

Zustand der Tiroler Wälder

Untersuchungen über den Waldzustand und die Immissionsbelastung

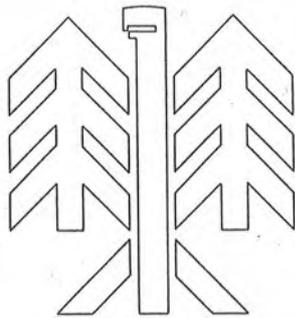
Bericht an den Tiroler Landtag 1992



LAND TIROL
AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG

Zustand der Tiroler Wälder

Untersuchungen über den Waldzustand und die Immissionsbelastung in Tirol



Bericht über das Jahr 1991

Amt der Tiroler Landesregierung - Landesforstdirektion

Innsbruck 1992

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	Seite 5
I. Einleitung und Zusammenfassung	Seite 9
II. Zustandserfassung	Seite 13
1. Luftschadstoffbelastung in Tirol, aktueller Stand und Entwicklung	Seite 15
2. Waldzustandsinventur 1991	Seite 21
3. Beiträge zum Bodenschutz	Seite 27
4. Nadelanalysen auf Schwefelergebnisse des Bioindikatornetzes	Seite 32
5. Waldzustand und Immissionsbelastung/Bezirksergebnisse	Seite 36
6. Wald und Wild	Seite 84
7. Wald und Weide	Seite 86
8. Immissionsökologische Flechtenkartierung im Inn-, Wipp- und Zillertal	Seite 87
9. Verminderte Ozonbelastung im Schutz des Waldes	Seite 95
10. Ausbreitung und Umwandlung von Luftschadstoffen	Seite 97
11. Landeskonzept zur Schutzwaldverbesserung	Seite 100
III. Maßnahmen zur Umweltverbesserung	Seite 103
12. Schutzwaldsanierung und Hochlagenaufforstung in Tirol	Seite 105
13. Waldbiotopkartierung im Rahmen der Schutzwaldverbesserung	Seite 109
14. Maßnahmen von Betrieben zur Verringerung des Schadstoffausstoßes	Seite 112
15. Die erneuerbaren Energieträger Holz und Sonne	Seite 114
16. Über die Tätigkeit des Landschaftsdienstes	Seite 116
ANHANG: Tirols Wald in Zahlen	Seite 117

ZUSTAND DER TIROLER WÄLDER 1992

Herausgegeben als Bericht an den Tiroler Landtag.

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

Am Bericht haben mitgearbeitet:

Peter ECKER.....	8,13
Klaus FLÖRL.....	15
Josef FUCHS.....	12
Wolfgang INTHAL.....	12
Herbert KUEN	16
Ida PACK	1,5,9
Herbert SCHEIRING.....	1.
Christian SCHWANINGER.....	2,4,6,7
Eugen SPRENGER.....	13
Dieter STÖHR.....	3,10
Andreas WEBER.....	1,9
Kurt ZIEGNER.....	11

Redaktion

Paul TSCHÖRNER
Kurt ZIEGNER



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.

Die Landesregierung hat einem funktionsfähigem Wald seit Anbeginn einen hohen Stellenwert eingeräumt. Wir sehen das als eine große Verpflichtung für die Gegenwart und vor allem für die künftigen Generationen. Walderhaltung ist heute zu einem ganz wesentlichen Teil vom Ausmaß der Umweltbelastungen abhängig. Wir konnten 1991 den seit Jahren erfolgreichen Weg der Schwefeldioxidlastung in Tirol weiter fortsetzen. Im weit überwiegenden Teil des Landes - auch in den Städten und in den Ballungsräumen - konnten die SO₂-Grenzwerte für Erholungsgebiete eingehalten werden, das ist für Menschen und für die Natur eine gute Nachricht. Bei den Stickoxiden stehen wir erst am Anfang eines langen und schwierigen Weges, der von uns aber konsequent gegangen wird: Die Verkehrsbelastung als Hauptverursacher dieser Belastung muß auf ein verträgliches Maß zurückgeführt werden! Daß sich der Waldzustand im abgelaufenen Jahr - sehr im Gegensatz zu manchen Nachbarländern - bei uns nicht verschlechtert hat, mag auch durch die erzielte Umweltentlastung begründet sein.

Gleichzeitig bekennt sich das Land zu einer aktiven Schutzwalderneuerung. Vor allem von diesen Wäldern hängt die Sicherheit vieler Landesteile ab. Dort wo sie verbessert werden müssen, wollen wir mit Behutsamkeit und Respekt vor der Natur die notwendigen Maßnahmen treffen.

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 bringt aber nicht nur Ergebnisse der Waldzustandsinventur und der Immissionsüberwachung, er stellt auch jene Maßnahmen vor, die das Land zur Wald- und Umweltverbesserung im abgelaufenen Jahr durchgeführt hat.

Dieser Bericht dient einerseits als Kontrolle für die von der Landesregierung gesetzten Maßnahmen zur Schadstoffreduktion in der Luft, andererseits liefert er die Erkenntnis für weitere Maßnahmen zum Schutze unserer Wälder.

Ich danke allen Mitarbeitern der Landesforstdirektion für das Zustandekommen dieses Berichtes.

I. Einleitung und Zusammenfassung

Zustand der Tiroler Wälder

Der Wald muß mit jener Luft leben, die wir ihm zubilligen. Aus Hausbrand, Verkehr und Industrie werden vor allem Schwefel-, Stickoxide und Kohlenwasserstoffe in großen Mengen emittiert. Dazu kommen zahlreiche andere, vielfach überaus pflanzengiftige Verbindungen, die - wie etwa Fluorwasserstoff - punktuelle Probleme verursachen können.

Schadstoffe können die Pflanze direkt treffen, indem sie über die Spaltöffnungen in das Blatt eindringen und dort Schäden verursachen. Sie können als saure oder ätzende Stoffe die Blattoberfläche verletzen und damit den lebenswichtigen Verdunstungsschutz der Pflanze beeinträchtigen. Schadstoffe werden vielfach aber auch erst als komplizierte luftchemische Folgeprodukte wirksam, das klassische Beispiel ist das Ozon, das sich aus den Vorläufersubstanzen Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen entwickelt. Für diese Schadstofftransformation ist Energie und Zeit notwendig, das ist auch die Erklärung dafür, daß sich Ozonschäden abseits der Emittenten meist in höheren Regionen einstellen. Dort ist über die intensivere Sonneneinstrahlung auch die nötige Umwandlungsenergie verfügbar.

Schwefel- und Stickoxide werden nach längerer Verweilzeit in der Atmosphäre zu Sulfat bzw. Nitrat umgewandelt, beides sind wichtige Bestandteile des "Sauren Regens", sie gelangen letztendlich über Niederschläge in die Böden und tragen zu deren Versauerung bei. Manche Wissenschaftler bezeichnen diese Form der ökosystemaren Schädigung als die besonders bedrohliche, weil sie überaus langfristige und nachhaltige Folgen hat. Schließlich wirken sich die ständig ansteigenden Stickoxidemissionen als eine einseitige "Blattdüngung" aus, auf die sich der Wald in seiner gesamten Entwicklungsgeschichte niemals einzustellen hatte. Diese einseitige Überdüngung über die Nadel- und Blattmasse stört das Nährstoffgleichgewicht und senkt die Frosthärte ab.

Bäume sind die größten Lebewesen unserer Zeit: Sie werden Jahrhunderte alt und sie erreichen bei uns in Österreich Baumhöhen bis um die 50 m. Beides, ihre Langlebigkeit und ihre Größe, werden ihnen bei hoher Luftschadstoffbelastung zum Verhängnis. Langlebige Organismen speichern Schadstoffbelastungen über lange Perioden, große Lebensformen reichen weit in den Luftraum hinein und kämten mit ihren Ästen, Zweigen und Nadeln wie ein Filter Schadstoffe aus dem Luftraum aus. Daher ist die Schadstoffdeposition im Wald immer um ein Mehrfaches höher als im an-

grenzenden Freiland, der gegenüber Luftschadstoffen besonders empfindliche Wald reinigt tatsächlich die Atemluft für uns Menschen - er ist Opfer und Helfer zugleich.

Weil der Wald gegenüber Luftschadstoffen in den allermeisten Fällen empfindlicher ist als der Mensch, bildet er eine Frühwarnlinie für unsere menschliche Gesundheit. Es gilt allerdings, diese Frühwarnlinie zu verteidigen und den Wald nicht nur als einen Bioindikator zu betrachten, an dem man das Fortschreiten der Umweltbelastung ablesen kann wie an einem Meßgerät.

Seit 1984 wird in Tirol der Zustand des Waldes nach einem international anerkannten Stichprobenverfahren kontrolliert. Dabei ist nicht nur das jeweils aktuellste Inventurergebnis von Interesse, sondern vor allem der mehrjährige Trend der Schadensentwicklung.

Waldzustand 1991

1991 waren im Tiroler Gesamtwald 35 % der Bäume nicht gesund, das heißt, daß sich die Anzahl der kranken Bäume gegenüber 1990 nicht verändert hat und daß sich die Walderkrankung auf einem relativ hohen Niveau stabilisiert hat. Ähnliches gilt für den Schutzwald: Hier sind 42 % der Bäume nicht gesund, auch diese Zahl hat sich gegenüber 1990 kaum verändert. Nachwievor besonders besorgniserregend ist der Nordalpenschutzwald mit 58 % kranker Bäume (1990 waren es ebenfalls 58 %). Das nach wie vor hohe Schadensausmaß im Tiroler Schutzwald macht Maßnahmen zu seiner Verbesserung besonders dringlich. Das erst vor kurzem vorgestellte Tiroler Schutzwaldverbesserungskonzept führt diesen Verbesserungsbedarf für das ganze Land auf, seine Umsetzung in konkrete Verbesserungsprojekte ist dringend notwendig.

Eine besonders gute Nachricht gibt es über den Gesundheitszustand der Tanne: Obwohl 48 % der Tannenbestände nicht gesund sind, ist dieser Schädigungswert der niedrigste seit Beginn der Inventur! 1990 waren

noch 59 % aller Tannen krank, 1988 waren es sogar noch 65 %. Die Tanne gilt gegenüber Luftschadstoffen als ganz besonders sensibel, die deutliche Verbesserung ihres Gesundheitszustandes könnte die Folge der auch mit apparativen Meßungen nachgewiesenen Luftschadstoffbelastung sein.

Bei der Buche gibt es gegenüber 1990 mit 53 % kranker Bäume eine deutliche Verschlechterung, ebenso hat sich der Zustand der Lärche mit 27 % (1990: 22 %) verschlechtert.

Der Waldzustandsbericht 1991 erlaubt keine euphorische Entwarnung der Wald-Umweltsituation. Für ein Gebirgsland ist ein gesunder und funktionsfähiger Wald viel zu wichtig, als daß man die Schadensmeldungen der Waldzustandsinventur 1991 bagatellisieren dürfte. Trotzdem ist Hoffnung berechtigt: Wenn die eingeschlagenen Wege zur Schadstoffbelastung konsequent und energisch fortgesetzt werden, dann hat der Wald wieder seine Chance.

Schutzwaldverbesserung muß Vorrang erhalten

Die große Bedeutung, die dem Schutzwald zukommt, und der hohe Schädigungsgrad, den viele dieser lebenswichtigen Waldbestände aufweisen, haben dazu geführt, daß anlässlich der Österreichischen Forstkongress 1991 das Land Tirol mit dem Bund eine Vereinbarung zur Schutzwaldverbesserung abgeschlossen hat. In Erfüllung dieser gemeinsamen Absichtserklärung wurde 1991 das "Landeskonzept zur Schutzwaldverbesserung" fertiggestellt. Dabei wurden jene Waldbestände, die im Waldentwicklungsplan mittlere bzw. hohe Schutzfunktion zu erfüllen haben (S2 und S3), auf ihren Verbesserungsbedarf hin überprüft. Verjüngungs-, Pflege- und Erschließungsbedarf wurden dabei erhoben, gleichzeitig wurde festgestellt, welche Hinderungsgründe eine Waldverbesserung derzeit erfolglos erscheinen lassen.

Das Schutzwaldverbesserungskonzept zeigt, daß der Verjüngungsbedarf mit Abstand das größte Flächenmaß hat, etwa 215.000 ha Schutzwaldfläche haben Verjüngungsdefizite, die in den nächsten Jahrzehnten durch behutsame Maßnahmen zu verbessern sind.

Der Pflegebedarf ist mit rund 20.000 ha deshalb relativ bescheiden, weil es in den Schutzwäldern sehr wenig Waldbestände im Pflegealter gibt - der überwiegende Teil liegt in den hohen Altersklassen, in denen eine Pflege keine grundsätzliche Verbesserung mehr bringt.

Mit etwa 120.000 ha wurde der Erschließungsbedarf erhoben, dabei handelt es sich zum Teil um Weger-schließungen, zum Teil um Seilkraneinsätze. Grund-

sätzlich wurde ein Erschließungsbedarf nur dort anerkannt, wo gleichzeitig Verjüngungs- oder Pflegebedarf abzudecken ist.

Auf etwa 60.000 ha verhindert ein zu hoher Schalenwildbestand die Schutzwaldverbesserung, auf etwa 35.000 ha wird dieses Ziel durch unverträgliche Waldweide vereitelt. Auf ungefähr 12.000 ha gibt es andere Hinderungsgründe (vor allem touristische Übernutzung), die dem Ziel der Schutzwaldverbesserung entgegenstehen.

Dieses Landeskonzept zur Schutzwaldverbesserung ist nun die Grundlage für Detailprojekte, durch welche die einzelnen Arbeitsschritte geregelt und die Finanzierung meist auf 20 Jahre festgelegt wird. Gleichzeitig bedarf es sehr großer Anstrengungen, um die aufgezeigten Hinderungsgründe zu beseitigen, damit auch dort die dringend notwendige Schutzwaldverbesserung geplant und durchgeführt werden kann. Es soll auch hier auf die Verantwortung hingewiesen werden, die in diesem Zusammenhang vor allem für die Jagd- und für die Agrarbehörde vorliegt.

Das Landeskonzept zur Schutzwaldverbesserung sollte auch die Basis für ein besseres Verständnis zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft werden. Hier steht eine Gesamtübersicht über die notwendigen Verbesserungsmaßnahmen zur Verfügung, gleichzeitig wird durch eine begleitende Waldbiotopkartierung dafür Sorge getragen, daß besonders wertvolle Lebensräume durch Schutzwaldverbesserungsmaßnahmen nicht gefährdet werden. Eine raschere Erledigung der geplanten und behutsam durchzuführenden Erschließungsmaßnahmen ist im Einzelfall aber dringend notwendig.

Schließlich darf bei dieser Gelegenheit neuerlich darauf hingewiesen werden, daß der Tiroler Forstdienst in den letzten zwei Jahrzehnten einen außerordentlichen Aufgabenzuwachs zu bewältigen hatte und daß er dies ohne Vermehrung der forstlichen Planstellen zustande brachte. Nun aber ist ein Belastungsgrad erreicht, der zu Lasten der Arbeitsqualität aber auch zu Lasten der Mitarbeiter geht und der nicht weiter hingenommen werden kann.

Durch zusätzliche Finanzierung der Planungskosten war es möglich, daß für etwa 94.874 ha Schutzwald bereits die notwendigen Detailprojekte ausgearbeitet wurden (Stand 1991/92). Forstpolitisches Ziel des Landes muß es jedoch sein, auch für die restlichen zu verbessernden Flächen (etwa 83.196 ha) die erforderlichen Projekte so rasch als möglich fertigzustellen, damit auch dort mit den nötigen Verbesserungsarbeiten begonnen werden kann.

Ursachen der Waldschäden beseitigen

Der schlechte Zustand des für Tirol lebenswichtigen Schutzwaldes hat mehrere Ursachen, die bereits des öfteren dargestellt wurden. Unter diesen ist eine für den Wald nicht verträgliche Luftschadstoffbelastung wohl die entscheidende Ursache!

Die SO₂-Belastung ist 1991 in Tirol weiterhin zurückgegangen, sieht man von der Meßstelle Brixlegg ab, dann wurden in allen übrigen Landesteilen die Vorsorgegrenzwerte für die menschliche Gesundheit eingehalten. Die intensiven Anstrengungen zur SO₂-Reduktion haben in Tirol dazu geführt, daß - ausgenommen die Meßstelle Brixlegg, sowie eine Meßstelle in Innsbruck (an dieser aber gab es nur an einem Tag eine Überschreitung!) - die SO₂-Kriterien für Erholungsgebiete eingehalten werden konnten.

Bei den Stickoxiden zeigten jene Meßstellen, die durch den Pkw-Verkehr besonders stark beeinflusst werden, einen leichten Rückgang der Belastung. Dies kann auf die zunehmende Kat-Ausstattung der Pkws zurückgeführt werden. Jene NO_x-Meßstellen, die durch Industrie bzw. Autobahn wesentlich beeinflusst werden, zeigen gegenüber dem Jahre 1990 eine eher gleichbleibende Stickoxidbelastung auf. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß weitere intensive Entlastungsmaßnahmen vor allem im Verkehrsbereich dringend notwendig sind.

Das herausragende Schadstoffproblem Tirols ist weiterhin die hohe Ozonbelastung, die während der Vegetationszeit zu einer sehr häufigen Überschreitung der Vegetationsgrenzwerte führt. Ohne eine radikale Reduktion der Vorläufersubstanzen (Stickoxide und Kohlenwasserstoffe) kann hier keine entscheidende Verbesserung erwartet werden.

Weitere Maßnahmenvorschläge zur Umweltentlastung sind notwendig

Tirol braucht zur Sicherung seiner Bewohnbarkeit und seiner europäischen Erholungsfunktion Schadstoffgrenzwerte, die das gesamte Ökosystem und nicht nur einzelne weniger empfindliche Bereiche schützen. Dies deshalb, weil

- der schützende Wald eine existenzielle Voraussetzung für die Bewohnbarkeit weiter Landesteile ist.
- der Tourismus sich langfristig nur in einer intakten Umwelt entwickeln kann.

- die vom Standort benachteiligte Landwirtschaft sich auf Qualitätsprodukte spezialisieren muß, die wiederum nur bei geringer Umweltbelastung erzeugt werden können.

Strenge ökosystemare Grenzwerte müssen sich jedoch gegen alle Verursacher richten und dürfen sich nicht nur auf sektorale Belastungen (z.B. Verkehr) beschränken. Eine strenge Umweltpolitik in Tirol ist nur dann glaubhaft und wohl auch nur dann international durchsetzbar, wenn sie sämtliche Belastungen, woher immer sie stammen mögen, auf das ökosystemar vertretbare Ausmaß zurückführt. Damit unterbleibt jede Diskriminierung einzelner Verursacher, bei allen wird der gleiche strenge Standard angelegt.

Eine solche integrale Tiroler Umweltpolitik müßte folgende Ziele verfolgen:

1. Für die einzelnen Schadstoffe sind ökosystemar wirksame Grenzwerte verbindlich festzulegen. Die Österreichische Akademie der Wissenschaften hat solche Grenzwerte für die Schadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Ozon bereits erarbeitet, sie sollen für alle umweltrelevanten Entscheidungen verpflichtend gemacht werden.
2. Da im unmittelbaren Bereich größerer Emittenten diese Grenzwerte nicht einhaltbar sind, sollen in einer Zonierung jene Landesteile kartenmäßig dargestellt werden, für welche diese ökosystemaren Grenzwerte anzuwenden sind. Als Beispiel für diese Vorgangsweise wird die Verordnung zum Tiroler Luftreinhaltegesetz, LGBl.Nr. 5/1978 genannt, dabei wurde Tirol zur Verminderung der SO₂-Belastung in 3 Zonen eingeteilt. Für die 3. Zone (Belastungszone) wurde ein Verbesserungsauftrag erteilt, der zwischenzeitlich bereits erfolgreich erfüllt wurde. Eine ähnliche Zonierung sollte auch für Stickstoffdioxid, Ozon und Schwermetalle festgelegt werden.
3. Es ist ein Zeitplan zu erstellen, der die Zeit bis zur notwendigen Schadstoffentlastung verbindlich vorgibt.
4. Kontrollmeßeinrichtungen sollen die Erreichung der vorgegebenen Grenzwerte (Punkt 1) innerhalb der geplanten Zeit (Punkt 3) nachweisen. Diese Kontrolleinrichtungen müssen so angelegt werden, daß sie auch eine gewisse Verursacheridentifikation erlauben. Damit soll feststellbar sein, welche Verursacher(gruppe) zu bestimmten Grenzwertüberschreitungen beigetragen haben.

Diese Kontrollmeßeinrichtungen könnten der erste Schritt zu einem "Öko-Index" werden, der Veränderungen im Umweltbereich in einer ähnlich einfachen Weise ausdrückt, wie dies derzeit der Lebenshaltungskostenindex tut (weitere Details siehe in: "Auswirkungen des Straßenverkehrs auf die Umwelt, Bericht an den Tiroler Landtag Oktober 1991").

II. Zustandserfassung

1. Luftschadstoffbelastung in Tirol - aktueller Stand und Entwicklung

Die Schwefeldioxidbelastung hat 1991 bei zahlreichen Meßstellen im Inntal sowie in St. Johann gegenüber dem Vorjahr neuerlich abgenommen. Grenzwertüberschreitungen sowohl der Vorsorgegrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit als auch der Forstgrenzwerte und der Grenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung wurden nur in Brixlegg festgestellt. Bei allen anderen 10 Tiroler SO₂-Meßstellen wurden sowohl die Vorsorgegrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit als auch die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung eingehalten. Bei neun dieser Meßstellen wurden darüberhinaus die noch strengeren SO₂-Grenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung für Zone I (Erholungsgebiete) durchgehend eingehalten.

Die aus dem Jahr 1990 stammenden Nadelanalysen haben immer noch erhöhte Schwefelbelastungen in der Umgebung von Ballungsräumen und fallweise deutliche Belastungen in der Umgebung von Industriestandorten gezeigt.

Die Belastung durch den "sauren Regen" hat 1991 am Alpennordrand gegenüber dem Vorjahr zugenommen. Die Belastung in Osttirol ist durch geringere Niederschlagsmengen einerseits, aber auch durch eine geringere Schadstoffbelastung im Regen andererseits, niedriger.

Die Schwebstaubbelastung hat im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr bei allen Tiroler Meßstellen etwas zugenommen, sodaß teilweise die für die einzelnen Gebiete laut Tiroler Luftreinhalteverordnung vorgesehenen Schwebstaubgrenzwerte für Zone I bzw. Zone II im Gegensatz zum Vorjahr nicht eingehalten werden konnten.

Die Stickstoffmonoxidbelastung ist 1991 gegenüber dem Vorjahr im wesentlichen gleichgeblieben.

Die Stickstoffdioxidbelastung hat 1991 bei den innerstädtischen Meßstellen von Innsbruck erneut abgenommen, ebenso in Wörgl und St. Johann, während sie bei den hauptsächlich von Autobahn und Industriezone beeinflussten Meßstellen eher einen gleichbleibenden bis sogar zunehmenden Trend aufweist. Die Richtwerte zum Schutz der Ökosysteme wurden im Inntal überall überschritten, am Talboden sogar um das drei- bis sechsfache. Die Vorsorgegrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden im Winterhalbjahr in Innsbruck im Olympischen Dorf und in der Reichenau, in Hall und in Lienz vereinzelt bis häufig überschritten.

Die Kohlenmonoxidbelastung zeigte 1991 bei der Meßstelle Innsbruck/Reichenau an einigen Tagen im Hochwinter Grenzwertüberschreitungen, bei den vier anderen Meßstellen wurden die Grenzwerte eingehalten.

Die Ozonbelastung verursachte mit Abstand die häufigsten Grenzwertüberschreitungen. Bei allen Meßstellen in Tirol wurden 1991 nicht nur die Vegetationsgrenzwerte sondern vor allem im Sommerhalbjahr auch die Grenzwerte zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit in einem Ausmaß von 33 - 160 Tagen je nach Lage der Meßstelle überschritten. Seit mehreren Jahren erstmalig wurde im Jahr 1991 die Vorwarnstufe für Ozon in Tirol nicht erreicht.

Schwefeldioxid (SO₂)

Die dritte ÖlfeuerungsGesetznovelle einerseits, andererseits auch die Umstellung auf Erdgas sowie gezielte Einzelmaßnahmen bei industriellen Emittenten haben in weiten Teilen Tirols zu einem neuerlichen Rückgang der SO₂-Belastung geführt. Ausgenommen hiervon sind nur Brixlegg, wo keine Besserung, und Lienz, wo sogar eine gewisse Zunahme der SO₂-Belastung festzustellen war.

Bei der Meßstelle Brixlegg/Innweg wurden 1991 als einziger Meßstelle in ganz Tirol, die zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Grenzwerte an sechs Tagen zum Teil erheblich überschritten (siehe Tab.1). Bei beiden Brixlegger Meßstellen wurden die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten.

In Innsbruck/Reichenau wurden die SO₂-Grenzwerte zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesund-

heit bzw. der Tiroler Luftreinhalteverordnung Zone II (allgemeines Siedlungsgebiet) sowie die Forstgrenzwerte eingehalten.

Bei allen anderen neun SO₂-Meßstellen in Tirol wurden 1991 nicht nur die Grenzwerte zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit und die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung, sondern auch die strengeren SO₂-Grenzwerte für Erholungsgebiete laut österreichischer Akademie der Wissenschaften bzw. Tiroler Luftreinhalteverordnung (Zone I) zur Gänze eingehalten.

Mit dieser neuerlichen Verbesserung der SO₂-Belastungssituation, insbesondere im Ballungsraum Innsbruck, hat hier z.B. bei der Meßstelle Innsbruck-Zentrum die SO₂-Belastung gegenüber der zweiten Hälfte der 70er Jahre, als die ersten gesetzlichen Maßnahmen gesetzt wurden, auf rund ein Zehntel der damaligen Belastung abgenommen, und zwar sowohl hinsichtlich der Langzeit- als auch der Kurzzeitbelastungen (siehe Tab. 2).

Tab.1: ÜBERSICHT ÜBER DIE ERGEBNISSE DER STATIONÄREN, DAUERND REGISTRIERENDEN LUFTMESSTELLEN IN TIROL IM JAHR 1991

Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Grenzwerte zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit.

