Heidelberg (1989)

1. "Öko-Zuschlag"

Durch Erhebung eines "Öko-Zuschlags" auf die Mineralölsteuer wird der Treibstoffpreis deutlich angehoben. Je nach Höhe dieses Zuschlags wird ein unterschiedlich hoher Spareffekt erzielt. Das UPI-Institut schlägt einen Öko-Zuschlag von 2 DM pro Liter Treibstoff vor.

2. "Öko-Bonus"

Im Gegenzug dazu wird jedem Verkehrsteilnehmer ein "Öko-Bonus" gewährt. Dieser Bonus entspricht der gleichmäßigen Verteilung des Ertrags aus dem Öko-Zuschlag an die erwachsene Bevölkerung. Bei einem Öko-Zuschlag von 2 DM pro Liter Treibstoff ergäbe sich ein jährliches Aufkommen von rund 75 Milliarden DM. Verteilt auf die erwachsene Bevölkerung errechnet sich daraus ein Öko-Bonus in Höhe von rund 1.500 DM pro Jahr und Kopf. (Zu Beginn läge der Öko-Bonus mit ca. 1.800 DM etwas höher, nach einigen Jahren sinkt er durch Rückgang des Treibstoffverbrauchs auf etwa 1.300 DM pro Jahr.) Der Öko-Bonus würde von den Finanzämtern jährlich oder halbjährlich per Scheck oder per Überweisung ausbezahlt werden.

Der Öko-Zuschlag bewirkt für den Autonutzer eine Erhöhung der variablen Kosten, während der Öko-Bonus einer Reduktion der Fixkosten entspricht. Bei durchschnittlichem Benzinverbrauch und durchschnittlichen Fahrleistungen bleiben die Gesamtkosten gleich.

3. Minderung des Öko-Zuschlages

Dem Autofahrer bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, den Benzinverbrauch und damit den Öko-Zuschlag niedrig zu halten und dadurch von dem System zu profitieren:

- Umsteigen auf andere, umweltfreundliche Verkehrsmittel, bei denen kein Öko-Zuschlag erhoben wird,
- Fahrgemeinschaften mit anderen für den Arbeitsweg, für den Einkauf und andere Zwecke,
- energiesparende Fahrweise (ruhiges, defensives Fahren ohne Höchstgeschwindigkeiten),
- Wechsel auf ein kleineres und verbrauchsgünstigeres und damit weniger umweltschädliches Auto,
- Verzicht auf unnötige Autofahrten,
- Verzicht auf autointensive Freizeitgestaltung,
- Einkauf im Einzelhandel im Wohngebiet statt im Großmarkt außerhalb der Stadt.

Im Güterverkehr ergeben sich für die Wirtschaft folgende Möglichkeiten, die Kosten durch den Öko-Zuschlag zu reduzieren:

- Vermeidung von Leerfahrten der LKW, bessere Logistik
- Umsteigen auf den preiswerteren Bahntransport
- Produktionsplanung ohne lange (und bisher billige) Transportwege

4. Auswirkungen des Öko-Zuschlags

4.1 Güterverkehr

Produkte mit wenig Straßengütertransport werden gegenüber Gütern mit hohem LKW-Transport konkurrenzfähiger. Einzelne Güter können sich dadurch minimal verteuern (unter 1 %), was aber beim Verbraucher durch den Öko-Bonus voll ausgeglichen wird. Das Konzept wirkt der durch den EG-Binnenmarkt zu erwartenden drastischen Zunahme des LKW-Verkehrs entgegen.

Während sich im Straßengüter-Nahverkehr durch den Öko-Zuschlag nicht viel ändern wird, wird der Straßengüter-Fernverkehr Kunden an die Bahn verlieren. Dies ist jedoch umweltpolitisch erwünscht. Um die dadurch ausgelösten Strukturanpassungen zu unterstützen und Härtefälle zu vermeiden, könnte geprüft werden, ob der Öko-Zuschlag aus dem LKW-Verkehr dem Transportgewerbe für eine Übergangszeit evtl. zur Hälfte zurückerstattet wird.

4.2 Privatverkehr

Die Verteuerung des Benzins durch einen Öko-Zuschlag von 2 DM/l dürfte zwar subjektiv von vielen Autofahrern als gravierend empfunden werden, sie fällt jedoch nicht aus dem Rahmen der normalen langfristigen Preisentwicklung. Während heute Milch dreimal soviel kostet wie vor 30 Jahren, Brot und Kartoffeln viermal soviel, Textilien vier- bis fünfmal soviel, Obst und Gemüse bis 10-mal soviel und sich Löhne und Gehälter in diesem Zeitraum verzehnfacht haben, hat sich der Preis für Benzin in den letzten 30 Jahren lediglich verdoppelt. Der Preis für Diesel nahm sogar nur um das 1,8-fache zu. Ein Benzinpreis von 3 DM/l ohne Rückzahlung eines Öko-Bonus würde damit lediglich die in den letzten Jahrzehnten eingetretene relative Verbiligung des Treibstoffs im Vergleich zur allgemeinen Preisentwicklung kompensieren. Bei dem hier vorgestellten Modell eines Öko-Zuschlags wird zusätzlich die vollständige Rückzahlung des Öko-Zuschlags in Form des Öko-Bonus vorgeschlagen.

Zur Vermeidung negativer sozialer Effekte für Berufspendler, die bei einem langen Anfahrtsweg auf das Auto angewiesen sind, wird vorgeschlagen, parallel zur Einführung des Öko-Bonus die bisherige Kilometerpauschale auf 60 Pfennig/km anzuheben und in eine allgemeine

Entfernungspauschale umzuwandeln. Dadurch werden die Mehrkosten des Öko-Zuschlags für Berufspendler mit langen Anfahrtswegen ausgeglichen. Bestehen bleibt jedoch der Anreiz, auf andere Verkehrsmittel oder Fahrgemeinschaften umzusteigen, um so den Öko-Zuschlag einzusparen und vom Öko-Bonus zu profitieren.

5. Umsetzung und praktische Handhabung

Das UPI-Institut schlägt die europaweite Einführung des Öko-Bonus inklusive der Schweiz und Österreich vor. Dabei würde durch gleichmäßige Verteuerung des Kraftstoffs der Anreiz entfallen, zum Tanken über die Grenze zu fahren. Um ökonomische Ungleichgewichte durch unterschiedlichen Treibstoffverbrauch der einzelnen Länder zu vermeiden, sollte das Aufkommen aus dem Öko-Zuschlag wie heute auch die Mineralölsteuer jeweils länderspezifisch berechnet werden und auch länderspezifisch als Öko-Bonus wieder an die Bevölkerung zurückgezahlt werden.

Da aus dem System Öko-Zuschlag/Öko-Bonus kein Geld abfließt, werden die Lebenshaltungskosten insgesamt nicht erhöht. Auf längere Sicht werden sie sogar relativ verringert, da die nicht unerheblichen externen Kosten des Verkehrs reduziert werden.

Das Öko-Bonus-Konzept schafft neue, stimulierende Spielregeln für umweltgerechtes Verhalten. Es kann sofort oder stufenweise eingeführt werden. Sein behördlicher Aufwand ist minimal: Die Erhebung des Öko-Zuschlags verursacht praktisch keine Mehrarbeit, da er genauso wie die heutige Mineralölsteuer zusammen mit dieser eingezogen wird. Der Mehraufwand zur Rückzahlung des Öko-Bonus wird dadurch stark vereinfacht, daß die Rückzahlung, anders als z.B. beim Lohnsteuerjahresausgleich, ohne Prüfung komplizierter Steuersachverhalte mit einer einheitlichen Summe pro Kopf der Bevölkerung erfolgt. Der Öko-Bonus wird vom Finanzamt an jeden volljährigen Bundesbürger in der Höhe der in dem betreffenden Jahr eingegangenen Öko-Zuschläge ausgezahlt. Dadurch wird sicher vermieden, daß für den Staat Einnahmeausfälle entstehen. Um einen Zinsvorteil für den Staat zu vermeiden, könnte der Öko-Bonus auch z.B. halbjährlich zurückgezahlt werden oder mit dem normalen Zinssatz verzinst zur Auszahlung kommen.