MESSTELLE	SO ₂	STAUB	NO	NO ₂	O ₃	CO
HÖFEN - LÄRCHBICHL	-	-	-	-	64 ^M	-
KARWENDEL - WEST	0 ^B	-	-	-	149 ^M	-
INNSBRUCK - ZENTRUM	0 ^B	1 ^B	0 ^V	0 ^{M,B}	-	0 ^B
INNSBRUCK - REICHENAU	0 ^B	0 ^B	1 ^V	4 ^M 1 ^B	58 ^M	5 ^B
INNSBRUCK - O-DORF	0 ^B	0 ^B	0 ^V	12 ^M 3 ^B	-	0 ^B
NORDKETTE	-	-	0 ^V	0 ^{M,B}	160 ^M	-
HALL - MÜNZERGASSE	0 ^B	1 ^B	0 ^V	17 ^M 5 ^B	-	0 ^B
ZILLERTALER ALPEN	-	-	-	-	155 ^M	-
KRAMSACH - ANGERBERG	-	-	-	-	67 ^M	-
BRIXLEGG - INNWEG	6 ^B	0 ^B	-	-	-	-
BRIXLEGG - BAHNHOF	0 ^B	0 ^B	-	-	-	-
WÖRGL - STELZHAMERSTRASSE	0 ^B	0 ^B	0 ^V	0 ^{M,B}	57 ^M	-
KUFSTEIN - ZENTRUM	0 ^B	0 ^B	0 ^V	0 ^{M,B}	-	0 ^B
KUFSTEIN - BAUMGARTNERSTR.	-	-	-	-	36 ^M	-
ST. JOHANN - HEIMATMUSEUM	0 ^B	0 ^B	0 ^V	0 ^{M,B}	33 ^M	-
LIENZ - DOLOMITENSTRASSE	0 ^B	-	-	-	-	-
LIENZ - HAUPTPLATZ	0 ^{*B}	0 ^{*B}	0 ^{*V}	1 ^{M,B}	-	-
GAIMBERG - ZABERNIG	-	-	-	-	126 ^M	-

LEGENDE:

* Unvollständige Meßreihe

Beurteilung nach folgenden Grenzwerten:

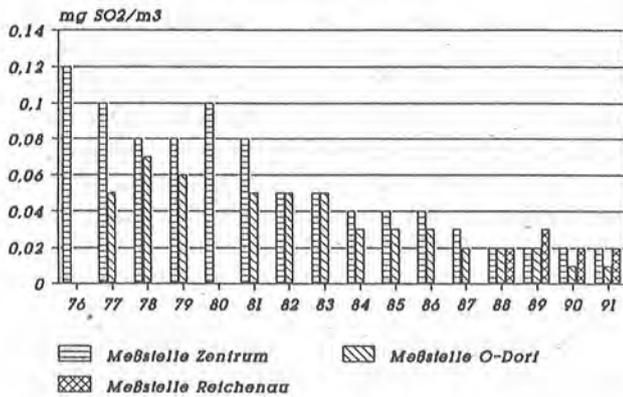
B Vereinbarung gemäß Art. 15 a B-VG - Immissionsgrenzwerte für Luftschadstoffe BGBL.Nr. 443/1987, Anlage 2

M Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentration zum Schutz des Menschen nach Österr. Akademie der Wissenschaften

V VDI-Richtlinie 2310

! An diesem Tag wurde nicht nur der Vorsorgegrenzwert für Staub, sondern auch der Grenzwert der Voralarmstufe nach Smogalarmgesetz für die Summe SO₂ und Staub überschritten

SO₂-Jahresmittelwerte
Innsbruck 1976-1991



Tab.2: SO₂-Entlastung in Innsbruck-Zentrum (in mg/m³)

	1976	1991
Jahresmittelwert	0,12	0,015
max. Monatsmittelwert	0,34	0,03
max. Tagesmittelwert	0,84	0,06
max Halbstundenmittelwert	1,29	0,12

Nadelanalysen

Die Nadelanalysen haben im Jahr 1990 in Tirol immer noch erhöhte Schwefelbelastungen insbesondere in der Nähe von Industrie- und Ballungsräumen gezeigt, während in abgelegenen Seitentälern kaum erhöhte Schwefelbelastungen festzustellen waren.

"Saurer Regen"

Die Messungen des "nassen Niederschlags" oder des "sauren Regens" erfolgen nunmehr seit 8 Jahren. Die Ergebnisse des Berichtsjahres 1990/91 ergaben gegenüber dem Vorjahr eine gegenteilige Entwicklung an den Standorten nördlich und südlich des Alpenhauptkammes.

Vor allem an der Meßstelle Kufstein/Niederndorferberg haben die mengengewichteten Konzentrationen von NH₄⁺/N, NO₃⁻/N und SO₄²⁻/S zugenommen (siehe Tabelle 3); die etwas höhere Niederschlagsmenge bedingt zusätzlich einen höheren Eintrag dieser Stoffe.

Aber auch bei der Meßstelle in Reutte/Wängle, die eine gegenüber dem vorhergehenden Berichtsjahr ca. um 15 % geringere Niederschlagsmenge aufwies, wurden sowohl beim NH₄⁺/N wie auch beim NO₃⁻/N höhere Einträge festgestellt. Lediglich beim SO₄²⁻/S ist der Eintrag trotz der 8%igen Erhöhung im mengengewichteten Mittelwert aufgrund des geringeren Niederschlages im Gesamteintrag leicht gesunken.

Tab.3: Nasser Niederschlag (jeweils vom 1.10. bis 30.9. des Folgejahres)

Station Jahr	Niederschlag (mm)	pH (Wert)	mengengewichtete Konzentrationsmittelwerte			Eintrag		
			NH ₄ ⁺ /N (mg/l)	NO ₃ ⁻ /N (mg/l)	SO ₄ ²⁻ /S (mg/l)	NH ₄ ⁺ /N (g/m ²)	NO ₃ ⁻ /N (g/m ²)	SO ₄ ²⁻ /S (g/m ²)
Reutte								
1983/84	1117	4,5	0,43	0,35	0,66	0,48	0,39	0,74
1984/85	1348	4,7	0,43	0,30	0,49	0,58	0,40	0,66
1985/86	1366	4,6	0,33	0,30	0,49	0,46	0,40	0,67
1986/87	1424	4,6	0,36	0,28	0,38	0,51	0,40	0,54
1987/88	1447	4,8	0,35	0,34	0,44	0,50	0,49	0,64
1988/89	1467	4,9	0,47	0,39	0,67	0,69	0,58	0,98
1989/90	1410	5,4	0,43	0,31	0,50	0,60	0,44	0,70
1990/91	1181	5,0	0,59	0,41	0,54	0,70	0,49	0,63
Kufstein								
1983/84	1292	4,3	0,81	0,56	1,01	1,04	0,72	1,30
1984/85	1185	4,4	0,60	0,50	0,70	0,71	0,59	0,83
1985/86	971	4,4	0,64	0,46	0,73	0,62	0,44	0,71
1986/87	1239	4,4	0,58	0,48	0,67	0,72	0,59	0,83
1987/88	1337	4,5	0,50	0,49	0,64	0,66	0,65	0,86
1988/89	1337	4,4	0,58	0,54	0,78	0,77	0,72	1,05
1989/90	1185	4,7	0,62	0,45	0,66	0,74	0,53	0,78
1990/91	1228	4,5	0,72	0,56	0,77	0,88	0,68	0,94
Innevillgraten								
1984/85	740	4,7	0,47	0,37	0,78	0,35	0,27	0,58
1985/86	901	4,6	0,43	0,26	0,68	0,38	0,23	0,61
1986/87	792	4,7	0,43	0,23	0,55	0,34	0,18	0,44
1987/88	863	4,8	0,40	0,22	0,47	0,35	0,19	0,41
1988/89	779	4,9	0,35	0,20	0,47	0,27	0,16	0,37
1989/90	725	4,9	0,46	0,25	0,51	0,33	0,18	0,37
1990/91	843	5,0	0,41	0,24	0,40	0,34	0,20	0,34

Dies bedeutet insgesamt eine höhere Schadstoffbelastung des Regens (Schnees), was auch am gesunkenen mittleren pH-Wert (von 5,4 auf 5,0) ersichtlich ist.

Lediglich an der Station südlich des Alpenhauptkammes in Innervillgraten hat sich gegenüber dem Vorjahr keine Verschlechterung im Schadstoffeintrag ergeben; und dies trotz der gegenüber dem Vorjahr ca. um 15 % höheren Niederschlagsmengen.

Der in Tirol am Standort Kufstein/Niederndorferberg festgestellte N-Eintrag liegt mit 15,6 kg/ha und Jahr im Berichtsjahr bedenklich hoch, insbesondere wenn man berücksichtigt, daß dieser Wert nur der nasse Anteil am gesamten Eintrag ist. Der hier nicht berücksichtigte Anteil der trockenen N-Deposition beträgt nach früheren Untersuchungen in der BRD im Mittel über 12 Meßstellen 16 % zusätzlich. Wird dieser Anteil zur festgestellten nassen Deposition in Kufstein/Niederndorferberg hinzugerechnet, so beträgt der N-Eintrag 18,6 kg/ha und Jahr. Diese Stickstoffeintragsmenge entspricht etwa $\frac{1}{5}$ des Stickstoffdüngeraufwandes (aus Wirtschafts- und Handelsdünger) intensiv landwirtschaftlich genutzter Flächen in Tirol; dies bedeutet, daß die von solchen Einträgen betroffenen Flächen bzw. Ökosysteme etwa alle 5 Jahre eine Stickstoffvolldüngung über sich ergehen lassen müssen.

Bereits ein N-Eintrag von mehr als 5 - 10 kg/ha und Jahr führt bei den auf Stickstoffarmut eingestellten Ökosystemen (z.B. Magerrasen, Heidelandschaften, Hochmoore u.a.) zu einer allmählichen Verdrängung und Vernichtung von typischen Lebensgemeinschaften. Pflanzen und Tiere dieser Ökosysteme sind bereits jetzt zu einem großen Teil stark bedroht und daher auf den "Roten Listen" zu finden.

Für Nadelwaldbestände wird im allgemeinen ein N-Eintrag von 10 - 12 kg/ha und Jahr als kritische Größe angesehen, bei dessen Überschreitung vor allem auf ungünstigen Standorten langfristig mit Nährstoffungleichgewichten gerechnet werden muß. Dieser Schwellenwert wird nur an der Meßstelle Innervillgraten sicher unterschritten, die in Kufstein und Reutte gemessenen Werte weisen auf die langfristige Gefahr einer weiträumigen Destabilisierung von Waldbeständen in Folge von einseitiger N-Überdüngung hin.

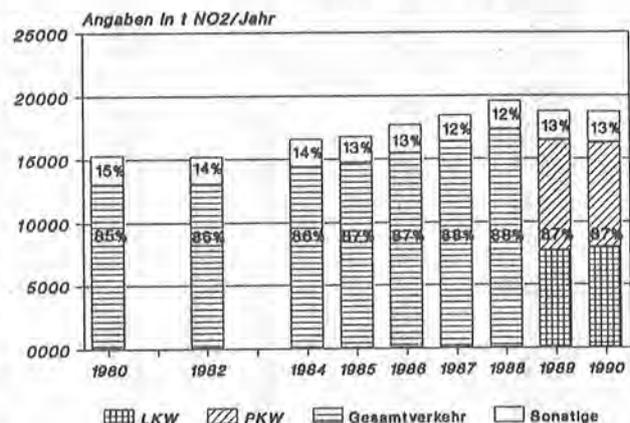
Maßnahmen zur Verminderung der Stickstoffeinträge müssen auch die landwirtschaftlichen NH_3 -Emissionen berücksichtigen. In Gebieten mit hohen Viehdichten (z.B.: Unterinntal, vorderes Zillertal) sollte auf eine Extensivierung der Produktion hingearbeitet werden. Gleichzeitig müssen aber auch die NO_x -Emissionen weiter reduziert werden, um unsere Ökosysteme vor schleichenden Veränderungen der Artenzusammensetzung und der Ernährungsverhältnisse zu bewahren.

Stickoxide (NO_x)

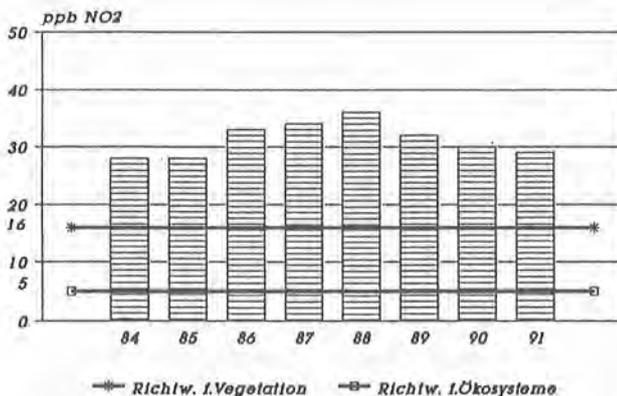
Wie in den vergangenen Jahren wurde auch für 1990 die Stickoxidemission in Tirol aus den verfügbaren Zahlen der Versorgung Tirols mit fossilen Brennstoffen und den Verkehrszählergebnissen berechnet. Demnach ist die Gesamtstickoxidemission im Jahr 1990 gegenüber dem Vorjahr nur ganz geringfügig auf 18.700t zurückgegangen. Der zunehmende Bestockungsgrad an Katalysatoren (1990: 27 %) hat die leicht gestiegenen Stickoxidemengen aus Industrie und Hausbrand aufgefangen, ebenso den Verkehrszuwachs von 4,3 %. Absolut wurden durch die Katalysator-PKW's um etwa 2.600 Tonnen NO_x weniger emittiert als bei Nichtverwendung von Katalysatoren emittiert worden wären. Relativ gesehen ist der verkehrsbedingte Anteil an den Gesamtemissionen mit 87 % im Jahr 1990 gleich hoch wie im Vorjahr und damit anteilmäßig deutlich höher als in anderen Ländern, da Tirol nur über wenige industrielle Stickoxidgroßemittenten und kaum über kalorische Kraftwerke verfügt, dafür aber eine sehr hohe Transitbelastung aufweist.

Die NO_2 -Immissionsbelastung zeigte im Jahr 1991 bei den Stickstoffdioxidmeßstellen einen uneinheitlichen Trend: Die innerstädtischen Meßstellen von Innsbruck, Wörgl und St. Johann, welche vorwiegend vom PKW-Verkehr betroffen sind, zeigten im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr einen Rückgang der Stickstoffdioxidbelastung, der am deutlichsten bei der Meßstelle Innsbruck/Zentrum festzustellen war. Nur geringfügige Rückgänge wurden in Innsbruck/Reichenau und in Hall bei der Stickstoffdioxidbelastung im Jahresmittelwert festgestellt; gleichgeblieben ist die Belastung in Kufstein/Zentrum. Eine leichte Zunahme wurde auf der Hochgebirgsmessstelle auf der Nordkette festgestellt, eine deutliche Zunahme bei der in einem Wohngebiet gelegenen Meßstelle Innsbruck/O-Dorf, welche jedoch im Einzugsbereich der Innsbrucker Industriezone und der Autobahn liegt.

NO_x -Emissionen in Tirol



NO₂-Jahresmittelwerte
Hall I.T.-Münzergasse 1984-1991



Die Vorsorgengrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden sowohl in Hall als auch in Innsbruck/Olympisches Dorf im Winterhalbjahr 17 bzw. 12 mal überschritten (siehe Tabelle 1). Auch in Innsbruck/Reichenau und während eines relativ kurzen Meßzeitraumes in Lienz wurden vereinzelt diese Grenzwerte überschritten. Eingehalten wurden diese Grenzwerte in Innsbruck/Zentrum, einer sehr verkehrsexponierten Meßstelle, wo allerdings fast nur PKW-Verkehr herrscht, ebenso in Wörgl/Stelzhamerstraße in einem Wohngebiet und im Zentrum von St. Johann, wo ebenfalls der Schwerverkehr ausgeleitet wird. In Wörgl und St. Johann konnten sogar erstmals auch die zum vorläufigen Schutz der Vegetation empfohlenen Richtwerte knapp eingehalten werden. Die Hochgebirgsmessstelle auf der Nordkette zeigte auch im Jahr 1991 einzelne Überschreitungen der für Ökosysteme empfohlenen Grenzwerte an, wobei diese Überschreitungen durch Schadstofftransporte vom Talboden des Inntals über die Hanglagen zur Hochgebirgsmessstelle Nordkette verursacht werden. Diese selbst noch an der Waldgrenze registrierbaren Stickstoffdioxidbelastungen bis zu 48 ppb zeigen, daß die bewaldeten Hanglagen des Inntales, besonders wenn sie exponiert liegen, von erheblichen Stickoxidbelastungen und damit verbunden von erhöhten Stickstoffeinträgen betroffen sind.

Die verkehrspolitischen Maßnahmen führten 1991 bei jenen Meßstellen die überwiegend von inländischen PKW's mit wachsendem Katalysatoranteil beeinflusst werden zu einer weiteren Reduktion der NO_x-Belastung. Bei überwiegend durch LKW- und Transitverkehr beeinflussten Meßstellen stagnierte die Belastung eher.

Insgesamt wurden aber bei allen Tiroler Meßstellen die von der österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Ökosysteme empfohlenen Grenzwerte zum Teil erheblich und maximal bis zum sechsfachen überschritten. Im Inntal reichen diese Überschreitungen bis zur Waldgrenze, die Stickoxidbelastung in St. Johann lag merklich unter jener im Inntal, trotzdem wurden auch dort die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme um das Dreifache überschritten.

Die erhöhten Stickstoffdioxidwerte insbesondere wie sie im Inntal, im Ballungsraum Innsbruck, sowie entlang der Autobahn aber auch in weniger exponierten Lagen wie z.B. im Wohngebiet von Wörgl gemessen werden, sind in mehrfacher Weise schädlich:

1. Hohe Kurzzeitwerte führen zu direkten Immissionsbeeinträchtigungen von Mensch und Pflanze, insbesondere beim Zusammenwirken mit anderen Luftschadstoffen.
2. Schon eine mäßig erhöhte Stickoxid-Langzeitbelastung führt zu einem erhöhtem Eintrag an Stickstoffverbindungen, was unter dem Unterabschnitt "Saurer Regen" genauer besprochen wird.
3. Die Stickoxide sind ein wesentlicher Teil der Vorläufersubstanzen bei der Photooxidantien- und Ozonbildung: Insbesondere im Sommerhalbjahr können bei ungünstigen Randbedingungen bereits Stickstoffdioxidkonzentrationen von 30 ppb die Bildung von Ozonkonzentrationen bis ungefähr 100 ppb Ozon mit auslösen. Die wesentlich höheren mittleren NO₂-Spitzenbelastungen (95%-Werte und max. Halbstundenmittelwerte) bei den im Raum Innsbruck und im Unterinntal gelegenen Meßstellen gegenüber jenen z.B. in St. Johann/Ortszentrum (siehe Tabelle 4) lassen auf ein erhöhtes Ozonbildungspotential der "Inntalluft" schließen.

Tab.4 Maximale Halbstundenmittelwerte und häufige Spitzenwerte (95%-Werte) bei den Tiroler NO₂-Meßstellen im Sommer 1991

	INNSBRUCK Andechsstr.		INNSBRUCK Fallmerayerstr.		INNSBRUCK O - Dorf		HALL Münzergasse		ST. JOHANN Heimatmuseum		KUFSTEIN Franz-Josef-Pl.		WÖRGL Stelzhamerstr.	
	Maxim. HMW ppb	95%- Perz. ppb	Maxim. HMW ppb	95%- Perz. ppb	Maxim. HMW ppb	95%- Perz. ppb	Maxim. HMW ppb	95%- Perz. ppb	Maxim. HMW ppb	95%- Perz. ppb	Maxim. HMW ppb	95%- Perz. ppb	Maxim. HMW ppb	95%- Perz. ppb
4/91	51	31	55	39	59	43	70	51	38	23	63	47	47	27
5/91	43	27	59	39	51	35	55	39	31	19	59	47	35	23
6/91	39	27	59	39	51	35	59	39	27	19	63	43	35	23
7/91	39	27	63	35	59	35	74	47	27	19	51	39	51	27
8/91	51	31	59	35	59	39	70	47	27	19	59	39	51	31
9/91	55	39	66	39	70	47	74	47	51	23	70	47	55	35

Kohlenwasserstoffe

Tab.5: Nichtmethan Kohlenwasserstoffe in Hall
Mittelwerte und Maximalwerte (Angaben in ppb)

Monat	Jahr	MMW	Max. TMW	Max. HMW
Februar	1990	35	71	190
März	1990	31	53	110
April	1990	13	19	40

Im Rahmen der Erhebungen über die "Auswirkungen des Straßenverkehrs auf die Umwelt" (Bericht an den Tiroler Landtag, Oktober 1991) wurden vom österreichischen Bundesinstitut für Gesundheitswesen (Ing. Sprinzel) und dem Institut für analytische Chemie, TU Wien (G. König) Erhebungen der Belastung durch flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen durchgeführt. Dabei zeigte sich in Hall bei der Meßstelle Münzergasse, daß die Gesamtkohlenwasserstoffbelastung (NMHC) in den Wintermonaten deutlich höher war als im späteren Frühjahr (siehe Tabelle 5). Außer den stationären Messungen wurden auch mobile Immissionsmessungen auf der Autobahn sowie auf Bundes- und Landesstraßen in Ballungsgebieten durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß auf stark befahrenen Straßen und im Staubereich von Kreuzungen die höchsten Kohlenwasserstoffimmissionen auftreten.

Für eine genauere Zuordnung der Verursacher von flüchtigen Kohlenwasserstoffimmissionen wurden vom Institut für analytische Chemie an der TU Wien Kohlenwasserstoffanalysen durchgeführt. Da das von Kraftfahrzeugen ausgestoßene Kohlenwasserstoffgemisch eine relativ konstante Zusammensetzung hat (Fingerprint), kann der Anteil an verkehrsbedingt emittierten Kohlenwasserstoffen gut von jenem unterschieden werden, welcher durch den Hausbrand verursacht wird. Dabei zeigte sich während der winterlichen Probenahmeserie die zusätzliche Belastung (bis zu $\frac{2}{3}$), welche durch den Hausbrand verursacht wurde. Im Sommer hingegen wurde der Kfz-Verkehr als alleiniger Verursacher der stark erhöhten Belastung an flüchtigen Kohlenwasserstoffen festgestellt.

Die Gesamtbelastung von 1.094 ppbC (= Kohlenstoff) war in der Nähe von Vomp an der Autobahn so groß wie jene an stark befahrenen Straßen im innerstädtischen Gebiet. In 500 m Abstand von der Autobahn betrug die gemessene Belastung immer noch 70 % davon. Diese im Sommer gemessenen Kohlenwasserstoffbelastungen sind als Vorläufersubstanzen bei der Ozonbildung von wesentlicher Bedeutung und tragen zum erhöhten Ozonbildungspotential der "Inntalluft" bei.

Ozon - Photooxidantien (O₃)

Im Jahr 1991 wurden die Ozonmessungen im erweiterten Tiroler Ozonmeßnetz durchgeführt. Dabei zeigten alle elf Ozonmeßstellen sowohl in Talnähe, in Hanglagen als auch in Hochgebirgslagen die hohe Ozonbelastung, welche insbesondere im Sommerhalbjahr festzustellen ist. Da, wie schon früher beschrieben, besonders in den höheren Lagen die Ozonbelastung nachts nicht zurückgeht, sind Grenzwertüberschreitungen insbesondere in den Höhenlagen besonders häufig und lang anhaltend. Dies führt dazu, daß die zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlenen Grenzwerte im locker verbauten Gebiet der Tallagen an etwa 60 Tagen im Sommer 1991 überschritten wurden, in den oberen Hanglagen und im Gebirge jedoch an bis zu 160 Tagen (siehe Tabelle 1). Auffallend ist die etwas geringere Überschreitungshäufigkeit in St. Johann an "nur" 33 Tagen im Sommer 1991. Die zum Schutz der Vegetation empfohlenen Ozon-Grenzwerte wurden bei allen 11 Meßstellen in Tirol um das 3-5fache überschritten.

Diese Belastungssituation zeigt, daß die **Ozon- und Photooxidantienproblematik derzeit die herausragende Schadstoffbelastung in Tirol darstellt**. Da die Ozonbelastung nur über eine Reduktion ihrer Vorläufersubstanzen reduziert werden kann, ist eine drastische Senkung der Stickoxid- und Kohlenwasserstoffbelastung der beiden wesentlichen Vorläufersubstanzen dringend erforderlich. Das Schweizer Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft hat im Jahr 1989 festgestellt, daß zur Ozonreduktion im überregionalen Maßstab Reduktionen der Stickoxide und Kohlenwasserstoffe in der Größenordnung von 70 - 80 % erforderlich sind, um eine großräumige Verminderung der Ozonbelastung bewirken zu können. Die relativ hohe Vorläuferkonzentration an Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen im Inntal läßt auch lokale Maßnahmen dringend erforderlich erscheinen.

Kohlenmonoxid (CO)

Die Kohlenmonoxidemissionen aus dem Straßenverkehr und dem Hausbrand führen fast ausschließlich in Hochwintermonaten mit starken Inversionslagen zu erhöhten Kohlenmonoxidimmissionskonzentrationen. Die zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlenen Kohlenmonoxidimmissionsgrenzwerte wurden bei der Meßstelle Innsbruck/Reichenau an 5 Tagen während winterlicher Inversionswetterlagen überschritten. Bei den anderen vier Meßstellen traten keine Grenzwertüberschreitungen auf (siehe Tabelle 1).

2. Die Waldzustandsinventur 1991

Im Jahre 1991 sind 35 % des über 60 Jahre alten Waldbestandes geschädigt. 26 % der Bestände weisen leichte, 7 % mittlere und 2 % starke Kronenverlichtungen auf. Leichte und starke Schäden haben gegenüber 1990 etwas zugenommen, der Anteil der Schäden mittleren Grades hat etwas abgenommen. Der Gesundheitszustand des Tiroler Waldes hat sich demnach gegenüber 1990 nicht verbessert.