Das Öko-Bonus-Konzept führt nicht zu einem Rückgang von Arbeitsplätzen, sondern langfristig zu einer leichten Verschiebung der Arbeitsplatzstruktur. Da sich ein Teil der Verkehrsnachfrage auf andere Verkehrsträger verteilt, entsteht dort ein Bedarf an neuen Arbeitsplätzen. Bundesbahn und öffentlicher Verkehr müssen ausgebaut, zusätzliches Personal muß eingestellt werden. Außerdem ist mit einer Zunahme von Arbeitsplätzen im Freizeitbereich zu rechnen, da ein Teil des mit dem Öko-Bonus zurückgezahlten Kapitals wahrscheinlich in den Freizeitbereich fließen wird. Das bisher für den eingesparten Treibstoff ins Ausland geflossene Kapital steht für die Inlandsnachfrage zur Verfügung.

6. Soziale Folgen des Öko-Bonus-Konzepts

Es läßt sich heute analysieren, welche positiven ökonomischen und ökologischen Folgen die beiden Ölpreisverteuerungen 1973 und 1980 für die Modernisierung der Wirtschaft und die Einsparung von Energie hatten. Die Entwicklung des Energieverbrauchs wurde vom Wachstum des Bruttosozialprodukts entkoppelt. Der Kraftfahrzeugverkehr ging vorübergehend zurück, der Bahnverkehr nahm zu. Die Ölpreisverteuerungen hatten jedoch auch wichtige negative ökonomische Folgen einer wirtschaftlichen Rezession. Diese wurden dadurch ausgelöst, daß das gesamte durch die Ölpreisverteuerungen aus der Volkswirtschaft abgezogene Kapital ins Ausland floß. Dies ist beim Öko-Zuschlag nicht der Fall. Sein Aufkommen bleibt in voller Höhe im Inland und bewirkt direkt wie indirekt wirtschaftliche Modernisierung, Innovationen, eine bessere Nutzung von Energie und eine Förderung umweltfreundlicher Verkehrssysteme.

- Die Untersuchung ergab, daß das Öko-Bonus-Konzept
 - mit unserem Wirtschaftssystem der Marktwirtschaft, voll verträglich ist.
 - Es ist ein wirksames Instrument, mit dem die externen Kosten in die Betriebskosten des Kraftfahrzeugverkehrs internalisiert werden können.
 - Dadurch entstünde ein marktwirtschaftlicher Anreiz, mit fossilen Brennstoffen und dem Kraftfahrzeug sparsamer als bisher umzugehen und dort wo es möglich ist, Verkehr auf umweltfreundlichere Verkehrssysteme zu verlagern.

Lage der Immissionsmeßstellen und Nadelprobepunkte der Landesforstdirektion Tirol 1988

Legende

Nadelanalysen Schwefel

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

Nadelanalysen Fluor

- △ keine Grenzwertüberschreitungen
- ▲ absolute Überschreitungen (2. FVO § 5(1)b))