Waldschadensentwicklung in Tirol 1984 - 1991

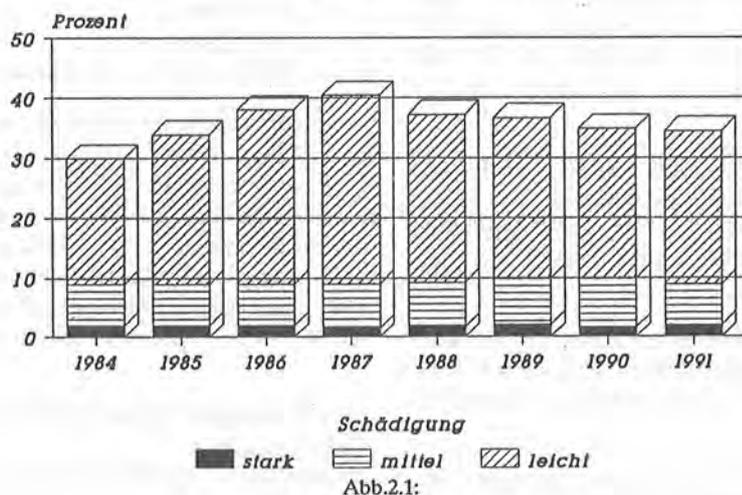


Abb.2.1:

Seit 1984 werden jährlich etwa 10.000 dauerhaft markierte Probestämme je nach ihrem Kronenverlichtungsgrad einer der fünf Verlichtungsstufen zugeordnet (siehe Tabelle 2.1.). Der Kronenzustand wird dabei von speziell geschultem Personal mit dem Fernglas vom Boden aus beurteilt. Die Auswertung dieser Stichprobeninventur (261 Beobachtungsflächen in einem 4x4 km-Raster mit durchschnittlich 40 Probestämmen) gibt Einblick in die zeitliche Entwicklung der Waldschäden und weist auf regionale Besonderheiten hin.

Ausmaß der Schäden, Trendentwicklung

Im Jahre 1991 sind in Tirol 35 % der Gesamtwaldfläche geschädigt. Unterstellt man, daß die im Rahmen der Waldzustandsinventur nicht aufgenommenen Bestände mit einem Alter unter 60 Jahren im selben Ausmaß geschädigt sind wie die Wälder über 60 Jahre, so ergibt sich eine ideell geschädigte Gesamtfläche von über 170.000 ha.

26 % weisen leichte, 7 % mittlere Kronenverlichtungen auf. 2 % sind stark geschädigt oder bereits abgestorben (Tabelle 2.2., Abbildung 2.1.).

Die Entwicklung der Schäden seit 1984

Gegenüber 1990 zeigt sich keine weitere Verbesserung des Waldzustandes in Tirol. Auf die im Zeitraum von 1984 bis 1987 zu verzeichnende Zunahme der Verlichtungen um 10 %-Punkte, folgte im Zeitraum 1988-1990 eine Abnahme um 5 %-Punkte. Die seit 1988 zu beobachtende Trendumkehr wurde im Jahre 1991 nicht weiter verstärkt.

Leichte Schäden haben entgegen dem Trend der letzten drei Jahre geringfügig zugenommen.

Der Anteil mittlerer Verlichtungen hat sich nach jahrelanger Konstanz im Zeitraum 1984-1987 (7 %) bis zum Jahre 1990 auf über 8 % erhöht. Das Jahr 1991 brachte wieder eine Verringerung des Anteils mittlerer Verlichtungen auf 7 %.

Der Anteil starker Schäden erreichte 1991 wieder das hohe Niveau der Jahre 1984-1986. Der bislang höchste Wert im Jahre 1989 von 2,1 % wurde nur knapp unterschritten.

Der Waldzustand in den Bezirken

Die Auswertung nach politischen Bezirken zeigt nach wie vor regional starke Unterschiede beim Vitalitätszustand der Wälder. (Abb.2.3)

Im Bezirk Reutte sind die Wälder zu 56 % geschädigt (Werte gerundet). Das entspricht einer Zunahme der Kronenverlichtungen um 13 %-Punkte seit 1984. Im Vergleich zum Vorjahr ist jedoch eine Verbesserung um 4 %-Punkte eingetreten.

In Landeck hat sich seit 1990 der Anteil verlichteter Wälder um 2 %-Punkte auf 22 % verringert. Der Verbesserung des Waldzustandes seit 1989 steht eine seit 1984 eingetretene Verschlechterung um 11 %-Punkte gegenüber.

Im Bezirk Imst ist der Gesundheitszustand der Wälder mit 24 % Schadensanteil seit der Beurteilung 1990 nahezu unverändert. Im Vergleich zum Jahr 1984 zeigt sich aber eine Erhöhung des Anteils verlichteter Wälder um 4 %-Punkte.

In den Bezirken Innsbruck/Stadt und Innsbruck/Land wurde mit 32 % geschädigter Waldfläche in etwa das Niveau des Jahres 1984 bzw. 1985 erreicht. Gegenüber dem Vorjahr hat sich der Waldzustand um 2 %-Punkte verbessert.

Im Bezirk Schwaz befindet sich der Anteil geschädigter Waldfläche wieder auf dem hohen Niveau von 1984. Gegenüber dem Vorjahr ist eine Verbesserung um 2 %-Punkte eingetreten.

Die Bezirke Kitzbühel-Kufstein zeigen gegenüber 1990 eine Zunahme der Kronenschäden um ca. 4 %-Punkte. Gegenüber 1984 ist lediglich eine leichte Zunahme der Schäden zu verzeichnen (2 %-Punkte), wobei hervorgehoben werden muß, daß das Schadensniveau im Jahr 1987 schon bei 46 % gelegen hat. Dem steht eine Schädigung von 35 % im Jahr 1991 gegenüber.

Entwicklung der Schäden bei den Hauptbaumarten 1984-91

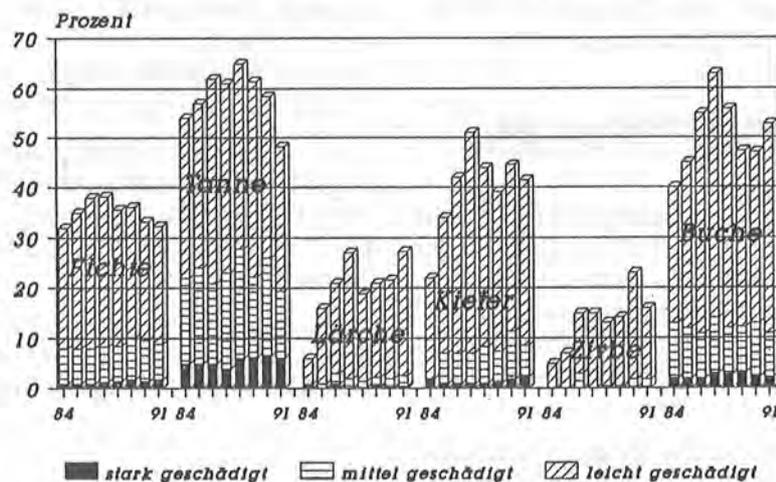


Abb.2.2:

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 %

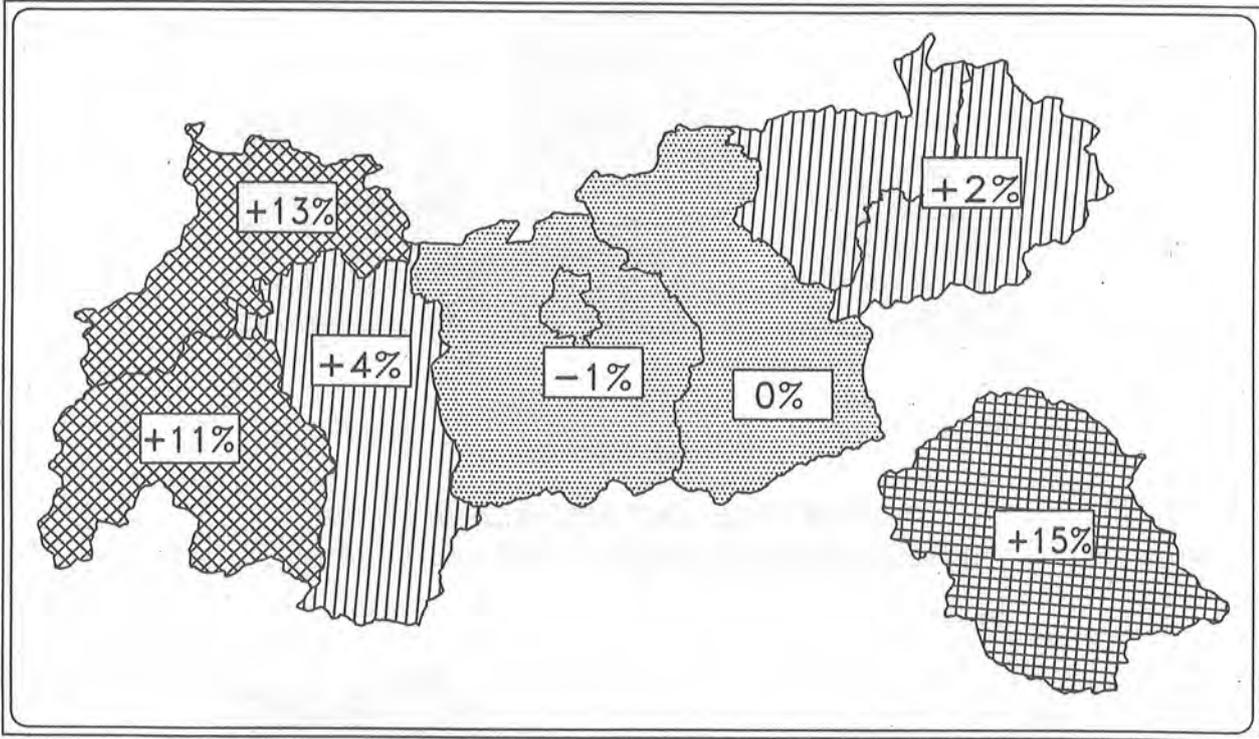
Im Bezirk Lienz ist ebenfalls eine Verschlechterung eingetreten. Die Schadensfläche hat sich gegenüber 1990 um 6 %-Punkte erhöht und gegenüber 1984 sogar nahezu verdoppelt. Wenn auch der Großteil der Schadensfläche zu Lasten leichter Kronenverlichtungen geht, so muß doch das nunmehr sehr hohe Schadensniveau im Bezirk Lienz betont werden, welches etwa jenes des Bezirkes Innsbruck-Innsbruck/Land erreicht hat.

Der Gesundheitszustand des Tiroler Schutzwaldes

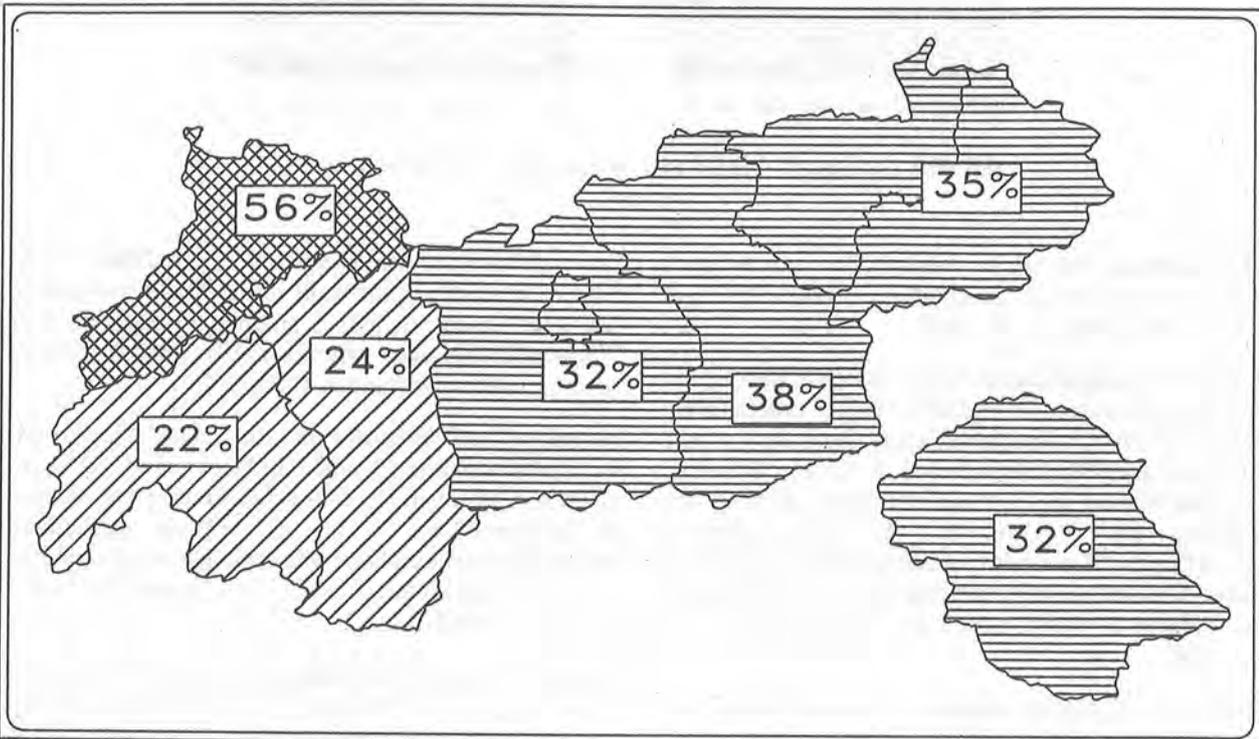
42 % des Tiroler Schutzwaldes sind geschädigt. 30 % sind leicht geschädigt, 9 % mittelstark und knapp 3 % absterbend bzw. tot.

Im Gegensatz zum Gesamtwald hat sich der Gesundheitszustand des Tiroler Schutzwaldes in den letzten

Tiroler Waldzustandsinventur 1991
Zunahme der Schäden von 1984 - 1991



Tiroler Waldzustandsinventur 1991
Verteilung der Schäden in den Bezirken



Waldschäden im Tiroler Schutzwald 1984-91

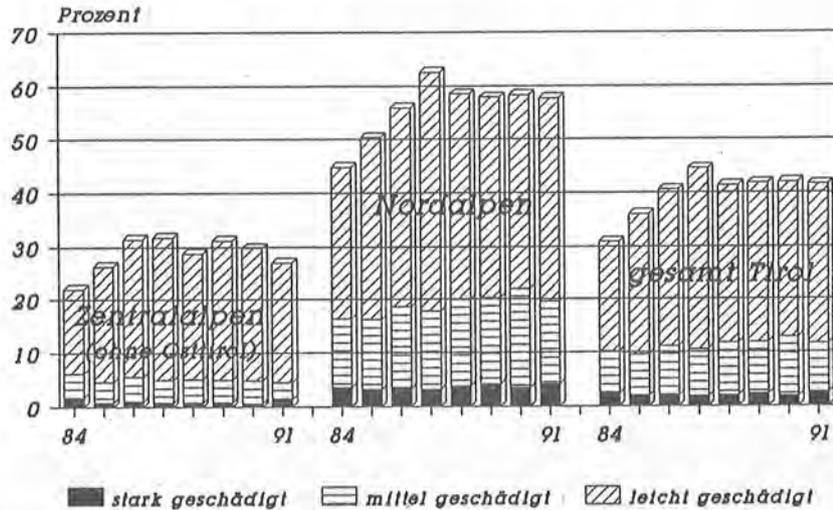


Abb.2.4:

Entwicklung der Waldschäden im Wirtschaftswald und Schutzwald 1984-91

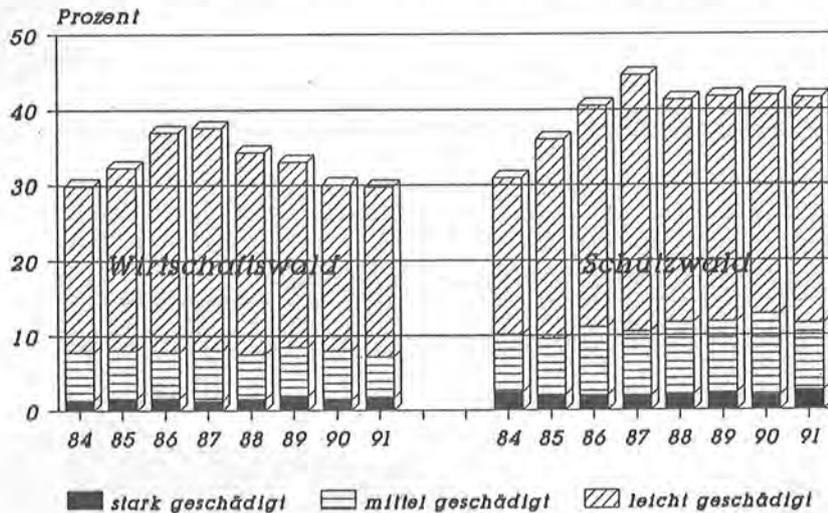


Abb.2.5:

Jahren nicht verbessert. Im Jahre 1984 waren lediglich 31 % des Schutzwaldes geschädigt, im Jahre 1991 sind es wie in den Jahren zuvor 42 %.

Regional betrachtet sind die nordalpinen Schutzwälder am meisten bedroht: 58 % dieser Wälder sind in ihrem Gesundheitszustand beeinträchtigt, dies bedeutet eine Zunahme gegenüber 1984 um 13 %-Punkte. Während die Schutzwälder der Zentralalpen (ohne Osttirol) sich gegenüber dem Vorjahr um 3 %-Punkte verbessert haben, zeigen die nordalpinen Schutzwälder seit Jahren keinerlei Verbesserungstendenz. Die Schutzwälder der Zentralalpen weisen zu 27 % Verlichtungen auf. (Abb.2.4)

Auch beim Vergleich zwischen Wirtschaftswald und Schutzwald ist auffallend, daß der Gesundheitszustand des Wirtschaftswaldes mit 30 % Schadensfläche im

Jahre 1991 wieder das Niveau des Jahres 1984 erreicht hat, während der Schutzwald seit 1988 auf dem hohen Schadensniveau von 42 % stehengeblieben ist. Der Wirtschaftswald zeigt schon seit 1988 eine Verbesserung des Gesamtzustandes. (Abb.2.5)

Besonders im Schutzwald sind die ökologisch wertvollen Mischbaumarten Tanne und Buche mit je 62 % am meisten geschädigt. Bei sämtlichen Baumarten werden im Schutzwald um $\frac{1}{3}$ - bis $\frac{1}{2}$ -mal mehr geschädigte Bäume beobachtet als im Wirtschaftswald. Besonders groß ist dieser Unterschied bei den Baumarten Fichte und Kiefer. (Abb.2.6)

Eine vergleichende Luftbildauswertung aus den Jahren 1954, 1969, 1971, 1973 und 1987 im Bereich des Wipptales hat eine besorgniserregende Entwicklung beim Anteil toter und wipfeldürre Bäume zutage gebracht.

Verteilung der Schäden nach Baumarten im Wirtschaftswald (WW) und Schutzwald (SW) 1991

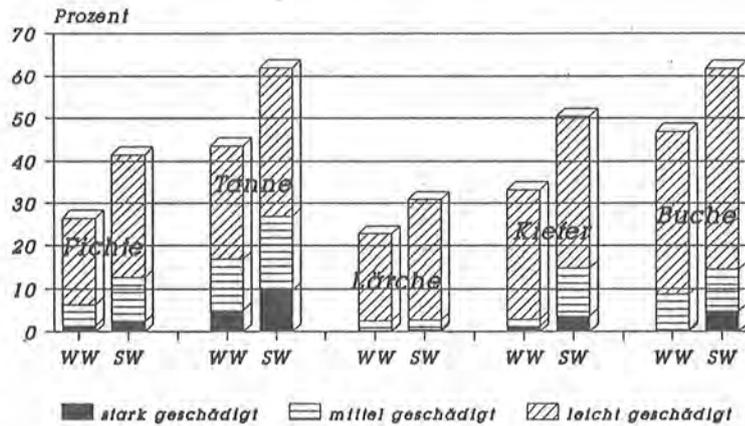


Abb.2.6:

Anhand von 2 Waldbeständen an der Waldgrenze konnte hier festgestellt werden, daß die Zahl der toten Bäume und der Bäume mit sehr schlechtem Kronenzustand insbesondere gegenüber den Jahren 1971 bzw. 1973 stark zugenommen hat (siehe Abb.2.7). Ein Einfluß durch Nutzungen konnte ausgeschlossen werden. Diese Untersuchung unterstreicht somit deutlich den durch die Waldzustandsinventur erhobenen schlechten Gesundheitszustand des Tiroler Schutzwaldes und zeigt auch, daß einzelne Waldteile in Tirol noch weitaus stärker Absterbeerscheinungen zeigen können, als dies durch eine Stichprobenerhebung zum Ausdruck kommen kann.

Beurteilung der einzelnen Baumarten

Bei der Hauptindikatorbaumart Fichte ist eine Abnahme mittlerer Verlichtungen festzustellen, starke Verlichtungen haben geringfügig zugenommen, leichte Schäden sind praktisch konstant geblieben. Insgesamt hat der Anteil geschädigter Fichten im Vergleich zum Vorjahr um rd. 1 %-Punkt abgenommen. Die Tanne

weist eine deutliche Abnahme leicht und mittel verlichteter Kronen auf, starke Schäden sind konstant geblieben. Obwohl 48 % aller Tannen nicht gesund sind, ist dieser Schädigungswert der niedrigste seit Beginn der Inventur im Jahr 1984.

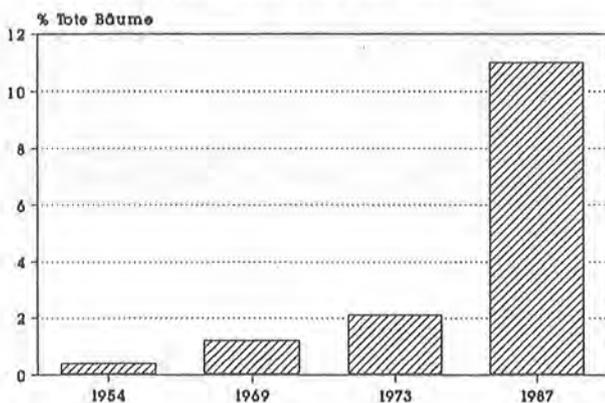
Der Zustand der Lärche hat sich gegenüber dem Vorjahr stark verschlechtert, wobei vor allem leichte Kronenverlichtungen dafür verantwortlich sind.

Bei der Kiefer steht einer deutlichen Abnahme mittlerer Kronenverlichtungen eine leichte Zunahme starker Kronenschäden gegenüber. Insgesamt hat der Anteil geschädigter Kiefern um 3 %-Punkte gegenüber 1990 abgenommen.

Der Gesundheitszustand der Zirbe hat sich gegenüber 1990 wiederum verbessert.

Bei der Buche hat sich zwar der Anteil mittlerer Kronenschäden um 2 %-Punkte verringert, leichte Kronenverlichtungen haben aber stark zugenommen, sodaß insgesamt eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Buche zu verzeichnen ist. (Tabelle 2.3, Abbildung 2.2)

TRINS
Probefläche Platzewald (1870m)



GRIES am BRENNER
Probefläche Nöblacher Mähder (1930m)

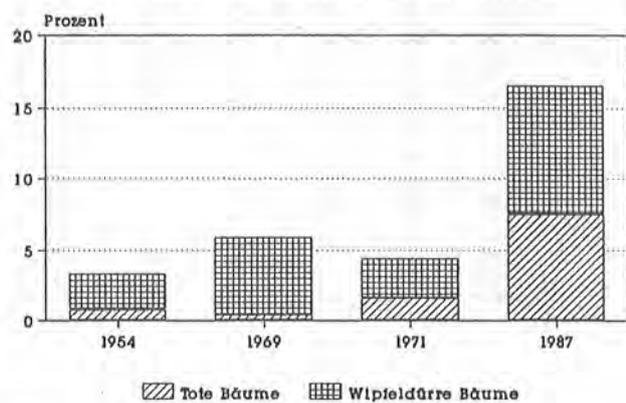


Abb.2.7: Anteil an toten und wipfeldürren Bäumen in 2 Waldbeständen an der Waldgrenze

Tab.2.2: 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 geschädigt 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	
	1990	40,2	33,4	23	3,4	59,8	
	1991	43,9	36,2	15,9	4	56,1	
	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	
1990		76,1	20,2	3,3	0,4	23,9	
1991		78	19,6	1,4	1	22	
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	
	1990	74,5	21,3	3,8	0,4	25,5	
	1991	75,7	20,8	2,6	0,9	24,3	
	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	
1990		65,4	26,8	7	0,8	34,6	
1991		67,6	25,3	5,9	1,2	32,4	
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	
	1990	60	30,3	7,6	2,1	40	
	1991	62,1	28,6	6,8	2,5	37,9	
	Kufstein und Kitzbühel	1984	67	24	7	2	33
		1985	61	30	8	1	39
1986		55	37	7	1	45	
1987		54	38	7	1	46	
1988		61	31	7	1	39	
1989		64	28	6,5	1,6	36	
1990		68,6	23,8	6,2	1,4	31,4	
1991		65	27,7	5,9	1,4	35	
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	
	1990	73,6	20,9	4,8	0,7	26,4	
	1991	67,8	26,3	5	0,9	32,2	
	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	
1990		65	25	8,3	1,6	35	
1991		65	26	7	2	35	

Tab.2.3: 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 geschädigt 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	
	1990	66,8	23,7	8,2	1,4	33,2	
	1991	67,7	23,5	7	1,8	32,3	
	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	
1990		41,5	32,5	19,5	6,5	58,5	
1991		51,8	28,8	13,2	6,2	48,2	
Lärche		1984	94	5	-	1	6
		1985	84	15	-	-	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	
	1990	78,4	19,6	1,8	0,2	21,6	
	1991	72,7	24,6	2,3	0,4	27,3	
	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	
1990		55,5	33	9,6	1,9	44,5	
1991		58,5	32,9	6,2	2,4	41,5	
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	
	1990	76,9	21,2	1,8	-	23,1	
	1991	84	14,2	1,8	-	16	
	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	
1990		53,0	34,0	10,7	2,3	47	
1991		47,3	41,8	8,7	2,2	52,7	
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	
	1990	65	25	8,3	1,6	35	
	1991	65	26	7	2	35	

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

3. Beiträge zum Bodenschutz

Bei der vom Tiroler Landtag in Auftrag gegebenen Studie über die Auswirkungen des Straßenverkehrs auf die Umwelt konnte erstmals der Weg einzelner Schadstoffe von der Entstehung über Transport zur Belastung von Vegetation und Boden verfolgt werden.

In Form eines Pilotprojekts wurde die Anreicherung flüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe, die neben ihrer gesundheitsschädlichen Wirkung auf den Menschen auch als Mitverursacher von Waldschäden in Betracht zu ziehen sind, in der Umgebung potentieller Emittenten untersucht.

In Zusammenarbeit mit der Forschungsinitiative gegen das Waldsterben wurde in einem Waldschadensgebiet der Nördlichen Kalkalpen ein Projekt zur Entwicklung von Sanierungsstrategien für degradierte Schutzwaldstandorte gestartet.

Schadstoffbelastung von Vegetation und Boden entlang der Inntal- und Brennerautobahn

Im Rahmen der vom Tiroler Landtag in Auftrag gegebenen Studie über die Auswirkungen des Straßenverkehrs auf die Umwelt wurden Vegetation und Boden in 3 Transekten entlang der Inntal- und Brennerautobahn auf deren Belastung mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH's) und Schwermetallen untersucht. Die Analysen wurden von der Landw.Chem.Versuchs- und Untersuchungsstelle Rotholz (Nährstoffe, Schwermetalle), dem Umweltbundesamt (PAH's im Boden) und dem Inst.f.Radiochemie der Universität Innsbruck (PAH's in der Vegetation) durchgeführt. Die Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung Rinn führte die Anzucht des Pflanzenmaterials durch.

Um die Ergebnisse unterschiedlicher Probenahmeplätze möglichst gut miteinander vergleichen zu können, wurde getopftes Pflanzmaterial (Welsches Weidelgras, Expositionsdauer 28 Tage; Salat, Expositionsdauer 42 Tage; Sommergerste, Expositionsdauer 59 Tage) unter standardisierten Bedingungen (Boden, Pflanzenmaterial) entlang der Autobahn exponiert.

PAH's

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe sind neutrale, nicht polare organische Moleküle, die aus zwei oder mehr Benzolringen bestehen. PAH's entstehen bei der unvollständigen Verbrennung organischen Materials (z.B.: Erdöl, Kohle, Müllverbrennung). Einige Verbindungen aus dieser Stoffgruppe, vor allem jene mit 4-6 Benzolringen sind karzinogen. Der Straßenverkehr ist, vor allem durch Emissionen der Diesel-Kfz, Asphaltabrieb und Emissionen bei Neuasphaltierungen, eine wesentliche Quelle für PAH-Emissionen.

Die Vegetationsproben zeigten ähnliche PAH-Gehalte wie Vegetation aus städtischen Anbaugeländen (siehe Abb. 3.1). Am stärksten belastet waren die Salatproben, etwas geringer die Gehalte im Gras und am niedrigsten im Getreide. In der Hauptreisezeit im Sommer wurden höhere Gehalte in den Vegetationsproben ermittelt als im Frühsommer. In unmittelbarer Nähe der Autobahn waren die PAH-Gehalte auch deutlich höher als in einem städtischen Ballungsraum (Hall).

PAH's werden im Boden auf Grund ihrer geringen Löslichkeit kaum verlagert, auch Abbau und Metabolisierung laufen im Boden recht langsam ab (Halbwertszeit 50 Tage). Auf den Standorten der Vegetationsuntersuchungen wurden auch Bodenproben entnommen, um die längerfristige Anreicherung dieser Schadstoffe zu dokumentieren.

Literaturvergleichswerte

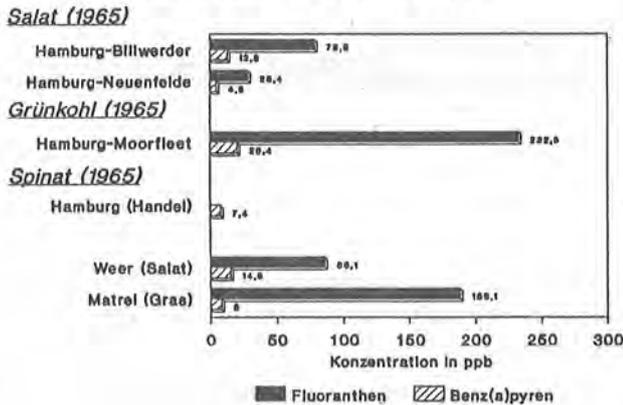


Abb. 3.1:

Die Bodenbelastung im Inn- und Wipptal lag deutlich über den Referenzwerten für die natürliche Hintergrundbelastung, die Grenzwerte ab derer mit einer Beeinträchtigung der landwirtschaftlichen Nutzung zu rechnen ist, wurden aber nicht erreicht.

Die parallele Betrachtung von Vegetations- und Bodenproben am selben Standort zeigt aufschlußreiche Ergebnisse. Während die Vegetationsuntersuchungen nachweisen, daß der PAH-Eintrag in Richtung zur Autobahn hin stetig zunimmt, zeigen die Bodenwerte im gewachsenen natürlichen Boden die gleiche Tendenz, im durch den Autobahnbau gestörten Boden jedoch ein deutliches Abfallen der Belastungswerte (Abb.3.2). Hier hat der Boden offensichtlich seine Speicherfähigkeit für diese Schadstoffgruppe weitgehend verloren, PAH's werden hier in tiefere Schichten und/oder ins Grundwasser verlagert.

PAH - GEHALTE VEGETATION/BODEN MATREI

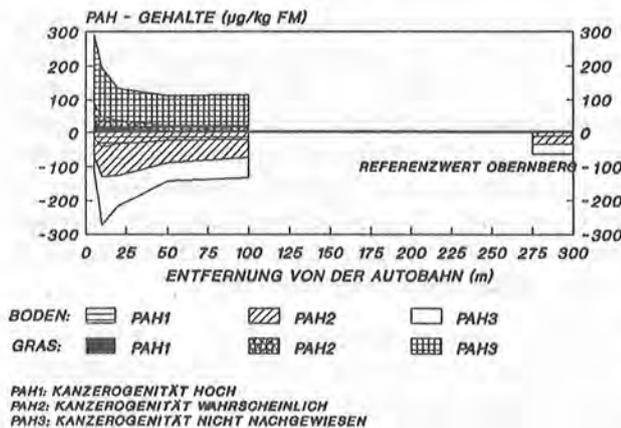


Abb. 3.2:

Schwermetalle

Untersucht wurden die Schwermetalle Pb, Cd, Cu, Zn und Hg.

Vor allem beim Blei konnte immer noch ein deutlicher Anstieg der Belastungswerte in den Vegetationsproben in der Nähe der Autobahn festgestellt werden. Die Werte liegen hier um das 3-10 fache über den Hintergrundwerten, die im Obernbergtal bzw. im Glashaus in Rinn ermittelt wurden. Im Durchschnitt führte der aktuelle Schwermetalleintrag aus der Atmosphäre dazu, daß im Inntal im Nahbereich der Autobahn (5-10 m) 50-60%, im Bereich bis 100 m 40% und in größerer Entfernung noch 30% der Futtermittelgrenzwerte beim Gras, allein durch diesen Belastungspfad erreicht werden (Abb.3.3). Die Pb-Belastung von natürlichem Grünlandaufwuchs dürfte durch die Schwermetallaufnahme aus dem Boden, die in diesem Versuch ausgeschlossen war und die längere Expositionszeit (50-90 Tage) über den im Versuch ermittelten Werten liegen. Eine Reihung der Pb-Belastung der untersuchten Vegetation ergab folgende Reihung Gras > = Salat > Getreide.

BLEIGEHALTE - GRAS - GETREIDE - SALAT WEER

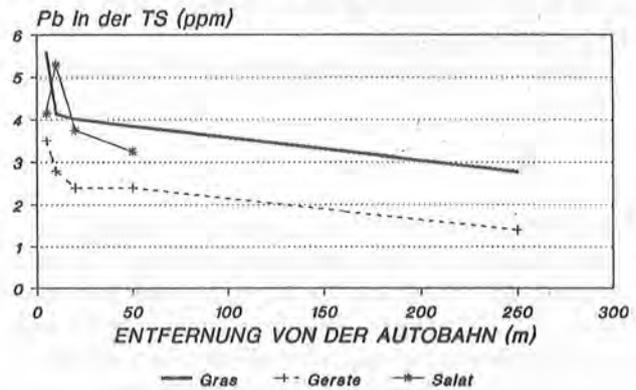


Abb. 3.3:

Die Belastung mit den übrigen Schwermetallen zeigte uneinheitliche Gradienten. Die Cd-Gehalte waren im Inntal aber deutlich höher als bei den Referenzproben aus dem Obernbergtal und dem Glashaus in Rinn.

Im Boden verlaufen die Gradienten der Bleibelastung annähernd parallel mit jenen in der Vegetation, die Bodengehalte geben die Eintragsituation recht gut wieder. Nur beim Transekt Weer scheinen sich die Ergebnisse der Boden- und Pflanzenproben zu widersprechen (Abb.3.4). Die niedrigsten Bleigehalte in der Vegetation in 250 m Entfernung von der Autobahn sind mit besonders hohen Bodenwerten gepaart. Der ver-

gleichsweise geringe Pb-Eintrag führt hier durch die fehlende Verdünnung (Dauergrünland) zu stärkeren Pb-Anreicherungen im Oberboden als auf den periodisch gepflügten Wechsellandstandorten in 20 und 50 m Entfernung von der Autobahn.

Pb - GEHALTE VEGETATION/BODEN WEER

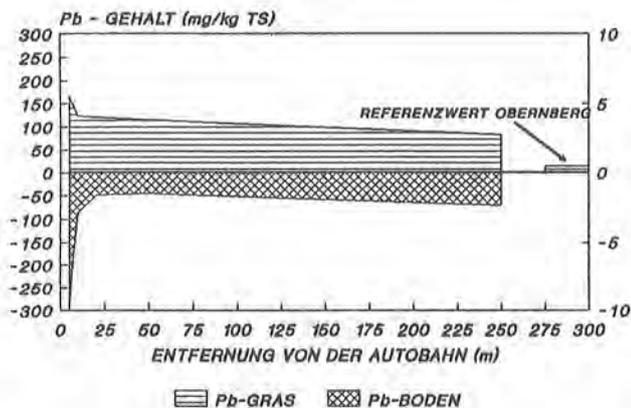


Abb. 3.4:

Detailinformationen sind in folgenden Berichten enthalten:
Bonn G., G. Estermann (1991): Analyse von Pflanzenproben auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Studie im Auftrag der Tiroler Landesregierung.

Stöhr D., A. Leitner, P. Seif (1991): Schadstoffbelastung landwirtschaftlich genutzter Böden Schwermetalle, PAH's. Studie im Auftrag der Tiroler Landesregierung.

Stöhr D., K. Holaus, R. Fedrigolli, Ch. Partl (1991): Ermittlung der aktuellen Schadstoffbelastung landwirtschaftlich genutzter Pflanzen - Teilprojekt Schwermetalluntersuchungen. Studie im Auftrag der Tiroler Landesregierung.

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) im Boden

Flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe sind auf Grund der möglichen chronischen Gesundheitsgefährdung bei Mensch und Tier als in der Umwelt unerwünschte Stoffe zu bezeichnen. Trotz ihrer Reaktionsfähigkeit müssen diese Verbindungen auch als Verursacher von Waldschäden in Betracht gezogen werden. In Modellversuchen wurde die Phytotoxizität verschiedener LHKW's und deren Metabolite bereits nachgewiesen. Pigmentverluste, Vergilbungen und sogar Absterbeerscheinungen begaster Äste wurden beobachtet.

Beim Einsatz von Lösungsmitteln gehen nach Angaben des deutschen Umweltbundesamtes ca. $\frac{2}{3}$ der eingesetzten Mengen über die Abluft verloren. In Folge der Flüchtigkeit dieser Verbindungen ist es aber unsicher, ob in der Umgebung von Emittenten auch Anreicherungen in der Umwelt auftreten.

Im Herbst 1990 und im Frühjahr 1991 wurde im Auftrag des Amtes der Tiroler Landesregierung (Abt. IIIc) eine Studie zur Untersuchung der Bodenbelastung mit flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen in der Umgebung potentieller Emittenten des Tiroler Unterlandes durchgeführt. Die Proben wurden am Inst.f. Radiochemie der Universität Innsbruck (Univ.Prof.Dr. G.Bonn) auf folgende Verbindungen untersucht:

Dichlormethan	DCM
Trichlormethan	CHCl ₃
Tetrachlormethan	Tetra
Trichlorethen	Tri
1,1,1 Trichlorethan	1,1,1 TE
Tetrachlorethen	Per

Die Ergebnisse zeigen, daß in der Umgebung der untersuchten Industriebetriebe durchaus nennenswerte Konzentrationen an flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen im Boden vorhanden sind. Die Gehalte liegen zumindest um den Faktor 10 unter jenen Werten, die für die Bodensanierung bei Schadensfällen mit HKW's festgesetzt wurden (Berliner Liste, 1990). Ein Erreichen dieser Bodensanierungsgrenzwerte war auch keineswegs zu erwarten, da derartige Kontaminationen bislang nur bei Schadensfällen (Unfälle bei Transport u. Manipulation, undichte Abwasserkanäle etc.) gemessen wurden. Die ermittelten Bodengehalte liegen aber z.T. deutlich über den Referenzwerten, die in der Abbildung der Belastungsstufe 1 ($1\mu\text{kg}$) entsprechen (Niederländischer Leitfaden zur Bodenbewertung und Bodensanierung) und sind demnach eindeutig als belastet einzustufen.

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben sind zum einen auf die dort eingesetzten Lösungsmitteln und die Emissionsraten, zum anderen aber auch auf unterschiedliche Bodeneigenschaften (bessere Speicherung in tonigen Böden) zurückzuführen. Die besonders starke Bodenbelastung in Brixlegg, die sich auch in tiefere Bodenschichten fortsetzt, dürfte vor allem darin begründet sein.

Neben der Höhe der gefunden Belastungen ist auch die Ausbreitung der 'Belastungszonen' beachtenswert. Erst in Entfernungen von mehr als 200 m nehmen die Bodengehalte deutlich ab.

Die Untersuchung weist nach, daß in der Nähe der untersuchten Betriebe, fortwährend große Mengen an flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen in die Umwelt gelangen. Eine Anreicherung in fetthaltigen Geweben und der Eintritt dieser Verbindungen in die Nahrungskette ist daher nicht auszuschließen.

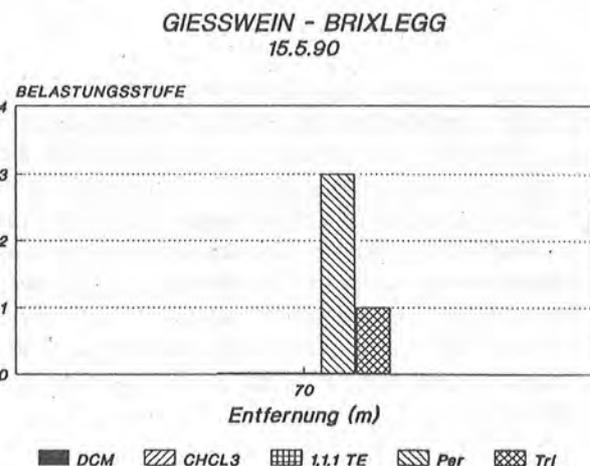
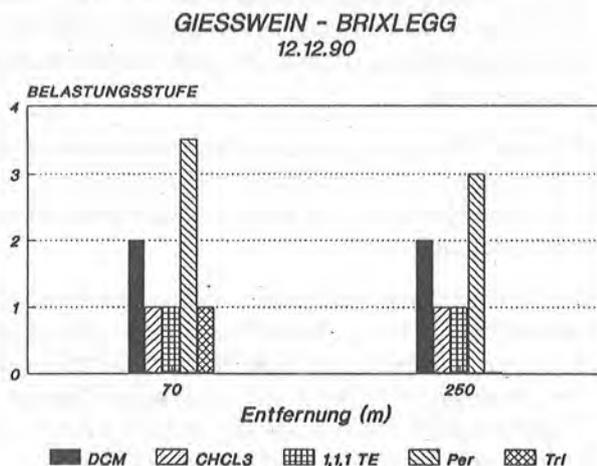
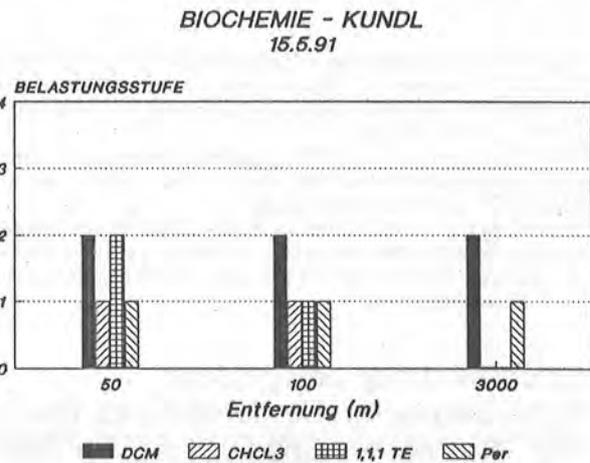
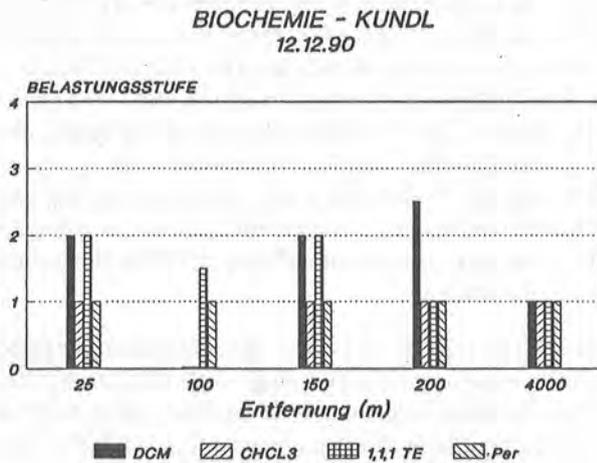
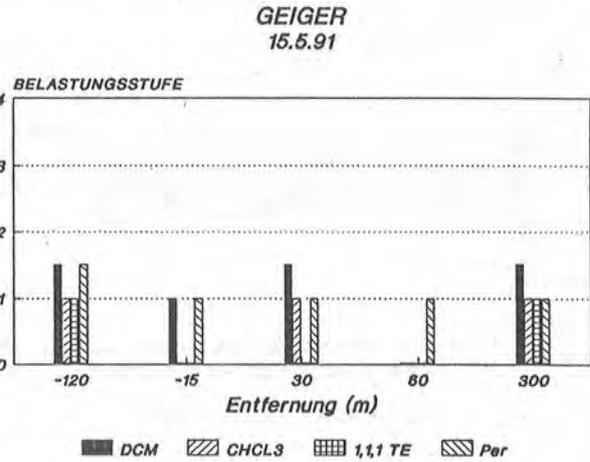
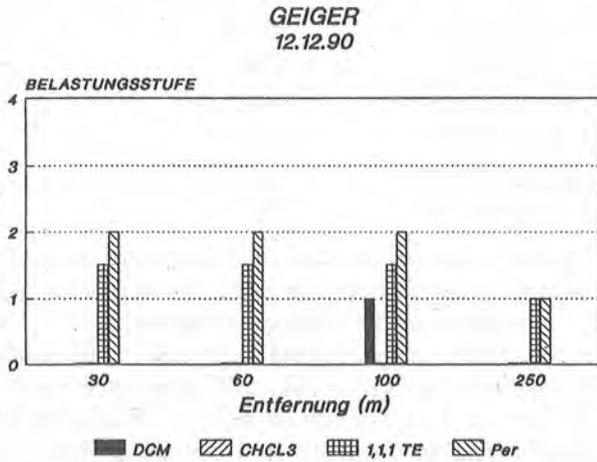
Eine Verbesserung der festgestellten Bodenbelastungen ist nur durch emissionsmindernde Maßnahmen bei den Emittenten zu erreichen, da Bodensanierungen auf Grund der Größe der betroffenen Flächen und dem anhaltenden Eintrag an flüchtigen halogenierten Koh-

lenwasserstoffen nicht zielführend erscheinen.

Die betroffenen Betriebe wurden von den Ergebnissen der Untersuchungen informiert. Zwei Betriebe (Giesswein, Biochemie) teilten der Landesforstdirektion daraufhin mit, daß seitens ihres Betriebes in den nächsten

Jahren ein deutlicher Rückgang der Lösungsmittel-emissionen durch den Einsatz weniger umweltgefährdender Technologien zu erwarten ist.

FLÜCHTIGE HALOGENIERTE KOHLENWASSERSTOFFE IM OBERBODEN



Belastungsstufen: 1: 0,01 - 1 ppb
2: 1 - 10 ppb
3: 10 - 100 ppb
4: 100 - 1000 pbb

FIW-Projekt Loisachtal

Im Loisachtal wird in Zusammenarbeit mit der Forschungsinitiative gegen das Waldsterben an der detaillierten Erfassung der Waldschadenssituation auf Karbonatstandorten gearbeitet. Das Projektsgelände liegt in einer in vielerlei Hinsicht besonders sensiblen Region der Nördlichen Kalkalpen:

- Nach der Waldzustandsinventur 1991 weist der Bezirk Reutte den bei weitem schlechtesten Waldzustand und den dramatischsten Schadensverlauf seit 1984 in Tirol auf.

- Die aktuelle Wildbelastung führt zu empfindlichen Verjüngungs- und Stabilitätsproblemen in den überalterten Schutzwäldern.

- Die großteils flachgründigen Kalk- und Dolomitstandorte sind durch ehemalige Waldweide, Streunutzung und Köhlerei stark vorbelastet.

Ziel der Arbeiten ist die Entwicklung von Sanierungsstrategien für anthropogen degradierte (Schutz)Waldbestände. Auf nutzungsbedingt weniger beeinflussten Standorten sollte mit waldbaulichen und wildökologischen Maßnahmen das Auslangen gefunden werden.

Bei der Anwendung von Düngemitteln und Bodenhilfsstoffen wird besonders Augenmerk auf die Beurteilung etwaiger ökologischer Risiken (Nitratauswaschung, floristische Veränderungen) gelegt.

FIW - Projekt Loisachtal

Geplante Untersuchungen

Erhebung der Grundlagendaten

- Forsteinrichtung
 - Laborversuche über Auswirkung von Meliorationsmaßnahmen auf Böden
 - Verarbeitung von Grundlagendaten im Geographischen Informationssystem
- Boden- und Nadelanalysen an ausgewählten Rasterpunkten der Standortseinheiten



Ableitung sanierungsbedürftiger Standorte



Entwicklung von Waldsanierungsmaßnahmen

- In Kooperation mit den örtlichen Forstorganen soll ein waldbauliches Konzept mit dem Ziel nachhaltig stabiler, optimal standortsangepaßter Schutzwaldbestände erarbeitet werden.



Anlage von Dauerversuchsflächen zur Kontrolle der ökosystemaren Auswirkungen

Die Arbeiten wurden im Jahr 1991 begonnen und sollen 1995 abgeschlossen werden.

4. Nadelanalysen auf Schwefel-Ergebnisse des Bioindikatornetzes

Für die Beurteilung der Schwefelbelastung auf Grundlage der Bioindikation stehen zur Zeit lediglich die Werte aus dem Jahr 1990 zur Verfügung. Demnach hat sich durchschnittlich der Schwefelgehalt in den Nadeljahrgängen der Fichte gegenüber 1989 nicht erhöht. Bei den 135 Probepunkten kann lediglich an 15 (11%) Punkten eine Schwefelimmisionseinwirkung ausgeschlossen werden. An insgesamt 23 Probepunkten (17%) wurden Grenzwertüberschreitungen laut 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen festgestellt. Der Schwerpunkt der Schwefelimmisionseinwirkung lag nach den Ergebnissen 1990 in den Bezirksforstinspektionen Wörgl, Schwaz, Kufstein und St. Johann.

Die Forstliche Bundesversuchsanstalt ist in letzter Zeit nicht in der Lage, die Analysen der Nadelproben zeitgerecht für die Landesforstdirektion durchzuführen. Dies hat auch zur Folge, daß die forstrechtlichen Verfahren nach § 52 Forstgesetz nicht mit dem nötigen Nachdruck betrieben werden können, da die von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt erhaltenen Analysendaten meist zu alt sind und dadurch wiederum neuerliche Beprobungen und Messungen notwendig werden.

Die Nadeln der immergrünen Koniferen sind ganzjährig Immissionen ausgesetzt. Diese Tatsache und nachfolgende Eigenschaften prädestinieren Nadelbäume besonders für die Bioindikation:

- Bäume ragen weit in den Luftraum hinaus und "kämmen" Luftverunreinigungen aus, wobei z.B. Fichten weitaus mehr Schadstoffe "sammeln" als Buchen.
- Aufgrund der langen Lebensdauer der Nadeln, die bei der Fichte durchschnittlich 7 bis 12 Jahre beträgt, sind die Assimilationsorgane auch während der Winterperiode Schadstoffen ausgesetzt.
- Aufgenommene Schadsubstanzen können zwar innerhalb der Pflanze umgelagert werden, eine Ausscheidung findet jedoch nicht statt. Es kommt somit zu einer Akkumulation der Schadstoffe.
- Viele Nadelbäume erleiden schon bei relativ geringen Schadstoffdosen äußerlich sichtbare Schäden.

Unter diesem Eindruck wurde 1983 von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien, in Zusammenarbeit mit den Forstbehörden der Bundesländer ein österreichweites "Bioindikatornetz" eingerichtet und seither jährlich beprobt, um über Stand und Entwicklung von Immissionseinwirkungen durch akkumulierbare Schad-

stoffe (SO₂, HF, Cl) anhand von Nadelanalysedaten Aussagen treffen zu können.

Das österreichische Bioindikatornetz in Tirol umfaßt derzeit gesamt 135 Probepunkte, welche stichprobenartig mittels Raster über das Land verteilt sind. Hinzu kommen noch Verdichtungspunkte in den Hauptbelastungsgebieten. An jedem Probepunkt werden 2 Fichten beprobt.

Die Fichte ist in mehrfacher Hinsicht für verschiedene Nachweisverfahren im Rahmen der Bioindikation besonders geeignet. Während apparative Messungen (siehe auch Kap.1) nur eine Aussage über die Immissionen zum Zeitpunkt der Messungen zulassen, kann über die Nadelanalyse auch auf die Einwirkung früher aufgetretener schädlicher Schadstoffbelastungen geschlossen werden. Die Aufnahme der gasförmigen Luftschadstoffe erfolgt hierbei in Abhängigkeit von einer Reihe innerer und äußerer Faktoren und ist 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.