Apparative Messungen

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

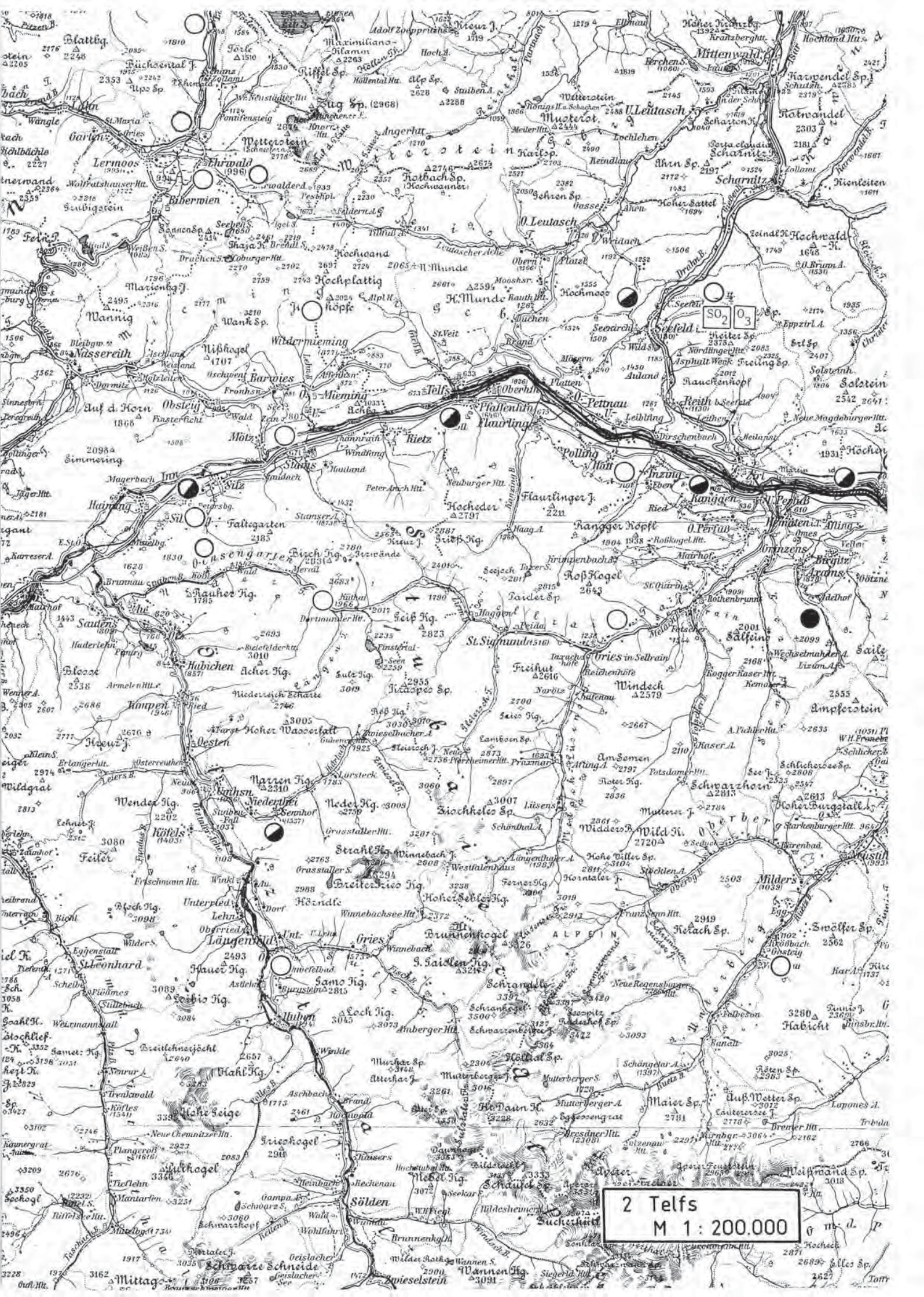
Karten

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



1 Imst - Landeck
M 1:200.000

This is a detailed topographic map of a region in Austria, centered on the Innsbrunn river valley. The map shows a dense network of roads, numerous mountain peaks with their elevations, and various settlements. Key locations include Imst, Landeck, and the surrounding mountainous terrain. The map is oriented with North at the top. The scale is 1:200,000, as indicated in the bottom left corner. The map shows the Innsbrunn river flowing through the valley, with several tributaries. The terrain is rugged, with many peaks exceeding 2000 meters. The map is a black and white topographic map, typical of a technical drawing or a detailed geographical map. The map shows the Innsbrunn river valley, with the river flowing from the north towards the south. The river is shown in a dark line, with its tributaries also shown. The surrounding terrain is shown with contour lines and numerous peaks. The map is a detailed topographic map, showing the Innsbrunn river valley and the surrounding mountainous terrain. The map is oriented with North at the top. The scale is 1:200,000, as indicated in the bottom left corner. The map shows the Innsbrunn river flowing through the valley, with several tributaries. The terrain is rugged, with many peaks exceeding 2000 meters. The map is a black and white topographic map, typical of a technical drawing or a detailed geographical map. The map shows the Innsbrunn river valley, with the river flowing from the north towards the south. The river is shown in a dark line, with its tributaries also shown. The surrounding terrain is shown with contour lines and numerous peaks. The map is a detailed topographic map, showing the Innsbrunn river valley and the surrounding mountainous terrain. The map is oriented with North at the top. The scale is 1:200,000, as indicated in the bottom left corner. The map shows the Innsbrunn river flowing through the valley, with several tributaries. The terrain is rugged, with many peaks exceeding 2000 meters. The map is a black and white topographic map, typical of a technical drawing or a detailed geographical map.