Die Schwefelgehalte im Nadeljahrgang 1 (1990) und Nadeljahrgang 2 (1989) wurden im Labor des Institutes für Immissionsforschung und Forstchemie an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien bestimmt.

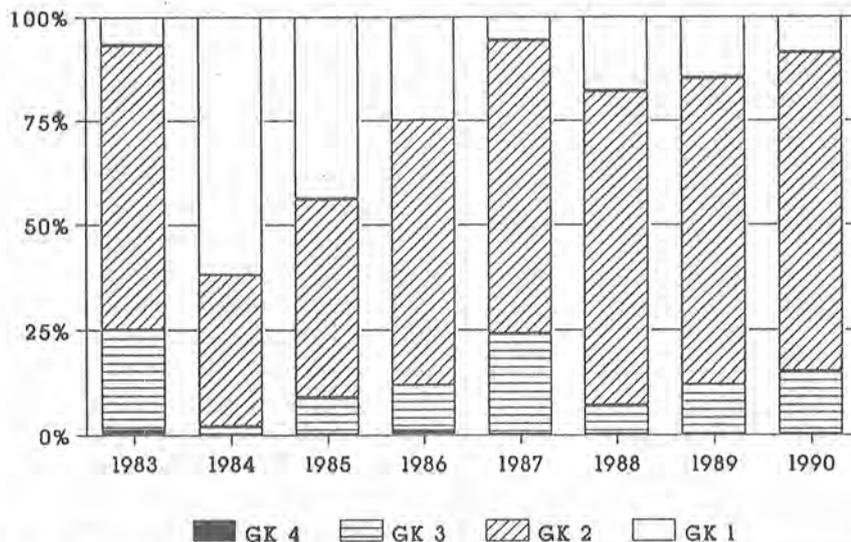


Abb.4.1: Häufigkeitsverteilung der Schwefelgehalte der von 1983 bis 1990 bearbeiteten 100 Probepunkte nach Klassen (Gesamtklassifikation NJ 1+2)

Die Analysen der 100 seit 1983 dauernd beprobten Punkte ergaben folgendes Bild der Schwefelbelastung in Tirol:

Gegenüber 1989 hat sich 1990 zwar der Durchschnittswert des Schwefelgehaltes in den Nadeln nicht erhöht, wohl aber stieg der Anteil von Grenzwertüberschreitungen um 3% Punkte an. Gleichzeitig nahm der Anteil von Punkten, an denen eine Immissionseinwirkung ausgeschlossen werden kann um 6% Punkte ab. Für die weitere Beurteilung der Schwefelwerte der 2 untersuchten Nadeljahrgänge der einzelnen Probepunkte wurden die Schwefelwerte (Durchschnittswert aus 2 benachbarten Probebäumen) des Nadeljahrgangs 1 und 2 verschiedenen Klassen mit den in der 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%

Die Punkte mit der Klassifikationsstufe 2, bei denen erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln festgestellt wurden, nahmen von 91 auf 93 zu. Bei allen 135 beprobten Punkten war an insgesamt 23 und bei den 100 seit 1983 dauernd berücksichtigten Punkten an 15 Probepunkten eine absolute Grenzwertüberschreitung (Vergleiche § 5(1), lit.b der 2.Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen) festzustellen. Dabei wies die BFI Wörgl mit 7 Grenzwertüberschreitungen den höchsten Anteil auf. Es folgen die BFI Schwaz mit 4, die BFI Kufstein und St.Johann mit je 3 und die BFI's Imst, Innsbruck, Landeck, Silz, Telfs und Zillertal mit je 1 absoluten Grenzwertüberschreitung. Berücksichtigt man noch lokale Grenzwerte, (Vergleiche § 5(1), lit.a

der 2.Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen) unter der Annahme der Bezirksforstinspektionen als "Untersuchungsgebiet", dann ergibt sich für 9 weitere Punkte (Imst 1, Innsbruck 1, Kufstein 1, Reutte 3, St.Johann 1 und Schwaz 3) eine erhöhte Immissionseinwirkung.

Entwicklung der Schwefelgehalte

Wie aus der Abb.4.1. ersichtlich ist, nahm der Anteil der Punkte mit der Gesamtklassifikation 1 (unbelastet) von 1984 bis 1987 stark ab. Einer geringen Zunahme im Jahr 1988 folgte wiederum eine besonders im Jahr 1990 spürbare Abnahme unbelasteter Punkte.

Gleichzeitig stieg die Anzahl der Punkte mit der Gesamtklassifikation 2 seit 1984, mit Ausnahme im Jahr 1989, ständig an. 1990 sind 76% aller Probepunkte der Gesamtklassifikation 2 (erhöhte Schwefelgehalte) zuzuordnen.

Die Anzahl der Probepunkte mit der Gesamtklassifikation 3 (Grenzwertüberschreitungen) stieg ebenfalls im Zeitraum 1984 bis 1987 kontinuierlich an. Nach der Verbesserung im Jahr 1988 folgte 1989 und 1990 wiederum eine Zunahme von Probepunkten in der Gesamtklassifikation 3. Für die Gesamtklassifikation 4 wurde 1990 so wie in den Jahren 1987 bis 89 kein Probepunkt festgestellt.

Hinsichtlich des Anteiles der Punkte an den Klassifikationsstufen ist das Ergebnis von 1990 als das drittschlechteste nach den Jahren 1983 und 1987 zu bewerten.

Nach den Nadeljahrgangsmittelwerten (siehe Tab. 4.2) ist das Jahr 1990 nach den Jahren 1983, 1987 und 1989 als das viertschlechteste anzusehen.

Jahr	Nadeljahrgang 1 %S		Nadeljahrgang 2 %S	
	Bereich	Mittelwert	Bereich	Mittelwert
1983	0.069-0.160	0.101	0.065-0.200	0.113
1984	0.055-0.123	0.076	0.058-0.146	0.088
1985	0.058-0.134	0.085	0.057-0.172	0.097
1986	0.067-0.142	0.093	0.062-0.196	0.092
1987	0.077-0.144	0,102	0.078-0.182	0.110
1988	0.062-0.126	0.091	0.067-0.156	0.096
1989	0.070-0.137	0.096	0.068-0.156	0.099
1990	0,065-0,140	0,096	0,063-0,150	0,098
Gesamtklassifikation				
	1	2	3	4
Summe der Klassenwerte der Nadeljahrgänge 1 + 2	2	3 + 4	5 + 6	7 + 8

Schwefelmissionseinwirkung nach Höhenstufen

Für die Jahre 1985 bis 1990 wurde die Häufigkeitsverteilung der Gesamtklassifikationen in 6 Höhenstufen bestimmt (129 Probenpunkte).

Wie aus der Abb.4.2 zu sehen ist, nimmt der Anteil von Punkten, die mindestens einmal Grenzwertüberschreitungen aufwiesen, mit zunehmender Seehöhe kontinuierlich ab. Bis in eine Seehöhe von 1.000 m sind knapp 80% aller Punkte zu finden, die im Laufe von 6 Jahren mindestens einmal der Gesamtklassifikation 3 oder 4 zuzuordnen waren. Das bedeutet, daß mit zunehmender Seehöhe die Schwefelbelastung durchschnittlich abnimmt. Wie weiter aus der Abb.4.2 entnommen werden kann, erhöht sich mit zunehmender Seehöhe

der Anteil von Punkten, bei denen eine Schwefelmissionseinwirkung auszuschließen ist. Lediglich in der Höhenstufe 1201 bis 1400 m ist ein deutlicher Einbruch zu beobachten (Inversionsobergrenze).

Im Laufe der Periode 1985 bis 1990 zeigten insgesamt 43 Punkte Grenzwertüberschreitungen. Teilt man den sechsjährigen Beobachtungszeitraum in 2 gleichlange Perioden (1985 bis 87 und 1988 bis 90) so zeigt sich, daß in der Periode 88/90 um rd. 29% weniger Grenzwertüberschreitungen auftraten als in der Periode 85/87. Diese Abnahme beruhte aber ausschließlich auf dem Rückgang der Zahl von Punkten mit Grenzwertüberschreitungen in nur einem Jahr. Stellt man die Verbesserungen und Verschlechterungen von der Periode 85 bis 87 zur Periode 88 bis 90 gegenüber, so stehen 11 Verschlechterungen 20 Verbesserungen gegenüber. Verteilt auf die einzelnen Seehöhenstufen zeigt sich, daß die Verbesserungen vor allem in talnahen Bereichen bis in eine Seehöhe von 800 m auftraten. Zwischen 1000 und 1200 m Seehöhe kam es auch zu Verbesserungen, während in der Höhenstufe 1200 bis 1400 m mehr Verschlechterungen zu verzeichnen waren. In den Höhenstufen 801 bis 1000 m und über 1400 m hielten sich Verbesserungen und Verschlechterungen die Waage. Anhand dieser Auswertung kann geschlossen werden, daß die Entlastungsmaßnahmen bei den SO₂-Emissionen in den letzten Jahren nun auch meßbare Erfolge bei den Nadelanalysen zeigen.

In der Abb.4.3 sind die Klassifikationstypen (siehe Legende), die sich aus den Gesamtklassifikationen der Jahre 1985 bis 1990 für die in allen 6 Jahren bearbeiteten Probenpunkte ergaben, dargestellt. Deutlich zu sehen ist das stark belastete Inntal von Kufstein bis Zirl, sowie der belastete Raum St.Johann. Lokal belastete Probenpunkte gibt es in Landeck, Galtür, Imst, Silz, Axams, Innervals und Lienz. Die graphische Darstellung (Abb.4.3) ergibt einen Überblick über die Ergebnisse des Bioindikatornetzes für Schwefel von 1985 bis 1990.

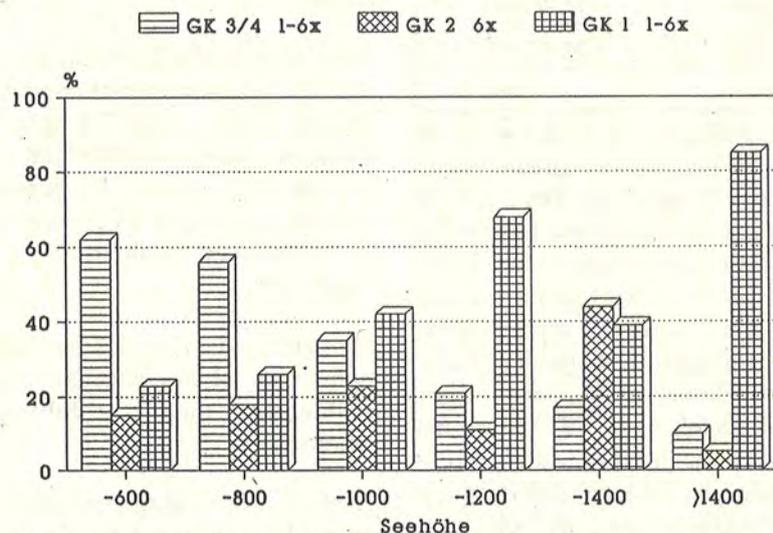
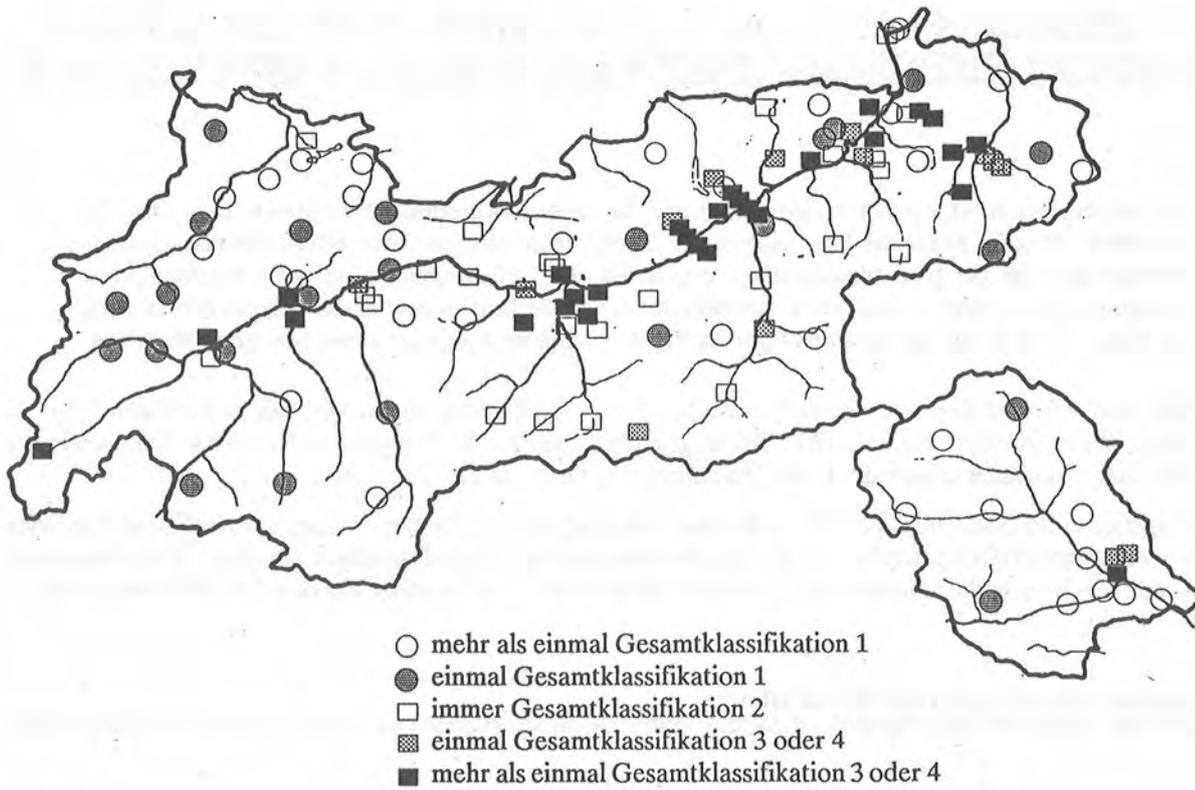


Abb. 4.2: Häufigkeitsverteilung der Gesamtklassifikation nach Höhenstufen für Tirol (129 Probenpunkte) von 1985 bis 1990

Abb. 4.3: Ergebnisse des Bioindikatornetzes für Schwefel für die in den Jahren 1985 - 1990 bearbeiteten Probepunkte in Tirol



Quelle: Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien

5. 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.

Grundlage der Besprechung sind die in der Karte (Abb.5.1) eingezeichneten und mit den Zahlen 1 bis 20 nummerierten Beurteilungsräume. Als Beurteilungsgrundlage dienen die Waldzustandsinventur 1991 sowie die Ergebnisse Immissionsmessungen der Landesforstdirektion Tirol aus dem Jahr 1991.

Da die Ergebnisse der Nadelanalysen 1991 zu Redaktionsschluß von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien nur zu einem geringen Teil eingetroffen sind, für eine Beurteilung jedoch das vollständige Datenmaterial vorliegen muß, werden in diesem Bericht die nunmehr vollständigen Ergebnisse der Nadelanalysen aus dem Jahr 1990 besprochen.

Gesetzliche Grundlagen und Richtlinien

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

Die höchstzulässige Konzentration von Schwefeldioxid (SO ₂) und Staub in der freien Luft beträgt			
	in der Zone I (§ 2 Abs.1):		in der Zone II (§ 2 Abs.2):
	Schwefeldioxid in mg/m ³ Luft		
	April-Oktober	November-März	
Tagesmittelwert	0,05	0,10	0,20
Halbstundenmittelwert	0,07	0,15	0,20
Staub in mg/m ³ Luft			
Tagesmittelwert	0,12		0,20
	Die Überschreitung dieses Grenzwertes für Staub an sieben nicht aufeinanderfolgenden Tagen im Jahr gilt nicht als Luftbeeinträchtigung im Sinne des § 1 des Luftreinhaltegesetzes.		Die Überschreitung dieses Halbstundenmittelwertes dreimal pro Tag bis höchstens 0,50 mg SO ₂ /m ³ Luft gilt nicht als Luftbeeinträchtigung im Sinne des § 1 des Luftreinhaltegesetzes.

Die Grenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung basieren auf Empfehlungen der Österr. Akademie der Wissenschaften (ÖAW) wobei Zone I Erholungsgebieten und Zone II allgemeinem Siedlungsgebiet entspricht.

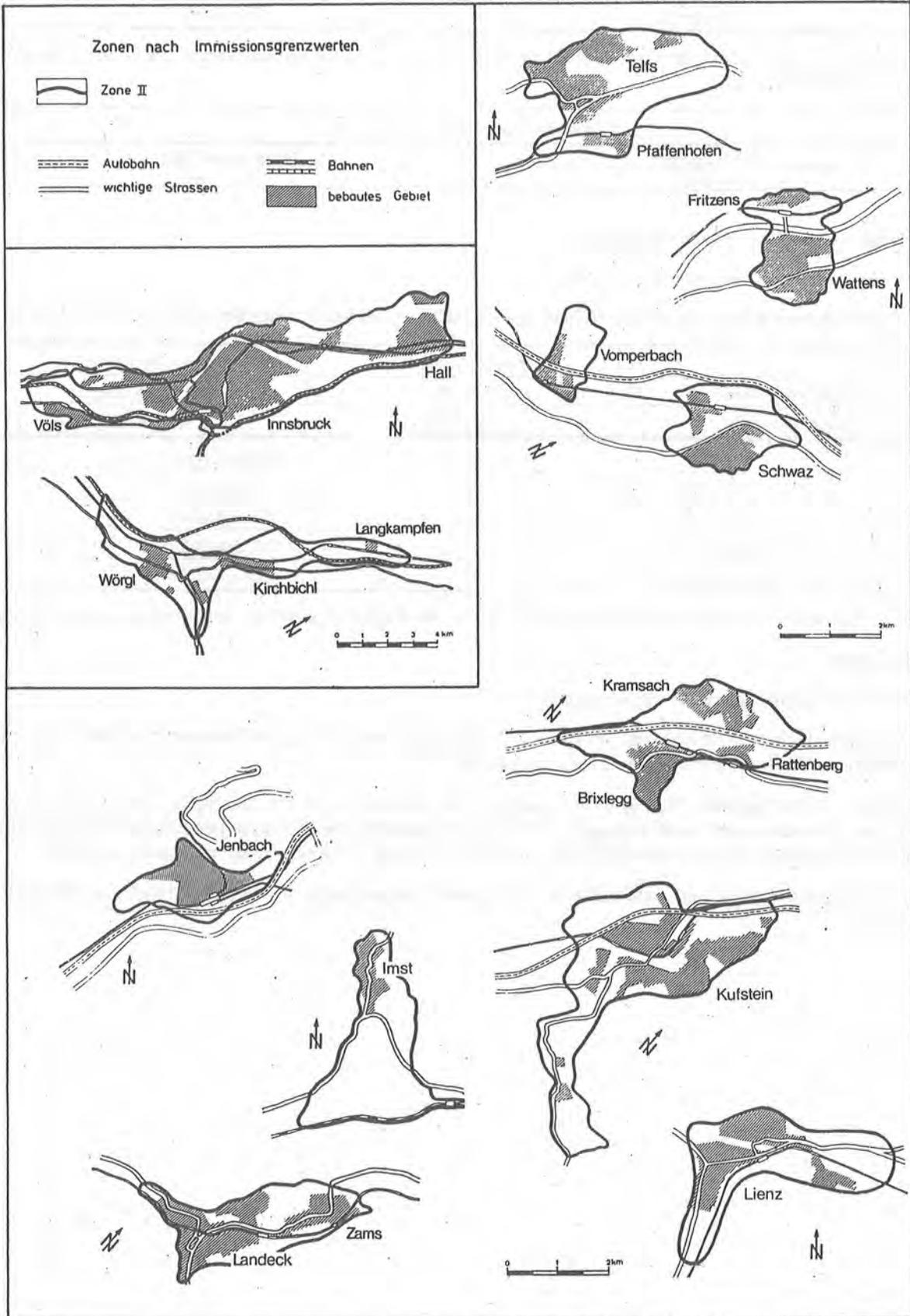
Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen (BGBl.Nr. 199/84)

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

Abgrenzung der Zonen laut Tiroler Luftreinhalteverordnung



Schwefeldioxid (SO₂):

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

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.

Nadelanalysen

Die Grenzwerte gemäß 2.Forstverordnung sind:

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

- Geringere Schwefelgehalte als die in lit.b angegebenen überschreiten den zulässigen Immissionsgrenzwert bereits dann, wenn in einem Nadeljahrgang im jeweiligen Untersuchungsgebiet im selben Jahr zwischen beeinflussten und unbeeinflussten Flächen eine Differenz von 0,03 % S in der Trockensubstanz oder mehr auftritt.
- Findet lit.a keine Anwendung, werden für die ersten drei Nadeljahrgänge die zulässigen Höchstanteile wie folgt festgesetzt:

1. bei Schwefel			
Nadeljahrgänge	Sulfat % S i.d.Tr.	Gesamtschwefel % 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.

Empfehlung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW), Kommission für die Reinhaltung der Luft:

April 1987: Luftqualitätskriterien Stickstoffdioxid (NO ₂)				August 1989: Luftqualitätskriterien Ozon (O ₃)				
Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für NO ₂ in ppb (µg/m ³)				Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für O ₃ in ppb				
	HMW	TMW	JMW		HMW	1 MW	8 MW	Vegetationsperiode*
zum Schutz des Menschen	105 (200)	52 (100)	-	zum Schutz des Menschen	60	-	50	-
zum Schutz der Vegetation	105 (200)	42 (80)	16 (30)	zum Schutz der Vegetation (einschließlich empfindlicher Pflanzenarten)	150	75	30	30
Zielvorstellungen zum Schutz des Ökosystems	42 (80)	21 (40)	5 (10)					

* als Mittelwert der Siebenstundenmittelwerte in der Zeit von 9.00 - 16.00 Uhr MEZ während der Vegetationsperiode

Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten für Luftschadstoffe und über Maßnahmen zur Verringerung der Belastung der Umwelt, Anlage 2:

1. Schwefeldioxid in Verbindung mit Staub	
1.1) 0,2 mg SO ₂ /m ³ (0,075 ppm)	als Tagesmittelwert
1.2) 0,2 mg SO ₂ /m ³ (0,075 ppm)	als Halbstundenmittelwert; drei Halbstundenmittelwerte pro Tag bis zu einer Konzentration von 0,5 mg SO ₂ /m ³ (0,185 ppm) gelten nicht als Überschreitung des Halbstundenmittelwertes.
1.3) 0,2 mg Staub/m ³	als Tagesmittelwert; dieser Wert bezieht sich auf Staub mit einem Stocke'schen Äquivalentdurchmesser kleiner als 10 µm.
2. Kohlenmonoxid	
2.1) 10 mg CO/m ³ (9 ppm)	als gleitender Achtstundenmittelwert
2.2) 40 mg CO/m ³ (34 ppm)	als Einstundenmittelwert
3. Stickstoffdioxid	
0,2 mg NO ₂ /m ³ (0,105 ppm)	als Halbstundenmittelwert
4. Eine Überschreitung des Immissionswertes liegt dann vor, wenn auch nur einer der unter Punkt 1 bis 3 genannten Werte - unter Berücksichtigung der in Punkt 1.2 für den SO ₂ -Halbstundenmittelwert festgelegten Ausnahme - überschritten wird.	

Smogalarmgesetz:

Grenzwerte für Luftschadstoffe						
	Vorwarnstufe		Smogalarmstufe 1		Smogalarmstufe 2	
	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm
1.1. SO ₂ bei Staubwerten kleiner als 0,2 mg/m ³	0,4		0,6		0,8	
1.2. Summe SO ₂ und Staub bei Staubwerten größer/gleich 0,2 mg/m ³	0,6		0,8		1,0	
2. Kohlenmonoxid	20,0	17,0	30,0	26,0	40,0	34,0
3. Stickstoffdioxid	0,35	0,18	0,6	0,3	0,8	0,4
4. Die unter Punkt 1 bis 3 genannten Grenzwerte sind als Dreistundenmittelwerte in mg/m ³ , bezogen auf 20°C und 1013 mbar bzw. ppm, zu bestimmen. Eine Grenzwertüberschreitung liegt auch dann vor, wenn nur einer dieser Werte überschritten wird.						
*) Es handelt sich dabei um Staub mit einem Stocke'schen Äquivalentdurchmesser kleiner 10 µm.						

Empfehlungen für wirkungsbezogene Warnwerte für Ozon:

Vorwarnung:	100 ppb (3-Stundenmittelwert)
Warnstufe 1:	150 ppb (3-Stundenmittelwert)
Warnstufe 2:	200 ppb (3-Stundenmittelwert)
(100 ppb O ₃ = 200 µg O ₃ /m ³ = 0,200 mg O ₃ /m ³)	

Ausländische Grenzwerte, wo keine österreichischen vorhanden sind:

VDI-Richtlinie 2310:

Grenzwerte für Stickstoffmonoxid (NO):	
Tagesmittelwert:	0,5 mg/m ³ = 400 ppb
Halbstundenmittelwert:	1,0 mg/m ³ = 800 ppb

Schweizerische Luftreinhalteverordnung (gültig seit 1. März 1986):

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

Abb.5.1: Lage und Bezeichnung der Beurteilungsräume



Bezirk Reutte

BFI Lechtal, BFI Reutte

a) Waldzustand

Die Wälder des Bezirkes Reutte sind nach wie vor am stärksten von den Schädigungen betroffen. 56,1 % der Bäume über 60 Jahre sind nicht mehr gesund. Gegenüber 1990 ist zwar insgesamt eine Verbesserung um 4 %-Punkte eingetreten, diese Verbesserung hat sich aber lediglich bei den mittelstarken Kronenschäden gezeigt, leichte und starke Kronenverlichtungen haben 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 Fichte haben gegenüber 1990 leichte und starke Verlichtungen zugenommen, mittlere sehr deutlich abgenommen. Insgesamt sind heuer weniger Fichten als im Vorjahr als nicht mehr gesund einzustufen.