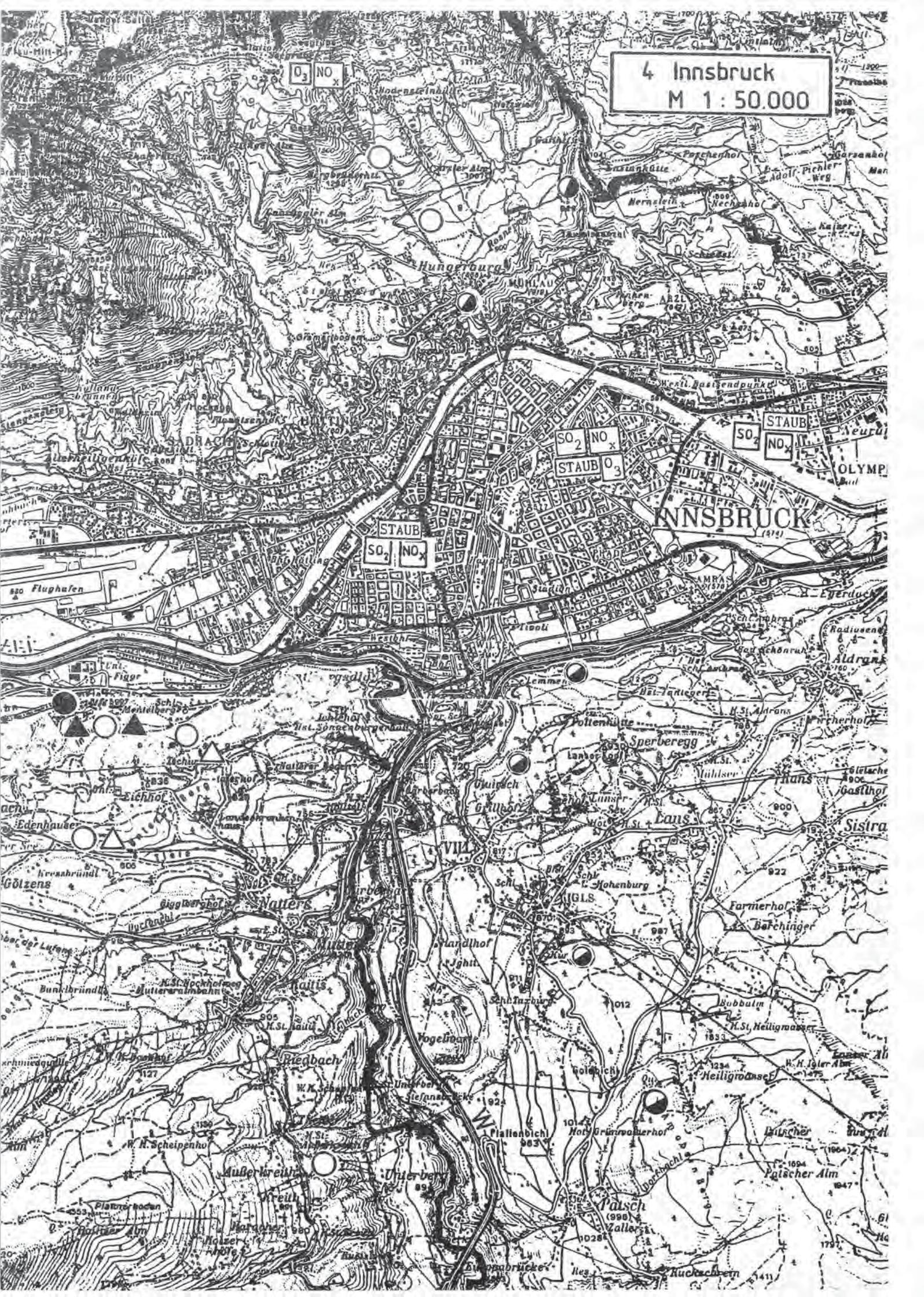


2 Telfs
M 1 : 200.000



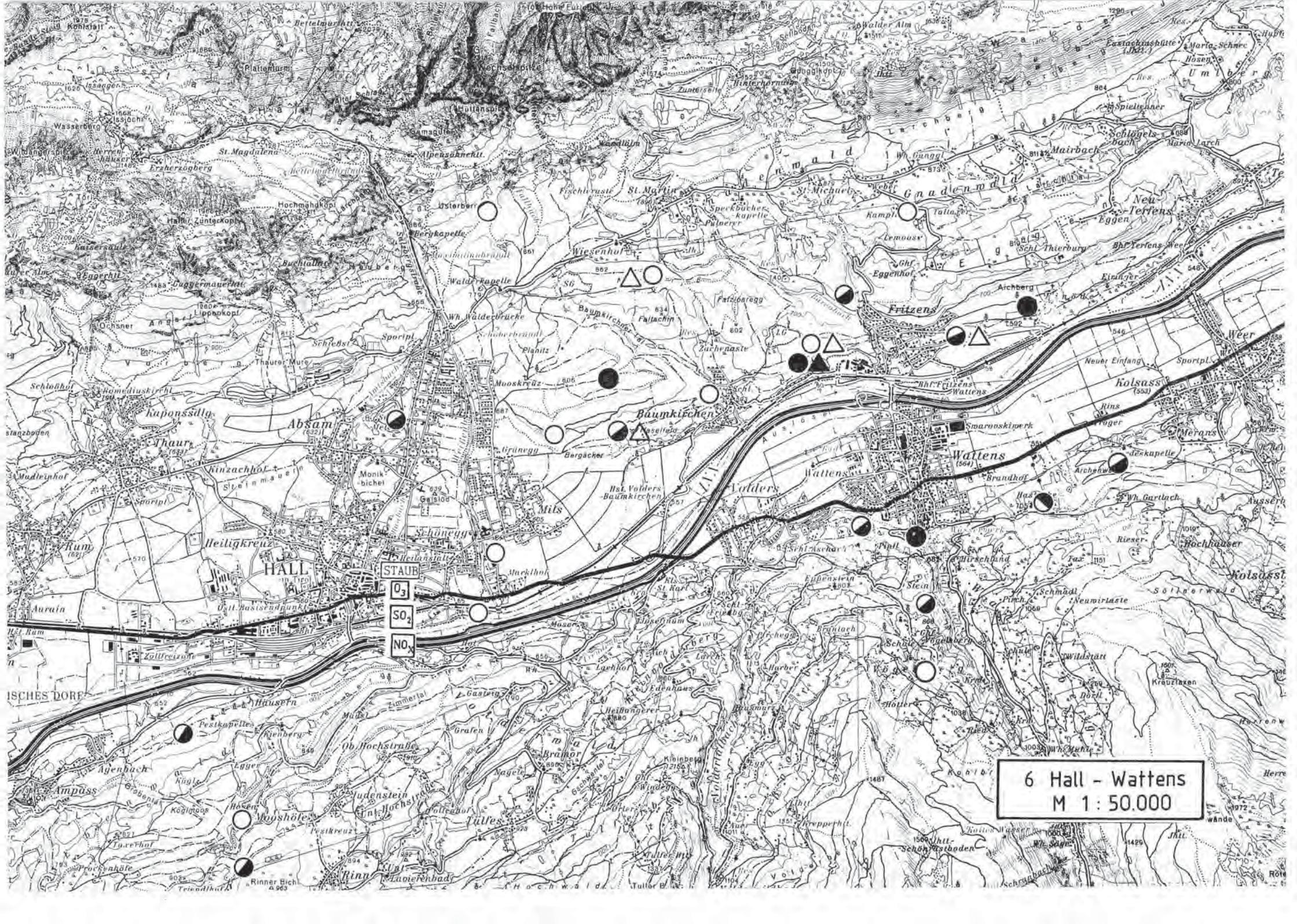
3 Reutte - Vils
M 1: 50.000