Als erfreulich ist die Entwicklung bei der Tanne zu beurteilen, hat sich doch gegenüber dem Vorjahr die Anzahl geschädigter Bäume um 13 %-Punkte verringert. Der Gesundheitszustand der Tanne ist jedoch mit über 69 % geschädigter Bäume nach wie vor besorgniserregend.

Auch bei der Kiefer hat sich eine bedeutende Verbesserung des Kronenzustandes ergeben. Vor allem mittlere Kronenverlichtungen haben stark abgenommen.

Nach wie vor sehr hoch ist der Anteil geschädigter Buchen mit über 66 %. Während leichte und mittlere Kronenverlichtungen abgenommen haben, sind vermehrt starke Schäden zu verzeichnen, sodaß insgesamt keine Verbesserung eingetreten ist.

b) Immissionssituation

1. Beurteilungsraum: Bezirk Reutte

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Leicht erhöhte Schwefeldioxidbelastungen wurden bei der Meßstelle am Wank über das ganze Jahr verteilt immer wieder gemessen. Da häufig zeitgleich auch bei der Meßstelle im Karwendel - wenn auch etwas geringere - Schwefeldioxidbelastungen auftraten, zeigt sich, daß diese Belastungen großräumige Schadstofftransportereignisse sind und alle nach Norden exponierten mittleren und höheren Hanglagen im Bezirk Reutte und in den östlich anschließenden Hanglagen des Wettersteingebirges und des Kar-

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
	1990	43,7	31,7	22,2	2,3	56,3
	1991	46,6	35,8	15	2,6	53,4
	Tanne	1984	44	21	23	12
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
1990		17,9	30,1	40,6	11,5	82,1
1991		30,6	31	26,2	12,2	69,4
Kiefer		1984	72	25	-	3
	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
	1990	28,7	47,1	16,7	7,5	71,3
	1991	44,4	42,3	6,5	6,8	55,6
	Buche	1984	50	29	21	-
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
1990		33,7	37,5	25,3	3,5	66,3
1991		33,9	34,8	22,3	9	66,1
alle Baumarten		1984	57	24	16	3
	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
	1990	40,2	33,4	23	3,4	59,8
	1991	43,9	36,2	15,9	4	56,1

wendels betreffen. Die erhöhten Schwefeldioxidbelastungen wurden fast ausschließlich bei Winden aus nördlichen Richtungen festgestellt. Dabei wurden jedoch weder die Grenzwerte der 2. Forstverordnung noch die strengeren Grenzwerte der Zone I der Tiroler Luftreinhalteverordnung überschritten.

- Die Nadelanalysen aus dem Jahr 1990 hatten im Lechtal und im Raum Ehrwald, Ehrwälder Alm etwas erhöhte Schwefeldioxidbelastungen aufgewiesen, während in der Umgebung von Reutte und Vils an einigen Punkten deutliche Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung festzustellen gewesen waren.
- Die Stickstoffmonoxidbelastung war im Jahr 1991 am Wank, ähnlich wie im Vorjahr, gering. Bei der Stickstoffdioxidbelastung wurden im Jahr 1991 höhere Maximalwerte gemessen wie im Vorjahr. Die Grenzwerte gemäß VDI-Richtlinie bzw. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation und der

Ökosysteme wurden bei dieser Meßstelle durchwegs eingehalten.

● Die Ozonbelastung wurde im Jahr 1991 im Reuttener Talkessel bei der Meßstelle Höfen-Lärchbichl, sowie bei den beiden bayerischen Meßstellen am Wank auf ca. 1.800 m und auf der Zugspitze auf fast 3.000 m Seehöhe gemessen. In allen drei Höhenlagen waren 1991 die Ozonspitzenbelastungen geringfügig niedriger als im Vorjahr. Die höchsten Spitzenwerte wurden dabei bei der Meßstelle am Wank festgestellt. Die Durchschnittsbelastungen lagen in der gleichen Größenordnung wie im Vorjahr. Entsprechend dem mittleren Tagesgang ist die Durchschnittsbelastung mit Ozon in den höheren Lagen fast doppelt so hoch wie im Talkessel von Reutte. Trotzdem wurden bei allen drei Meßstellen die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation festgelegten Grenzwerte bis zum 2,5- bis 3-fachen überschritten. Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Grenzwerte wurden 1991 vorwiegend im Sommerhalbjahr in Höfen an insgesamt 64 Tagen, am Wank an 161 Tagen und auf der Zugspitze an 183 Tagen zum Teil erheblich überschritten.

● Die Untersuchungen der nassen Deposition bei der Meßstelle Reutte-Wängle zeigen im Jahr 1990/91 eine neuerliche Zunahme der Schadstoffkonzentrationen im sauren Regen. Dadurch wurde trotz relativ geringerer Niederschlagsmengen ein gegenüber dem Vorjahr erheblich erhöhter Eintrag an Stickstoffverbindungen festgestellt.

● Insgesamt ist wegen der kombinierten Belastung durch weiter zunehmend saure Niederschläge und der hohen Ozonbelastung mit einer erheblichen Gefährdung der Waldvegetation und anderer empfindlicher Ökosysteme insbesondere im Bereich der höher gelegenen Hanglagen zu rechnen.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Seit Jahren betreibt das Fraunhofer-Institut für atmosphärische Umweltforschung in Garmisch-Partenkirchen Meßstellen am Wank und am Zugspitzgipfel. Die Ergebnisse dieser Messungen aus dem Jahr 1991 wurden uns freundlicherweise vom Fraunhofer-Institut

zur Verfügung gestellt und sind in den Tabellen in der gleichen Weise aufgearbeitet und wiedergegeben, wie die Ergebnisse der landeseigenen Luftschadstoffmeßstellen.

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Von den sechs Probepunkten im Lechtal weisen die Fichtennadeln aus dem Madautal und aus Martinau jeweils im 1. Nadeljahrgang erhöhte Schwefelwerte auf. An den übrigen vier Probepunkten wurden keine erhöhten Schwefelgehalte in den Fichtennadeln festgestellt.

Im Raum Reutte traten 1990 an vier Probepunkten (Sindebühel, Sonnenbichl, Steineberg und oberhalb der Säurekocherei) Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung auf. Ebenso wurden erhöhte Schwefelwerte an den Probenahmestellen Ehrwald-Schrofenweg und Ehrwalder Alm festgestellt.

Im Raum Vils weisen die Nadelanalysen 1990 beim Probepunkt am Talboden 1 km östlich vom Zementwerk, am Stieglberg und am Ranzen Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung auf.



Nasser Niederschlag in Reutte (jeweils vom 1.10. bis 30.9. des Folgejahres)								
Station Jahr	Niederschlag (mm)	pH (Wert)	mengengewichtete Konzentrationsmittelwerte			Eintrag		
			NH ₄ ⁺ /N (mg/l)	NO ₃ ⁻ /N (mg/l)	SO ₄ ²⁻ /S (mg/l)	NH ₄ ⁺ /N (g/m ²)	NO ₃ ⁻ /N (g/m ²)	SO ₄ ²⁻ /S (g/m ²)
1983/84	1117	4,5	0,43	0,35	0,66	0,48	0,39	0,74
1984/85	1348	4,7	0,43	0,30	0,49	0,58	0,40	0,66
1985/86	1366	4,6	0,33	0,30	0,49	0,46	0,40	0,67
1986/87	1424	4,6	0,36	0,28	0,38	0,51	0,40	0,54
1987/88	1447	4,8	0,35	0,34	0,44	0,50	0,49	0,64
1988/89	1467	4,9	0,47	0,39	0,67	0,69	0,58	0,98
1989/90	1410	5,4	0,43	0,31	0,50	0,60	0,44	0,70
1990/91	1181	5,0	0,59	0,41	0,54	0,70	0,49	0,63

Meßstelle: Höfen - Lärchbichl
Lage: 880m ü.d.M./Hanglage/ländliches Wohngebiet

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2 h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
O ₃ (ppb)	1-12/91	25	42 (V:30)	53	71 (M:50) (V:30)	74	81 (V:75)	84 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. überschritten

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. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2 h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,01	-	S:0,01 W:0,04 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,05	-	S:0,04 W:0,06 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,01 W:0,03 (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch + 2. FVO. eingehalten
NO (ppb)	1-12/91	1	-	6 (400)	-	-	-	12 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/91	2 (V:16) (Ö:5)	-	13 (M:52) (V:42) (Ö:21)	-	20	-	23 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. + ÖAW-Öko. eingehalten
O ₃ (ppb)	1-12/91	46	52 (V:30)	78	85 (M:50) (V:30)	89	96 (V:75)	100 (M:60) (150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. 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. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2 h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
O ₃ (ppb)	1-12/91	48	52 (V:30)	85	89 (M:50) (V:30)	90	92 (V:75)	92 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. überschritten

()	Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
*	unvollständige Meßreihe
!*	Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO ₂ + Staub überschritten
Veg. per.	Vegetationsperiode: April bis September
S	Sommer (April - Oktober)
W	Winter (November - März)
M	Vorsorgengrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
V	Grenzwert zum Schutz der Vegetation
Ö	Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
V-S	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
V-W	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
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. = Vorsorgengrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
97,5-Perz	97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
	jeweils angegebener Grenzwert überschritten

Bezirk Landeck

BFI Landeck, BFI Ried

a) Waldzustand

Mit 22 % geschädigter Waldfläche liegt der Bezirk Landeck deutlich unter dem Landesdurchschnitt von 35 %. Leichte und mittelstarke Schäden haben abgenommen, starke Schäden etwas zugenommen. Gegenüber dem Vorjahr hat sich die geschädigte Waldfläche um 2 %-Punkte verringert. Diese Verbesserung ist auf einen Rückgang der Kronenverlichtungen bei der Baumart Fichte zurückzuführen, Lärche und Kiefer zeigten 1991 eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes.

b) Immissionssituation

2. Beurteilungsraum: Bezirk Landeck

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die derzeit in Strengen laufende Untersuchung der **Staubniederschlagsbelastung** in unmittelbarer Nähe der Bundesstraße zeigt, daß der Schweizer Grenzwert für den Staubniederschlag bisher zu $\frac{3}{4}$ ausgeschöpft wurde, der derzeit in der Schweiz gültige Grenzwert für Blei im Staubniederschlag etwa zur Hälfte.
- Darüberhinaus läuft derzeit eine Erhebung der Stickoxid- und Schwefeldioxidbelastung mittels Passivsammler im Raum Landeck, Zams, Stanz, Grins und Strengen. Diese Untersuchungsserie wird allerdings erst im Sommer 1992 abgeschlossen sein.
- Einige Grenzwertüberschreitungen der **Schwefelbelastung in den Fichtennadeln** gemäß 2. Forstverordnung waren im Jahr 1990 bei einer Meßstelle im Talkessel von Landeck festgestellt worden, ebenso am Talboden des oberen Stanzertales. Erhöhte Schwefelbelastungen waren 1990 vereinzelt auch bei Galtür und Tösens gemessen worden.

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
	1990	76,7	19,1	3,7	0,5	23,3
1991	79,8	17,6	1,6	1	20,2	
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
	1990	68,6	29,2	2,3	-	31,4
1991	66,4	31,8	0,7	1,1	33,6	
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
	1990	84,3	15,7	-	-	15,7
1991	78,1	21,9	-	-	21,9	
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
	1990	76,1	20,2	3,3	0,4	23,9
1991	78	19,6	1,4	1	22	

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1990 weisen bei den Meßstellen Landeck-Hasliwald und in geringerem Maß in Galtür (Pritzenalm), Gand-Au, Starkenbach oberhalb Fröschl und Tösens Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung nach. Leicht erhöhte Schwefelwerte ohne Grenzwertüberschreitungen traten auch bei der Bergstation Thiallift sowie am Flirscher Berg auf.

Bezirk Imst

BFI Imst, BFI Silz

a) Waldzustand

Der Anteil der geschädigten Waldfläche liegt mit 24,3 % deutlich unter dem Landesdurchschnitt von 35 %. Gegenüber dem Vorjahr hat sich der Gesundheitszustand kaum verändert. Stark verringert hat sich die Zahl verlichteter Fichten und Zirben, die Lärche weist eine gegenüber 1990 deutlich geringere Vitalität auf. Der Zustand der Kiefer ist nahezu konstant geblieben.

b) Immissionssituation

3. Beurteilungsraum: Bezirk Imst

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Im Jahr 1991 wurde eine einjährige Untersuchung der Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxidbelastungssituation im Raum Imst, Arzl, Karrösten und Imsterberg mittels der Passivsammlermethode durchgeführt. Die höchsten Belastungen wurden bei SO₂ im Jahresdurchschnitt mit 7,2 ppb (0,02 mg SO₂/m³) bei den Meßstellen Imst-HTL Staggl, Imst-Romedihof und Imst-Cristall gemessen, die geringste Belastung in Imst-Sirapuit mit 2,8 ppb (0,01 mg SO₂/m³).
- Bei Stickstoffdioxid wurde die höchste Jahresdurchschnittsbelastung mit 14,3 ppb beim Romedihof gemessen. Hier lag der Jahresmittelwert nur knapp unter dem Vegetationsgrenzwert. Die niedrigste Stickstoffdioxidbelastung im Jahresdurchschnitt wurde mit 4,5 ppb in Karrösten oberhalb Lärchenwald gemessen. Dies ist die einzige Meßstelle, bei der die Stickstoffdioxidbelastung den Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme einhält. Bei allen anderen Meßstellen wird im Jahresdurchschnitt eine höhere NO₂-Belastung, als die Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Ökosysteme festgelegt hat, gemessen.
- Im Oktober 1991 wurde eine einmonatige Luftschadstoffmessung in Imst bei der Eisenrieglerkreuzung und im November 1991 in Imst beim Romedihof durchgeführt. Dabei zeigte sich in Übereinstimmung mit den Passivsammlermessungen, daß die Stickstoffdioxidbelastung bei beiden Meßstellen erhöht war, wobei die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme überschritten wurden. Bei den Schadstoffen Staub, Schwefeldioxid, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid sowie Ozon wurden in den beiden Untersuchungsmonaten keine Grenzwertüberschreitungen der Vorsorgengrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgestellt.

Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Imst, Schadentwicklung 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
	1990	72,6	21,7	5,2	0,5	27,4
	1991	76,5	18,9	3,4	1,2	23,5
Lärche	1984	100	-	-	-	-
	1985	89	10	-	-	11
	1986	90	10	-	-	10
	1987	70	29	1	-	30
	1988	82	18	-	-	18
	1989	82	18	-	-	18
	1990	84,2	15,8	-	-	15,8
	1991	74,9	25,1	-	-	25,1
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
	1990	66,2	28,5	4,7	0,7	33,8
	1991	65,7	29,7	3,3	1,3	34,3
Zirbe	1984	100	-	-	-	-
	1985	93	7	-	-	7
	1986	91	9	-	-	9
	1987	96	4	-	-	4
	1988	94	6	-	-	6
	1989	95	5	-	-	5
	1990	89,4	10,6	-	-	10,6
	1991	96,6	3,4	-	-	3,4
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
	1990	74,5	21,3	3,8	0,4	25,5
	1991	75,7	20,8	2,6	0,9	24,3

- Die Nadelanalysen aus dem Jahr 1990 hatten, wie in den Vorjahren, im Imster Talkessel mehrere Grenzwertüberschreitungen für Schwefel laut 2. Forstverordnung angezeigt, ebenso am Pirchetwald. An mehreren Punkten der Hanglagen des Inntales sowie in Niederthai waren ebenfalls erhöhte Schwefelbelastungen in den Fichtennadeln festgestellt worden.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Im Raum Imst traten im Jahr 1990 bei den Meßpunkten Arzl i.P. (an der nach Imst gerichteten Hanglage), Brennbiel und in geringerem Maß beim Meßpunkt oberhalb Schindler Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung auf. Zudem wurden leicht erhöhte

Schwefelgehalte in den Fichtennadeln ohne Grenzwertüberschreitungen im Tegestal festgestellt.

Im Raum Silz-Telfs weisen die Nadelanalysen des Jahres 1990 bei den Meßpunkten Pirchetwald, Telfs südlich Föger, Haimingerberg und oberhalb Schloß Petersberg Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung nach. Weiters wurden Grenzwertüberschreitungen in Niederthai und im Taxachwald festgestellt. Leicht erhöhte Schwefelgehalte in den Fichtenna-

deln ohne Grenzwertüberschreitungen wurden am Locherboden gemessen.

Chlorid:

Die Erhebung der Chloridbelastung der Fichtennadeln im Bereich Telfs - südlich Föger - zeigt im Jahr 1990 keine Grenzwertüberschreitung gemäß 2. Forstverordnung.

Meßstelle: Imst - Eisenrieglerkreuzung
Lage: 780m ü.d.M./Tallage/städtisches Wohngebiet

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	10/91	0,02	-	S:0,01 W:-- (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,02	-	S:0,02 W:-- (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,01 W:-- (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch + 2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	10/91	-	-	0,07 (Zone II: 0,20)	-	-	-	-	-	Tir. LRVO I eingehalten
NO (ppb)	10/91	-	-	48 (400)	-	-	-	177 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	10/91	-- (V:16) (Ö:5)	-	24 (M:52) (V:42) (Ö:21)	-	37	-	59 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. eingehalten ÖAW Öko. überschritten
O ₃ (ppb)	10/91	-	(V:30)	19	30 (M:50) (V:30)	34	38 (V:75)	39 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. eingehalten
CO (ppm)	10/91	-	-	1	1 (9)	2	2 (34)	2	-	V. Richtl. 1 eingehalten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 !** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgengrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
 Tir.LRVO Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87
 V.Richtl.1 Vorläufige Richtlinie Nr.1 Kohlenmonoxid lt. wissenschaftlichem Beirat für Umwelthygiene im Bundesministerium f.G.U.U. = Vorsorgengrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 jeweils angegebener Grenzwert überschritten

Meßstelle: Imst - Romedihof Lage: 860m ü.d.M./Hanglage/Grünland										
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	11/91	0,02	-	S:-- W:0,01 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,04	-	S:-- W:0,05 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:-- W:0,02 (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch +2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	11/91	-	-	0,09 (Zone II: 0,20)	-	-	-	-	-	Tir. LRVO I eingehalten
NO (ppb)	11/91	-	-	165 (400)	-	-	-	677 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	11/91	-- (V:16) (Ö:5)	-	27 (M:52) (V:42) (Ö:21)	-	52	-	59 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW Veg. eingehalten ÖAW Öko. überschritten
O ₃ (ppb)	11/91	-	- (V:30)	11	24 (M:50) (V:30)	32	34 (V:75)	34 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. eingehalten
CO (ppm)	11/91	-	-	2	2 (9)	3	4 (34)	5	-	V. Richtl. 1 eingehalten
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie * unvollständige Meßreihe !** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO ₂ + Staub überschritten Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September S Sommer (April - Oktober) W Winter (November - März) M Vorsorgengrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit V Grenzwert zum Schutz der Vegetation Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme V-S SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer V-W SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2.Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984 VDI 2310 Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure ÖAW Wirkungbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö) Tir.LRVO Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87 V.Richtl.1 Vorläufige Richtlinie Nr.1 Kohlenmonoxid lt. wissenschaftlichem Beirat für Umwelthygiene im Bundesministerium f.G.u.U. = Vorsorgengrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert jeweils angegebener Grenzwert überschritten										

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 kontinuierlich leicht gebessert. Gegenüber 1990 ist wiederum eine Verbesserung um 2 %-Punkte eingetreten. Mit rund 32 % Schadensfläche liegen die Bezirke Innsbruck/Stadt und Innsbruck/Land etwas unter dem Landesdurchschnitt. Seit 1990 hat sich der Gesundheitszustand der Tannen und Kiefern deutlich, der der Fichten geringfügig verbessert. Die Vitalität der Lärchen und Buchen hat etwas abgenommen.

Die Schäden treten verstärkt im Karwendelgebiet, im Wipptal und im Großraum Innsbruck auf.

b) Immissionssituation

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

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidmessung im Bereich des westlichen Karwendels an einem nordexponierten Hang zeigte über das ganze Jahr fallweise leicht erhöhte Schwefeldioxidbelastungen durch Schadstoffferntransporte. Die Grenzwerte der 2. Forstverordnung für Schwefeldioxid sowie die noch strengeren Grenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung für Zone I - Erholungsgebiete wurden bei der Meßstelle Karwendel-West während des ganzen Jahres 1991 eingehalten. Die Tatsache, daß zeitgleich mit den leicht erhöhten Schwefeldioxidbelastungen bei der Meßstelle Karwendel-West auch bei der Meßstelle am Wank erhöhte Schwefeldioxidbelastungen jeweils bei Wind aus nördlichen Richtungen festgestellt wurden, zeigt, daß es sich bei diesen fallweise erhöhten Schwefeldioxidbelastungen um großräumige Ferntransporte aus dem nördlichen Ausland handelt, wobei die am stärksten nach Norden exponierten Lagen von höheren Schwefeldioxidbelastungen betroffen sind als die weiter inneralpin gelegenen Hanglagen.
- Die Nadelanalysen 1990 hatten am Talboden bei Zirl, in Emittentennähe, sowie in Neuleutasch erhöhte Schwefelbelastungen mit Grenzwertüberschreitungen für Schwefel aufgewiesen.
- Die Ozonbelastung im Bereich Karwendel-West und Umgebung war hinsichtlich der mittleren Belastung gleich hoch wie im Vorjahr. Die höchsten Ozonspitzenbelastungen sind im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr zwar etwas zurückgegangen, trotzdem

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
	1990	69,5	24,2	5,8	0,5	30,5
	1991	71,1	21,4	6,8	0,7	28,9
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
	1990	39,5	46,2	11,1	3,2	60,5
	1991	61,5	26,1	10,5	1,9	38,5
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
	1990	69,6	24,8	5	0,6	30,4
	1991	67,9	30,4	1,1	0,6	32,1
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
	1990	50,9	35,8	11,2	2,2	49,1
	1991	59,1	25,5	9,9	5,5	40,9
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
	1990	40,2	38,1	20,7	1,1	59,8
	1991	38,3	52,9	7,7	1,1	61,7
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
	1990	65,4	26,8	7	0,8	34,6
	1991	67,6	25,3	5,9	1,2	32,4

wurden Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaft zum Schutz der Vegetation um mehr als das Zweieinhalbfache überschritten. Auch die Vorsorgegrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden 1991, vorwiegend im Sommerhalbjahr, an 149 Tagen überschritten.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

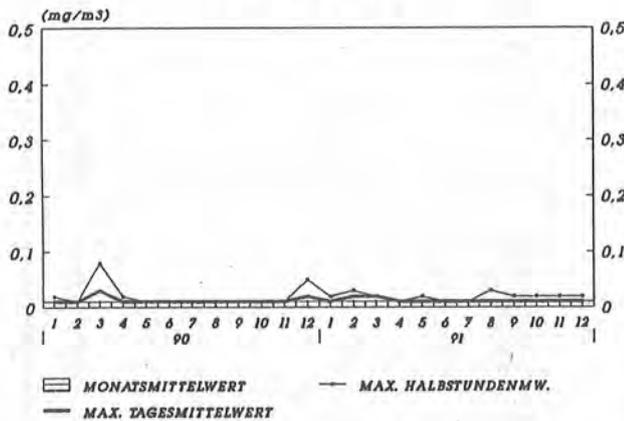
Schwefel:

Bei den Meßstellen Zirl-Meilbrunnen und Neuleutasch wurden 1990 wiederum Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung festgestellt. Bei der Meßstelle Hatting traten leicht erhöhte Schwefelgehalte in den Fichtennadeln auf, die jedoch keine Grenzwertüberschreitungen darstellen.

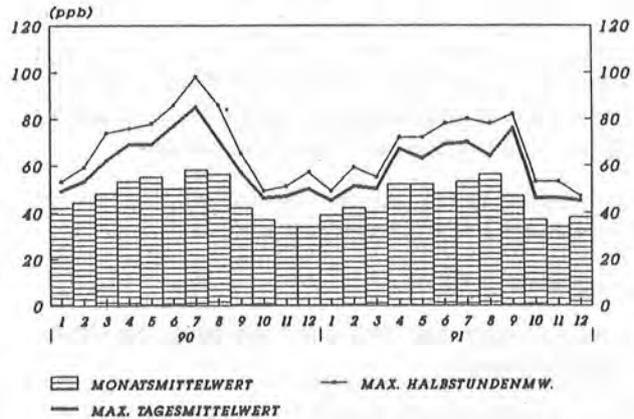
Chlorid:

Die Grenzwerte gemäß 2. Forstverordnung wurden 1990 bei der Meßstelle Zirl-Meilbrunnen und Hatting nicht überschritten.

SO₂
KARWENDEL - WEST



O₃
KARWENDEL - WEST



Meßstelle: Karwendel - West

Lage: 1730m ü.d.M./Hanglage/hochalpines Grünland

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,01	-	S:0,01 W:0,02 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,03	-	S:0,03 W:0,03 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,01 W:0,03 (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch + 2. FVO. eingehalten
O ₃ (ppb)	1-12/91	45	50 (V:30)	76	80 (M:50) (V:30)	80	81 (V:75)	82 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. überschritten

()	Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
*	unvollständige Meßreihe
! **	Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO ₂ + Staub überschritten
Veg. per.	Vegetationsperiode: April bis September
S	Sommer (April - Oktober)
W	Winter (November - März)
M	Vorsorgengrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
V	Grenzwert zum Schutz der Vegetation
O	Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
V-S	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
V-W	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (O)
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. = Vorsorgengrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
97,5-Perz	97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
	jeweils angegebener Grenzwert überschritten

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

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- 1990 waren bei den Nadelanalysen die Schwefelgrenzwerte der 2. Forstverordnung in der Umgebung der Industriezone zwischen Zirl und Inzing und im Bereich des Landesgefängenenhauses überschritten worden. Besonders ausgeprägte Überschreitungen, wobei bei einem Meßpunkt der tirolweit höchste Schwefelgehalt festgestellt wurde, hatten die Nadelanalysen westlich des Völser Bichls aufgewiesen.
- Die Fluorbelastung im Bereich des Landesgefängenenhauses ist 1990 weiter zurückgegangen, nur mehr bei einem Probepunkt in unmittelbarer Nähe zur Ziegelei wurde eine mäßige Grenzwertüberschreitung der Fluorbelastung der Fichtennadeln festgestellt, nachdem früher an zahlreichen Meßpunkten in der näheren und weiteren Umgebung erhebliche Fluorbelastungen aufgetreten waren. Dies beweist neuerlich die weitgehende Wirksamkeit der Abgasreinigungsmethode gegen erhöhte Fluorbelastungen.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

In der näheren Umgebung der Industriezone Inzing/Zirl wurden z.T. deutliche Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung bei Schwefel festgestellt. Die betroffenen Meßorte sind hier südwest-

lich Blachfeld und der Hangfuß des Reißenden Ranggen.