4 Innsbruck
M 1 : 50.000



5 Wipptal
M 1:100.000





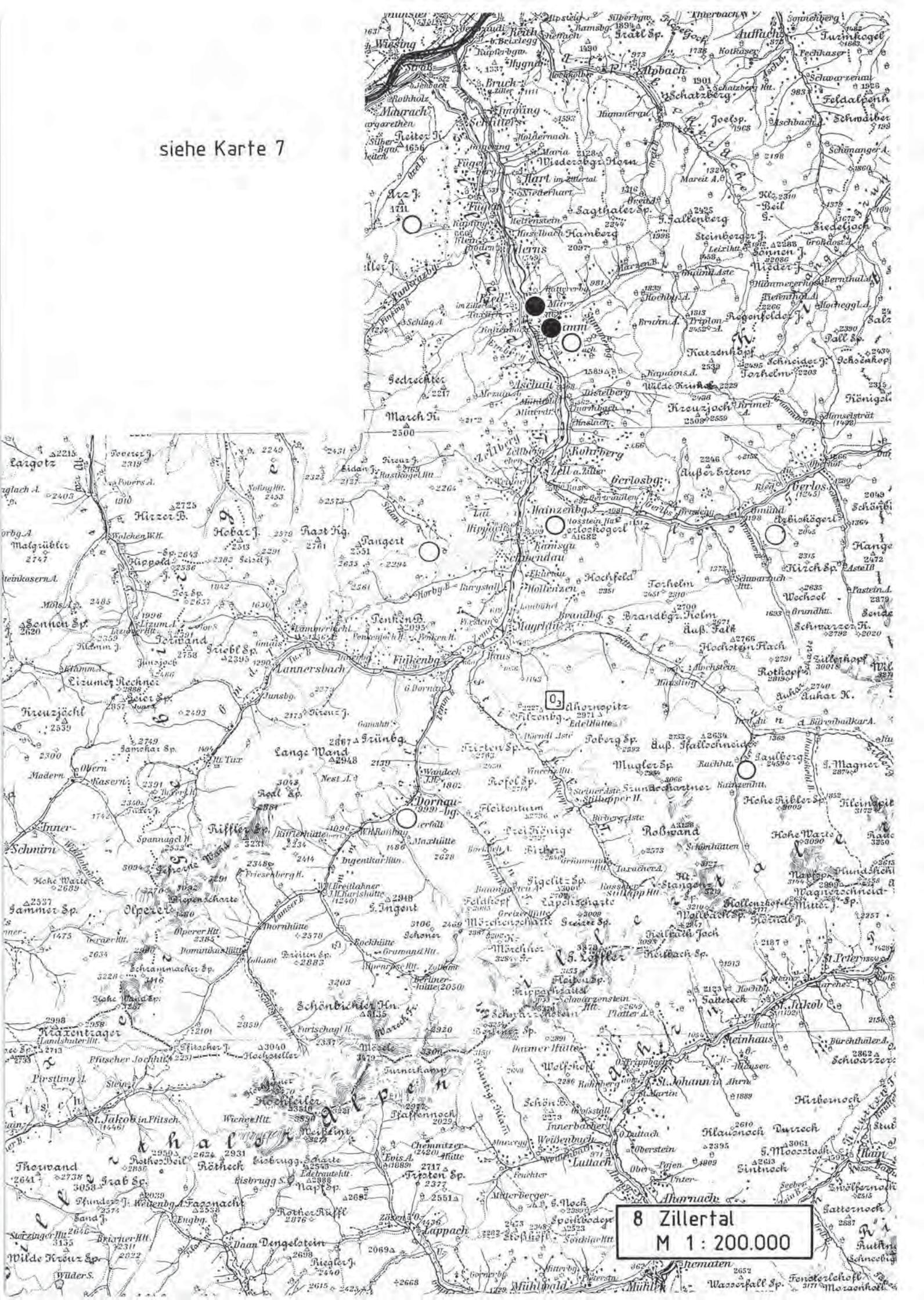
03
SO₂
NO_x

6 Hall - Wattens