Im Bereich des Landesgefängenenhauses weisen die Meßstellen Ziegelstadel und Ziegelstadel-Hang z.T. erhebliche Grenzwertüberschreitungen des Schwefelgehaltes gemäß 2. Forstverordnung auf. Erhöhte Schwefelgehalte ohne Grenzwertüberschreitungen waren im Tiefental (Natters) festzustellen.

In Völs, westlich des Völser Bichls, weisen die Nadelanalysen des Jahres 1990 an insgesamt drei Meßpunkten Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung auf, wobei bei einem Meßpunkt der tirolweit höchste Schwefelgehalt festgestellt wurde.

Fluor:

Im Bereich des Landesgefängenenhauses wurde im Jahre 1990 von den acht untersuchten Nadelprobepunkten an einem Probepunkt, welcher in unmittelbarer Nähe des Landesgefängenenhauses liegt, eine Grenzwertüberschreitung gemäß 2. Forstverordnung festgestellt.

Chlorid:

Erhöhte Chloridbelastungen wurden im Jahre 1990 bei den Meßpunkten westlich des Völser Bichls und am Hangfuß des Reißenden Ranggen nachgewiesen, wobei diese erhöhten Chloridbelastungen jedoch keine Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung darstellen.

6. Beurteilungsraum: Stubaital und Wipptal

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

Meßstelle: Navis - Oberweg

Lage: 1400m ü.d.M./Hanglage/alpines Grünland

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
O ₃ (ppb)	6-7/91	-	(V:30)	59	77 (M:50) (V:30)	79	81 (V:75)	81 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW Veg. überschritten

- () Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
- * unvollständige Meßreihe
- ! ** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
- Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
- S Sommer (April - Oktober)
- W Winter (November - März)
- M Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
- V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
- Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
- V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
- V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
- 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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
- 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. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
- 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
- jeweils angegebener Grenzwert überschritten

- 1991 wurde die Ozonbelastung in Navis vom 26. Juni bis 17. Juli gemessen. Die Ozonbelastung während des Untersuchungszeitraumes war in Navis, an einem nach Süden exponierten Hang, ähnlich hoch wie an anderen stark belasteten Meßstellen in Tirol. Dabei wurden die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation empfohlenen Grenzwerte um mehr als das Zweieinhalbfache überschritten. Die zum Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlenen Vorsorgegrenzwerte wurden während des Meßzeitraumes von nur 22 Tagen an 17 Tagen überschritten!
- Die Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 hatten keine auffällige Schwefelbelastung gezeigt.
- Im Jahr 1990 wurden keine neuerlichen Chloridanalysen an den Fichtennadeln im Wipptal durchgeführt. Es wird jedoch auf die Ergebnisse der Vorjahre verwiesen, in welchen regelmäßig sehr starke Grenzwertüberschreitungen des Chloridgehaltes laut 2. Forstverordnung festgestellt worden waren, welche vom Streusalzeinsatz verursacht worden sind.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Nach den Analysenergebnissen des Jahres 1990 weisen die Meßpunkte in Neustift und in Innervals leicht erhöhte Schwefelgehalte ohne Grenzwertüberschreitungen auf.

7. Beurteilungsraum: Landeshauptstadt Innsbruck und östliches Mittelgebirge

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidbelastung war im Jahre 1991 bei den Meßstellen Innsbruck-Reichenau, Innsbruck - Olympisches Dorf und Innsbruck-Zentrum hinsichtlich der gemessenen SO₂-Höchstwerte deutlich niedriger als im Vorjahr. Somit wurden im Jahr 1991 bei allen drei Innsbrucker Meßstellen, also in der Reichenau, im Olympischen Dorf und im Zentrum, die SO₂-Grenzwerte der 2. Forstverordnung eingehalten. Obwohl die Tiroler Luftreinhalteverordnung für Innsbruck SO₂-Grenzwerte der Zone II (allgemeines Siedlungsgebiet) vorsieht, wurden auch die gegenüber der 2. Forstverordnung noch strengeren Grenzwerte der Zone I (Erholungsgebiet) bei den Meßstellen Innsbruck-Zentrum und Innsbruck - Olympisches Dorf das ganze Jahr 1991 eingehalten. Bei der Meßstelle Innsbruck-Andechsstraße wurde nur im Dezember 1991 an 2 Tagen kurzfristig und geringfügig der SO₂-Grenzwert der Zone I mit Halbstundenmittelwerten bis 0,16 mg SO₂/m³ überschritten, jedoch die für Innsbruck vorgesehenen SO₂-Grenzwerte der

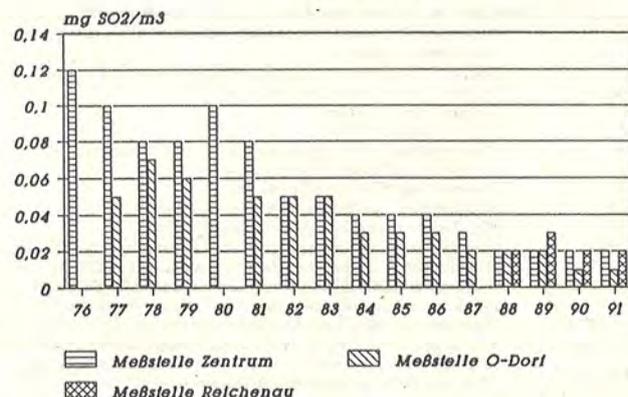
Zone II bei weitem eingehalten.

Somit ist die SO₂-Belastung z.B. im Zentrum von Innsbruck gegenüber der stärksten belasteten Zeit im Jahr 1976 auf rund 1/10 der damaligen SO₂-Belastung zurückgegangen und zwar sowohl hinsichtlich der kurzfristigen Maximalwerte als auch der Langzeitbelastung. (siehe folgende Tabelle)

SO ₂ - Entlastung in Innsbruck Zentrum		
SO ₂ in mg/m ³	1976	1991
Jahresmittelwert	0,12	0,015
max. Monatsmittelwert	0,34	0,03
max. Tagesmittelwert	0,84	0,06
max Halbstundenmittelwert	1,29	0,12

- Die Nadelanalysen hatten im Jahr 1990 an den südlich von Innsbruck gelegenen Hanglagen immer noch Grenzwertüberschreitungen bei Schwefel gemäß 2. Forstverordnung u.a. auch im Bereich des Landesgefängnisses gezeigt. Die Fluorbelastung war im Jahr 1990 im Bereich des Landesgefängnisses auf Innsbrucker Beurteilungsgebiet nicht erhöht gewesen (Gesamtbesprechung siehe 5. Beurteilungsraum).
- Die Schwebstaubbelastung war im Jahr 1991 bei den drei Innsbrucker städtischen Meßstellen unterschiedlich hoch. So wurde bei der Meßstelle Innsbruck-Zentrum im Dezember 1991 an einem Tag nicht nur der für Zone II der Tiroler Luftreinhalteverordnung vorgesehene Grenzwert nicht eingehalten, sondern sogar der Grenzwert der Vorwarnstufe des Smogalarmgesetzes für die Summe aus Staub + Schwefeldioxid überschritten! Der Großteil dieser Belastung wurde durch den vom Straßenverkehr aufgewirbelten Streusplit verursacht. Bei der Meßstelle Innsbruck-Andechsstraße wurde der für Innsbruck vorgesehene Staubgrenzwert der Tiroler Luftreinhalteverordnung für Zone II (allgemeines Siedlungsgebiet) nur knapp eingehalten. Im Olympischen Dorf wurde dagegen der Staubgrenzwert der Zone II bei weitem eingehalten.

SO₂-Jahresmittelwerte
Innsbruck 1976-1991



● Die durchschnittliche Stickstoffmonoxidbelastung 1991 war in Innsbruck bei allen drei Meßstellen ähnlich wie im Vorjahr. Die Grenzwerte gemäß VDI-Richtlinie 2310 wurden bei den Meßstellen Innsbruck-Zentrum und Innsbruck - Olympisches Dorf im Jahre 1991 eingehalten, während sie bei der Meßstelle Innsbruck-Reichenau im Dezember 1991 erneut überschritten wurden.

Auf der Nordkette unmittelbar oberhalb der Waldgrenze lagen 1991 die Stickstoffmonoxidbelastungen erwartungsgemäß wesentlich niedriger als im Talkessel von Innsbruck. Trotzdem sind die durch Hangaufwinde aus dem Inntal festzustellenden Stickstoffmonoxidbelastungen auf fast 2.000 m Seehöhe mit max. Halbstundenmittelwerten bis 36 ppb bemerkenswert. Die Grenzwerte gemäß VDI-Richtlinie 2310 wurden bei dieser Meßstelle jedoch bei weitem eingehalten.

● Die Stickstoffdioxidbelastung ist 1991 bei der innerstädtischen Meßstelle Innsbruck-Zentrum erneut im Jahresmittel deutlich zurückgegangen (um 5 ppb gegenüber dem Vorjahr). Die mittlere Belastung in Innsbruck-Reichenau ist nur mehr geringfügig - um 1 ppb gegenüber dem Vorjahr - zurückgegangen, während im Olympischen Dorf die mittlere Belastung sogar um 1 ppb zugenommen hat. Somit ist erstmals die im weiteren Einflußbereich der Autobahn und der Industriezone gelegene Stadtrandmeßstelle Innsbruck - Olympisches Dorf mit 27 ppb NO₂ (Jahresmittelwert) die am höchsten belastete Meßstelle in Innsbruck, was umso bemerkenswerter ist als sie in einem ausgesprochenen Wohngebiet mit relativ geringem lokalem Verkehrsaufkommen liegt. Die früher stark belasteten innerstädtischen Meßstellen von Innsbruck-Reichenau bzw. Innsbruck-Zentrum weisen 1991 Jahresmittelwerte von 20 bzw. 23 ppb NO₂ auf. Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlenen Richtwerte wurden im Jahr 1991 bei der Meßstelle Innsbruck-Zentrum nicht überschritten, während diese Grenzwerte in Innsbruck-Reichenau an 4 Tagen und im Olympischen Dorf an 12 Tagen in den Wintermonaten nicht einge-

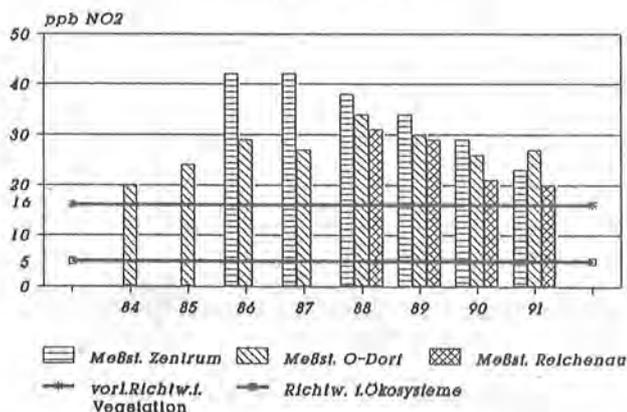
halten wurden. Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Pflanzen empfohlenen Richtwerte wurden bei allen drei Meßstellen deutlich überschritten und jene zum Schutz der Ökosysteme sogar um das 4- bis 5-fache!

Bei der Meßstelle auf der Nordkette, im Bereich oberhalb der Waldgrenze auf fast 2.000 m Seehöhe, wurden im Jahr 1991 ebenso wie 1990 mit 4 ppb NO₂ als Jahresmittelwert etwas höhere Stickstoffdioxidbelastungen gemessen als in den früheren Jahren. Die zum Schutz des Menschen empfohlenen Stickstoffdioxidgrenzwerte wurden bei der Meßstelle Nordkette durchwegs bei weitem eingehalten. Die Richtwerte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Ökosysteme wurden jedoch auf der Nordkette im Jahre 1991 erneut fallweise mit Halbstundenmittelwerten bis 48 ppb NO₂ überschritten. Da diese Belastungen hauptsächlich mit Zuwehungen aus dem Talbodenbereich des Inntales und des Innsbrucker Beckens zusammenhängen, zeigen sie, daß unterhalb der Waldgrenze an den Hanglagen der Nordkette ebenfalls mit einem Überschreiten dieser Grenzwerte zu rechnen ist, sodaß die davon betroffenen Wälder an den Hanglagen des Inntals einem vermehrten Stickstoffeintrag ausgesetzt sind. Vereinzelt waren auf der Nordkette auch Stickstoffdioxidfernttransporte mit Tagesmittelwerten bis 17 ppb NO₂ aus dem nördlichen bis nordöstlichen Ausland festzustellen. Von diesen Belastungen können dann große Bereiche der nördlichen Kalkalpen bis hin zum Alpenhauptkamm und vereinzelt auch bis südlich des Alpenhauptkammes betroffen sein, wobei diese überregionalen Zuwehungen vorwiegend in höheren Lagen nachweisbar waren.

● Ganzjährig wurden im Innsbrucker Talkessel Stickstoffdioxidbelastungen gemessen, die gemeinsam mit Kohlenwasserstoffen und der Sonneneinstrahlung bei geeigneten meteorologischen Bedingungen besonders im Sommerhalbjahr erhöhte Ozon- und Photooxidantienbelastungen auslösen können.

● Die Ozonbelastung war im Sommer 1991 im Stadtgebiet von Innsbruck hinsichtlich der Maximalwerte etwas geringer als im Vorjahr. Auch im Bereich der Meßstelle Nordkette wurden geringere Maximalwerte als im Vorjahr registriert. Trotzdem wurden die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit vorgeschlagenen Vorsorgegrenzwerte in Innsbruck-Stadt an 58 Tagen, vorwiegend im Sommerhalbjahr, z.T. erheblich überschritten und auf der Nordkette sogar an 160 Tagen. Darüberhinaus wurden die empfohlenen Grenzwerte zum Schutz der Vegetation am Talboden um mehr als das Doppelte überschritten, auf der Seegrube sogar um das 2,5-fache. Auf der Nordkette im Bereich der Waldgrenze sind die Ozonbelastungen in der Regel wegen des dort fehlenden Ozonrückgangs in der Nacht besonders lang anhaltend. In geschützten, bewaldeten Geländeinschnitten kann die Ozonbelastung lokal geringer sein - siehe Kapitel 9.

NO₂-Jahresmittelwerte
Innsbruck 1984-1991

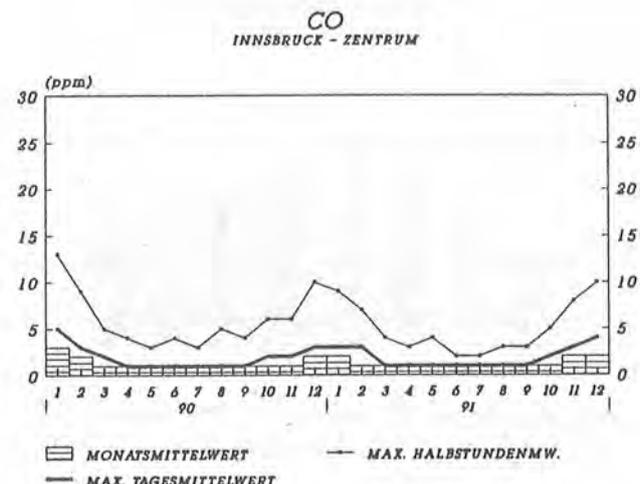
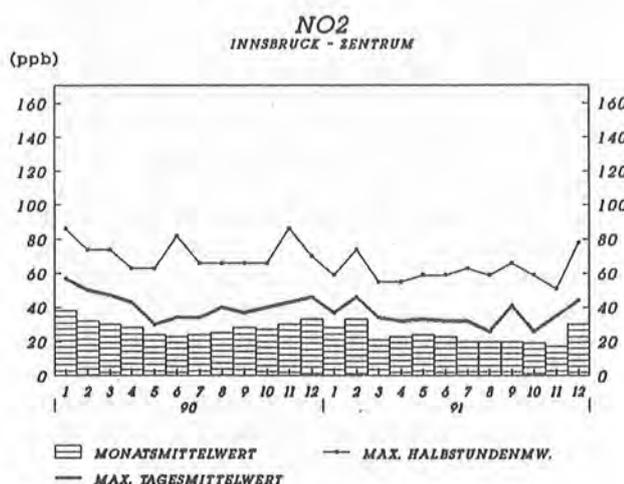
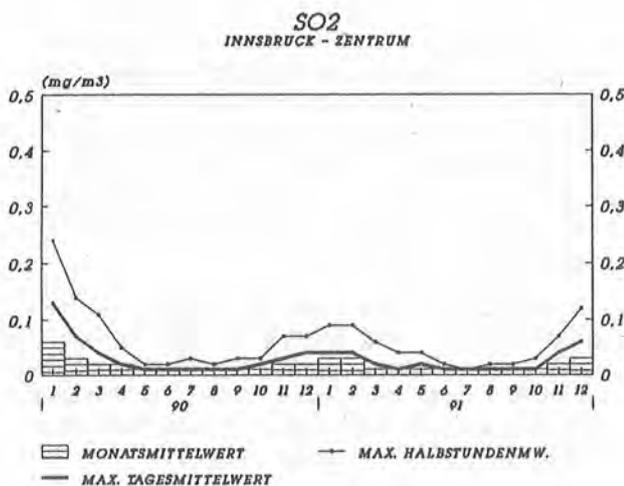


- Die Kohlenmonoxidbelastung hat bei den innerstädtischen Meßstellen Innsbruck-Zentrum und Innsbruck-Reichenau gegenüber dem Vorjahr hinsichtlich der Maximalwerte insbesondere bei der Meßstelle Innsbruck-Reichenau abgenommen, während sie bei der Stadtrandmeßstelle Innsbruck-Olympisches Dorf im Jahr 1991 gleich hoch war wie im Vorjahr. Die Maximalwerte lagen im Olympischen Dorf und in der Reichenau sogar über jenen von Innsbruck-Zentrum-Fallmerayerstraße. Die zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Vorsorgegrenzwerte wurden 1991 in Innsbruck-Reichenau an insgesamt 5 Tagen bei winterlichen Inversionswetterlagen überschritten, während sie bei den anderen beiden Meßstellen eingehalten wurden.
- Die Staubbiederschlagsbelastung war in Innsbruck-Zentrum auch im Jahr 1991 am höchsten und ist bei den übrigen Innsbrucker-Meßstellen gegenüber dem Vorjahr leicht angestiegen. Trotzdem wurden die Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung bei keiner Meßstelle überschritten. Die verkehrsfertige Meßstelle an der Innpromenade zeigte eine

deutlich geringere Staubbiederschlagsbelastung, dort wurde der Schweizer Grenzwert nur weniger als zur Hälfte ausgeschöpft. Dies läßt darauf schließen, daß ein großer Teil der Staubbiederschlagsbelastung durch die vom Straßenverkehr verursachten Staubaufwirbelungen bedingt ist.

- Die Bleibelastung im Staubbiederschlag lag bei 6 von 7 Meßstellen gleich hoch wie im Vorjahr, wobei die Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung nicht überschritten wurden. Die Meßstelle Innsbruck-Zentrum, vor dem Landesgerichtsgebäude, wies im Jahr 1991 eine deutlich erhöhte Bleistaubbelastung auch im Jahresmittelwert auf, obwohl die Meßperiode Juni und Juli nur unvollständig erfaßt werden konnte. In dieser Zeit wurde das Landesgerichtsgebäude repariert, wobei u.a. auch die Betonteile sandgestrahlt wurden. Es wird untersucht, ob die erhöhte Bleistaubbelastung bei dieser Meßstelle mit diesen Maßnahmen in Zusammenhang stehen könnte.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

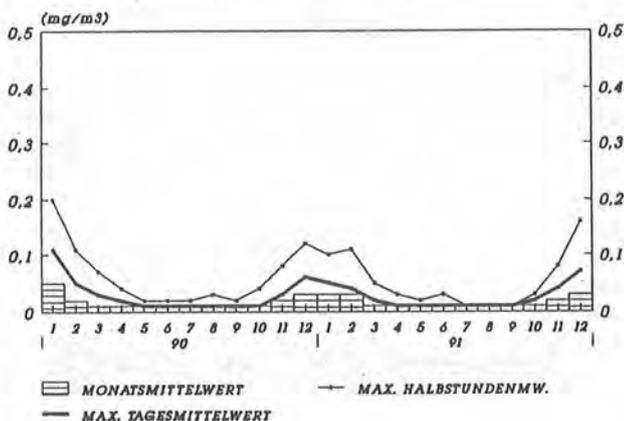


Meßstelle: Innsbruck - Fallmerayerstraße - Zentrum
Lage: 580m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet

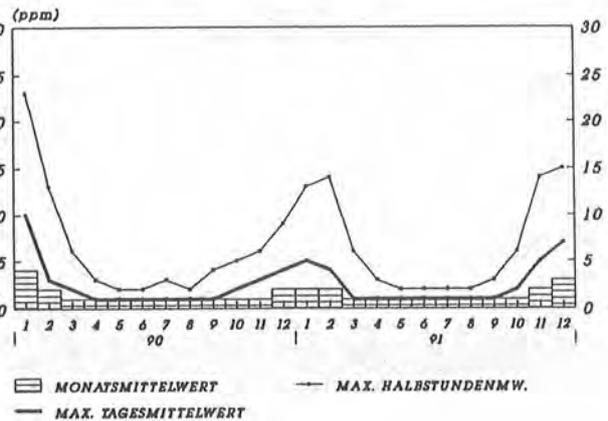
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,02	-	S:0,02 W:0,06 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,09	-	S:0,05 W:0,24 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,03 W:0,12 (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch + 2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/91	0,05	-	0,22 (Zone II: 0,20)	-	SO ₂ + Staub 0,62 !**	-	-	-	Tir. LRVO II überschritten !**
NO (ppb)	1-12/91	48	-	250 (400)	-	-	-	531 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/91	23 (V:16) (Ö:5)	-	46 (M:52) (V:42) (Ö:21)	-	-	-	78 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch eingehalten ÖAW Veg. + ÖAW Öko. überschritten
CO (ppm)	1-12/91	1	-	4	8 (9)	9	10 (34)	10	-	V. Richtl. 1 eingehalten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 !** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
 Tir.LRVO Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87
 V.Richtl.1 Vorläufige Richtlinie Nr.1 Kohlenmonoxid lt. wissenschaftlichem Beirat für Umwelthygiene im Bundesministerium f.G.u.U. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 jeweils angegebener Grenzwert überschritten

SO₂
INNSBRUCK - REICHENAU



CO
INNSBRUCK - REICHENAU

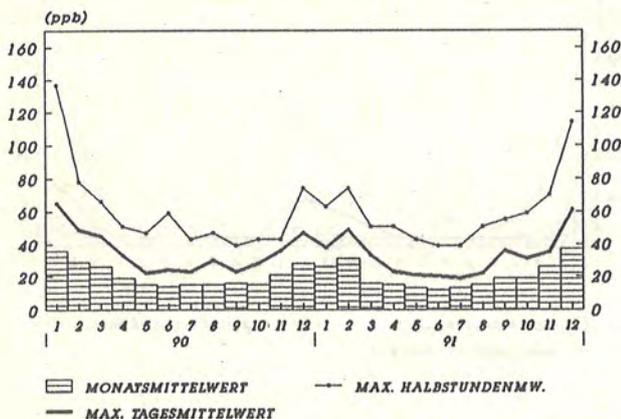


Meßstelle: Innsbruck - Andechsstraße - Reichenau
Lage: 570m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet

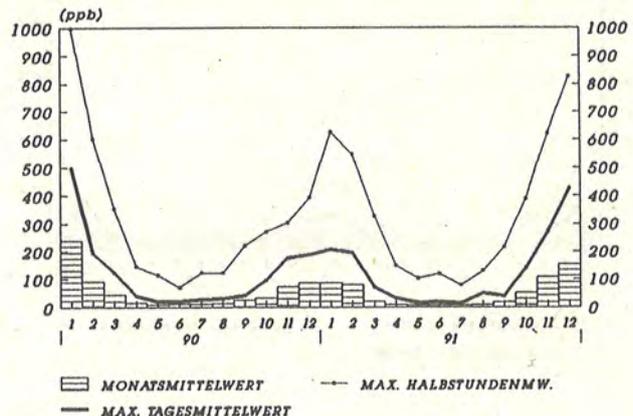
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5- Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,02	-	S:0,02 W:0,07 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,14	-	S:0,03 W:0,16 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,02 W:0,09 (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch + 2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/91	0,05	-	0,19 (M-Zone II: 0,20)	-	-	-	-	-	Tir. LRVO II eingehalten
NO (ppb)	1-12/91	47	-	426 (400)	-	-	-	826 (800)	-	VDI 2310 überschritten
NO ₂ (ppb)	1-12/91	20 (V:16) (Ö:5)	-	61 (M:52) (V: 42) (Ö: 21)	-	91	-	114 (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW- Veg. + ÖAW Öko. überschritten
O ₃ (ppb)	1-12/91	15	37 (V:30)	43	71 (M:50) (V:30)	76	79 (V:75)	79 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW Veg. überschritten
CO (ppm)	1-12/91	1	-	7	12 (9)	14	14 (34)	15	-	V. Richt. 1 überschritten