M 1 : 50.000



7 Schwaz - Jenbach
M 1 : 58.000

siehe Karte 7



8 Zillertal
M 1:200.000

9 Brixlegg
M 1:50.000



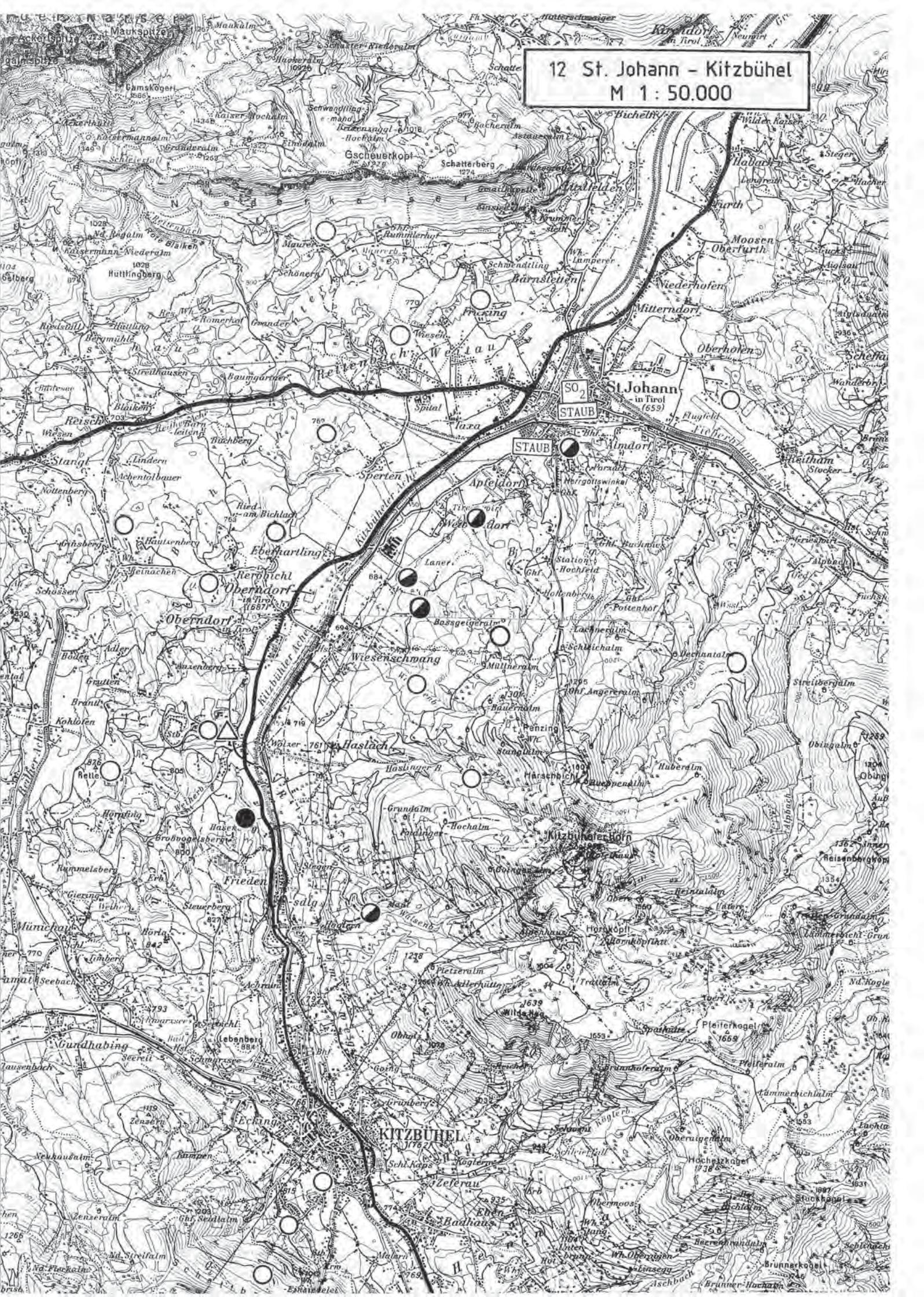


STAUB
SO₂ NO_x

WORGL

10 Wörgl
M 1 : 100.000

12 St. Johann - Kitzbühel
M 1:50.000





13 Ostirol
M 1:200.000

SO₂