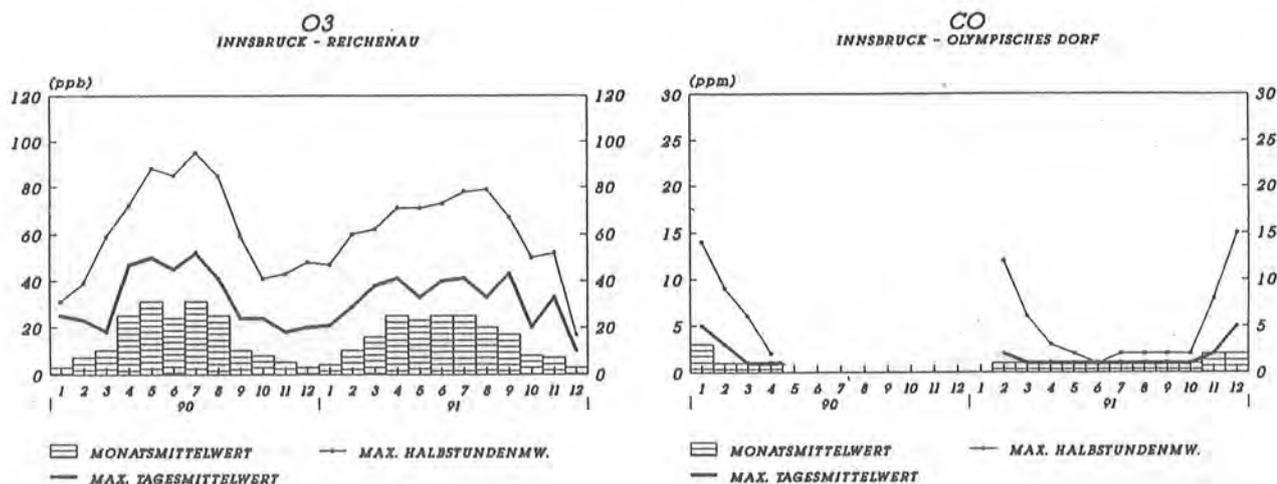
() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 !** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 2. FVO Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2. Forstverordnung BGBl. Nr. 199/1984
 VDI 2310 Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure
 ÖAW Wirkungsbezogene Immissionskonzentrationen für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
 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. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz jeweils angegebener Grenzwert überschritten

NO₂
INNSBRUCK - REICHENAU



NO
INNSBRUCK - REICHENAU



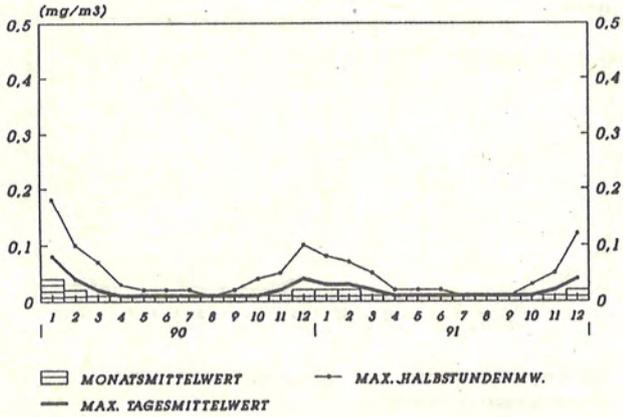


Meßstelle: Innsbruck - An der Lan Straße - Olympisches Dorf
Lage: 570m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet

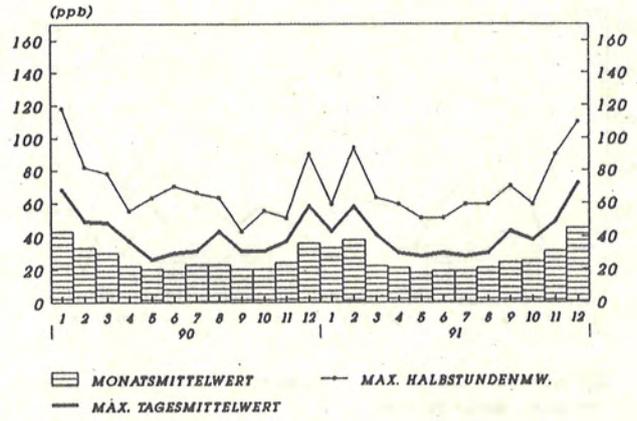
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,01	-	S:0,01 W:0,04 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,11	-	S:0,03 W:0,18 ((M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,02 W:0,06 (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch + 2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/91	0,04	-	0,14 (M-Zone II: 0,20)	-	-	-	-	-	Tir. LRVO II eingehalten
NO (ppb)	1-12/91	44	-	330 (400)	-	-	-	598 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/91	27 (V:16) (Ö:5)	-	72 (M:52) (V:42) (Ö:21)	-	102	-	110 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW Veg. + ÖAW Öko. überschritten
CO (ppm)	2-12/91	1	-	5	6 (9)	8	12 (34)	15	-	V. Richt. 1 eingehalten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 !** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgengrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
 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 Beitrag für Umwelthygiene im Bundesministerium f.G.u.U. = Vorsorgengrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 jeweils angegebener Grenzwert überschritten

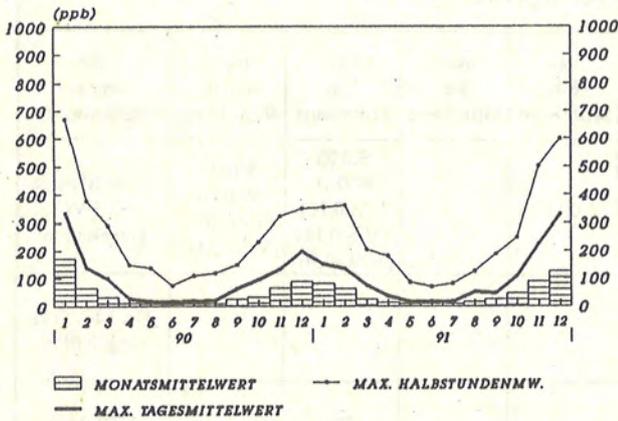
SO₂
INNSBRUCK - OLYMPISCHES DORF



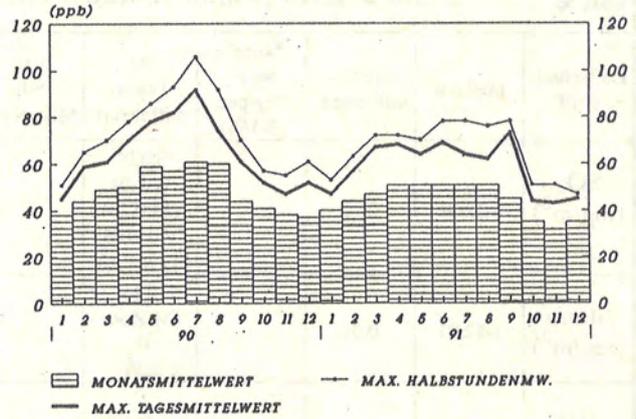
NO₂
INNSBRUCK - OLYMPISCHES DORF



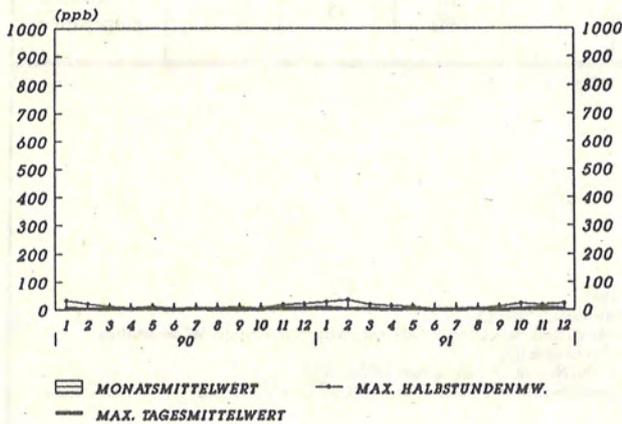
NO
INNSBRUCK - OLYMPISCHES DORF



O₃
NORDKETTE



NO
NORDKETTE



NO₂
NORDKETTE

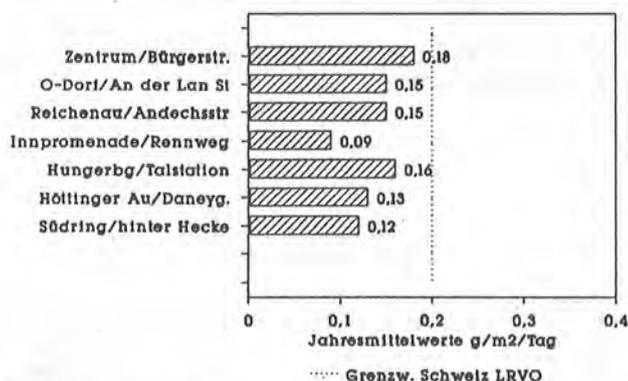


Meßstelle: Nordkette
Lage: 1960m ü.d.M./Hanglage/hochalpine Felsregion

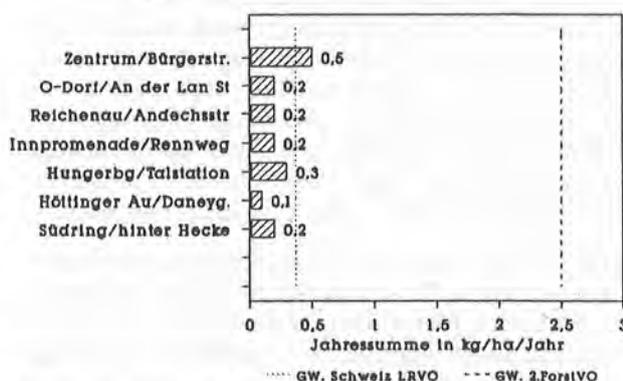
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
NO (ppb)	1-12/91	2	-	8 (400)	-	-	-	36 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/91	4 (V:16) (Ö:5)	-	17 (M:52) (V:42) (Ö:21)	-	36	-	48 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. eingehalten ÖAW-Öko. überschritten
O ₃ (ppb)	1-12/91	45	50 (V:30)	73	76 (M:50) (V:30)	77	78 (V:75)	78 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW Veg. überschritten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 ** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 2. FVO Staubgrenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung, Zone I bzw. Zone II, LGBL Nr.5/78 i. d. Fass., d. Nov. LGBL 68/87
 VDI 2310 Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure
 ÖAW Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
 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. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 jeweils angegebener Grenzwert überschritten

Innsbruck
Gesamtstaubniederschlag 1991



Innsbruck
Blei im Staubniederschlag 1991



Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Die Nadelproben 1990 zeigen an den Meßstellen Andreas-Hofer-Weg, Mentelberg, südöstlich Ziegelstadel, Grillhof, Tummelplatz und Igl-Kurhaus z.T. deutliche Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung. Leicht erhöhte Schwefelbelastungen ohne Grenzwertüberschreitungen traten bei der Meßstelle

Hungerburgbahn auf.

Fluor:

Bei den im Bereich des Landesgefängnisses liegenden Meßpunkten auf Innsbrucker Seite wurden die Fluorgrenzwerte der 2. Forstverordnung nicht überschritten.

Chlorid:

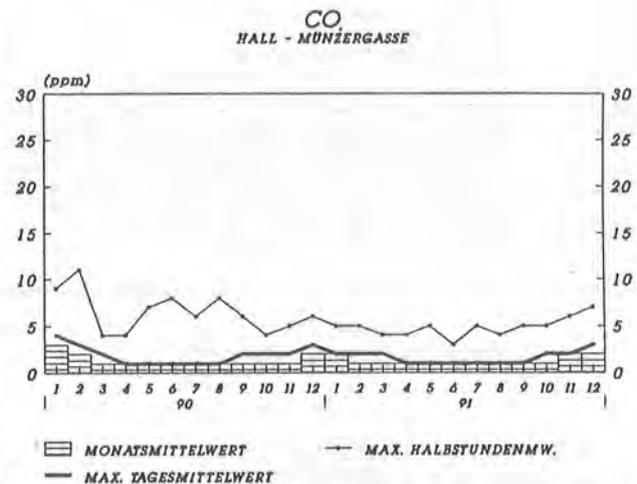
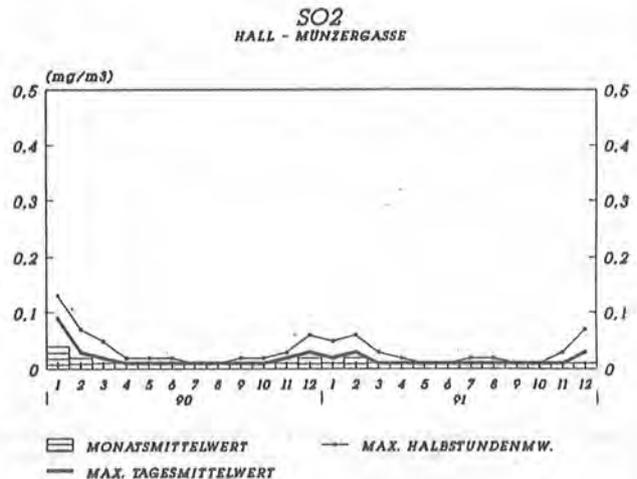
Leicht erhöhte Chloridbelastung ohne Grenzwertüberschreitung wurde bei der Meßstelle am Tummelplatzweg festgestellt.

8. Beurteilungsraum: Hall und Umgebung

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidbelastung ist in Hall im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr hinsichtlich der Maximalwerte erneut zurückgegangen. Das hat dazu geführt, daß nicht nur die Grenzwerte der 2. Forstverordnung, sondern auch die Grenzwerte der Zone I (Erholungsgebiet) bei weitem eingehalten, obwohl Hall laut Tiroler Luftreinhalteverordnung als Zone II ausgewiesen ist.
- Die Nadelanalysen hatten im Jahr 1990 an einigen Meßpunkten an den Hanglagen um Hall und Rum immer noch erhöhte Schwefelbelastungen aufgewiesen, wobei die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten worden waren.
- Die Schwebstaubbelastung ist 1991 im Jahresmittelwert bei der Meßstelle Hall leicht angestiegen. An einem Tag wurde durch ein technisches Gebrechen in der Industriezone von Hall der Grenzwert der Zone II der Tiroler Luftreinhalteverordnung überschritten.
- Die mittlere Stickstoffmonoxidbelastung ist im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr nur geringfügig zurückgegangen. Die Grenzwerte der VDI-Richtlinie 2310 wurden gerade nicht überschritten.
- Die Stickstoffdioxidbelastung ist bei der Meßstelle Hall-Münzergasse, welche in einem Wohngebiet am Stadtrand liegt, jedoch von der 200 m entfernten Autobahn stark beeinflußt wird im Jahresmittelwert ganz geringfügig um 1 ppb auf 29 ppb zurückgegangen. Besonders bemerkenswert ist, daß im Sommerhalbjahr sogar die mittlere Stickoxidbelastung gegenüber dem Vorjahr um 2 ppb zugenommen hat. Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlenen Grenzwerte wurden in Hall-Münzergasse an 17 Tagen überschritten - also wesentlich häufiger als im Stadtgebiet von Innsbruck. Auch die Grenzwerte zum Schutz der Vegetation und der Ökosysteme wurden fast um das 2- bzw. 4-fache überschritten.
- Ganzjährig wurden in Hall Stickstoffdioxidbelastungen gemessen, die gemeinsam mit Kohlenwasserstoffen bei geeigneten Umwandlungsbedingungen zu einem deutlich erhöhten Ozon- und Photooxidantienbildungspotential führen.
- Die Kohlenmonoxidmessungen zeigten, daß im Bereich Münzergasse ganzjährig merklich erhöhte Belastungen feststellbar sind, daß dabei aber die Vorsorgegrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit durchwegs eingehalten wurden.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

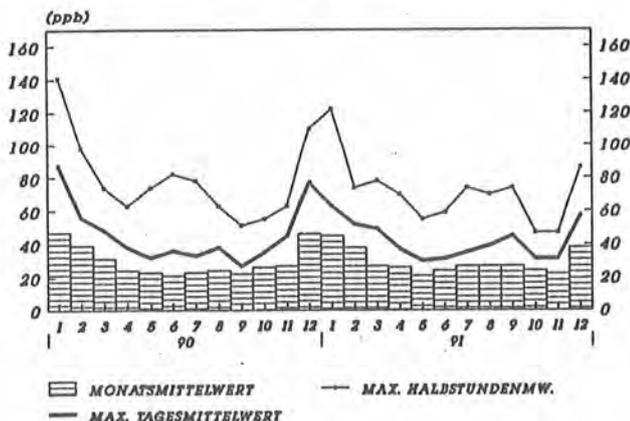


Meßstelle: Hall i.T. - Münzergasse
Lage: 560m ü.d.M./Talboden/ländliches Wohngebiet

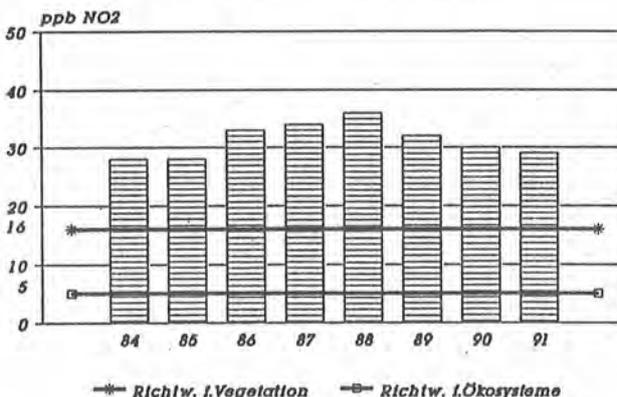
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,01	-	S:0,01 W:0,03 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,07	-	S:0,02 W:0,07 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,01 W:0,03 (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch + 2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/91	0,05	-	0,21 (M-Zone II) 0,20	-	-	-	-	-	Tir. LRVO II überschritten
NO (ppb)	1-12/91	65	-	376 (400)	-	-	-	751 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/91	29 (V:16) (Ö:5)	-	63 (M:52) (V:42) (Ö:21)	-	102	-	122 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW Veg. + ÖAW Öko. überschritten
CO (ppm)	1-12/91	1	-	3	5 (9)	6	7 (34)	7	-	V. Richt. 1 eingehalten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 !** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgengrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
 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. = Vorsorgengrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 [gestrichelt] jeweils angegebener Grenzwert überschritten

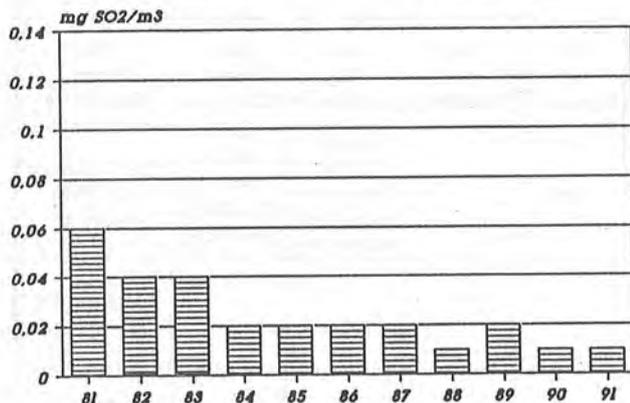
NO₂
HALL - MÜNZERGASSE



NO₂-Jahresmittelwerte
Hall i.T.-Münzergasse 1984-1991



SO₂-Jahresmittelwerte
Hall I.T.-Münzergasse 1981-1991



Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung traten im Jahr 1990 bei den Meßpunkten Rinn-Mooshöfe, Patsch und Mils-Stichweg auf. Ebenso wurden z.T. deutliche Grenzwertüberschreitungen bei den Meßpunkten im Bereich Rum (Schnatzenbühel und Forstmeile) festgestellt. Alle übrigen Probepunkte wiesen leicht erhöhte Schwefelgehalte in den Fichten-

nadeln auf, wobei keine Grenzwertüberschreitungen auftraten.

9. Beurteilungsraum: Wattens und Umgebung

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Nadelanalysen hatten im Raum Wattens und Umgebung gezeigt, daß 1990 vorwiegend die nördlich des Inn gelegenen Hanglagen im Raum Fritzens-Baumkirchen von erhöhten Schwefelbelastungen mit Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung betroffen waren.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Im Raum Fritzens-Baumkirchen traten 1990 z.T. deutliche Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung bei den Meßstellen Spielplatz-Fritzens und zwischen Fritzens und Baumkirchen auf.

Fluor:

Die Grenzwerte laut 2. Forstverordnung wurden nicht überschritten.

Bezirk Schwaz

BFI Schwaz, BFI Zillertal

a) Waldzustand

Die Wälder des Bezirkes Schwaz sind 1991 mit knapp 38 % Schadensanteil überdurchschnittlich geschädigt. Gegenüber 1990 ist eine Verbesserung des Waldzustandes um 2 %-Punkte zu verzeichnen.

Der Gesundheitszustand der Fichte hat sich seit 1987 kontinuierlich gebessert. Deutlich vitaler gegenüber 1990 zeigt sich die Tanne, in allen Schadstufen war hier ein Rückgang zu verzeichnen. Ebenso verbessert hat sich der Kronenzustand der Kiefer, Zirbe und Buche, wobei der schlechte Gesundheitszustand der Buche nach wie vor besorgniserregend ist (73,5 % geschädigt). Das bislang höchste Schadensniveau seit Beginn der Inventur ist bei der Lärche erreicht worden - 39 % der Lärchen zeigen Kronenverlichtungen.

Die Waldschäden konzentrieren sich auf das Inntal und den Nordalpenbereich mit dem Achenseegebiet, Steinberg, Hinterriß und das Bächental.

b) Immissionssituation

10. Beurteilungsraum: Schwaz und Umgebung

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

● Passivsammlererhebungen zur großflächigen Untersuchung der Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxidbelastung in Schwaz wurden vom September 1990 bis August 1991 durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, daß die 10 Standorte je nach Lage zu den Emittenten und ihrer topographischen Lage im Gelände deutliche Unterschiede in der Belastung aufweisen.

Hinsichtlich SO₂ wurden als die höchstbelasteten Standorte mit über 10 ppb Jahresmittelwert die Meßorte Dr.-Karl-Psenner-Straße und Sportplatz-West sowie Lahnbach-Feuerwehrmuseum festgestellt.

● Die relativ hohe mittlere SO₂-Belastung von mehr als 10 ppb SO₂ (was einem Jahresmittelwert von 0,03 mg SO₂/m³ entspricht) bei mehreren Meßstellen in Schwaz erklärt auch die relativ hohen Schwefelbelastungen in den Fichtennadeln. Die Nadelanalysen im Jahr 1990 hatten bei mehreren Meßstellen in Talbodennähe im Raum Schwaz und Umgebung deutliche Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung gezeigt.

● Beim Stickstoffdioxid waren die Passivsammler-Meßorte Arbeitsamt-Swarovskistraße und Lahnbach-Feuerwehrmuseum die beiden am höchsten be-

lasteten. Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften als Zielvorstellungen zum Schutz der Ökosysteme festgelegten Stickstoffdioxidgrenzwerte wurden in Schwaz bei allen 10 Meßstellen überschritten, bei den Meßstellen Arbeitsamt und Lahnbach/Feuerwehrmuseum wurden auch die vorläufigen Richtwerte zum Schutz der Vegetation mit 18 ppb NO₂ als Jahresmittelwert überschritten.

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
	1990	66,1	26,8	5,9	1,3	33,9
	1991	66,8	25,2	5,8	2,2	33,2
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
	1990	16,8	31,6	28,1	23,5	83,2
	1991	43,6	28,6	18,4	9,4	56,4
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
	1990	73,6	26,4	-	-	26,4
	1991	61	37,8	1,2	-	39
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
	1990	40,1	43,6	16,4	-	59,9
	1991	53,6	39,4	7	-	46,4
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
	1990	66	29,2	4,8	-	34
	1991	72,7	20,2	7,1	-	27,3
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
	1990	12,6	63	18,8	5,6	87,4
	1991	26,5	55	14,2	4,3	73,5
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
	1990	60	30,3	7,6	2,1	40
	1991	62,1	28,6	6,8	2,5	37,9

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:**Nadelanalysen:**

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Die Nadelanalysen 1990 ergaben z.T. deutliche Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung für Probenpunkte in Talbodennähe (Wiesing, Vomp-Schießstand, Palais Enzenberg und Schwaz-Kraken) sowie auch an höher gelegenen Punkten (Pfit-scher Hof und Pirschneraste).

Chlorid:

Die Chloridanalyse 1990 ergab bei der Meßstelle Palais Enzenberg keine erhöhte Chloridbelastung.

11. Beurteilungsraum: Achtental**ZUSAMMENFASSENDER BEURTEILUNG:**

- Die Nadelanalysen hatten 1990 entsprechend der bal-lungsraum- und industriefernen Lage höchstens leicht erhöhte Schwefelbelastungen ohne Grenzwert-überschreitungen gezeigt.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:**Nadelanalysen:**

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

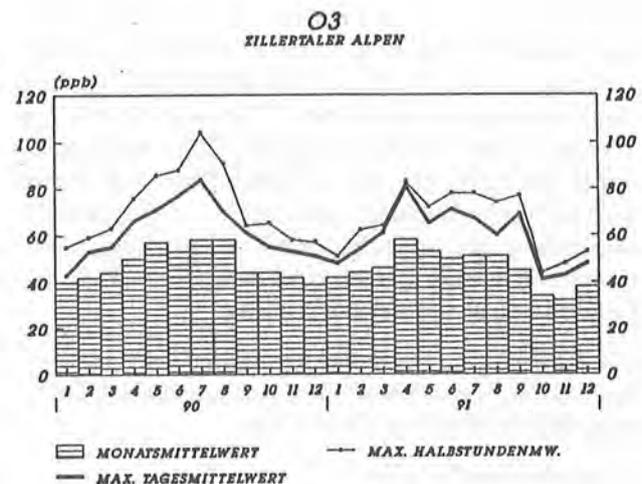
Schwefel:

Die Analysen 1990 lassen keine (Steinberg) bis leicht erhöhte Einwirkungen (Bächtental) von Schwefel auf Fichtennadeln erkennen. Grenzwertüberschreitungen wurden nicht festgestellt.

12. Beurteilungsraum: Vorderes und Hinteres Zillertal**ZUSAMMENFASSENDER BEURTEILUNG:**

- Die Nadelanalysen im Zillertal hatten im Jahr 1990 erneut in Stumm an einigen Meßstellen erhöhte Schwefelbelastungen der Fichtennadeln mit Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung gezeigt. Auch in Hainzenberg lag 1990 die Schwefelbelastung der Fichtennadeln über den Grenzwerten der 2. Forstverordnung. Im übrigen Zillertal sind keine erhöhten Schwefelbelastungen festgestellt worden.

- Die Ozonbelastung war im Jahr 1991 in den Zillertaler Alpen im Durchschnitt gleich hoch wie im Vorjahr, jedoch wurden im Jahr 1991 etwas niedrigere Höchstwerte festgestellt wie im Vorjahr. Trotzdem wurden die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der Vegetation festgelegten Grenzwerte um das mehr als 2,5-fache überschritten. An 155 Tagen des Jahres 1991, vorwiegend im Sommerhalbjahr, wurden auch die zum Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlenen Vorsorgegrenzwerte überschritten.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:**Nadelanalysen:**

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Im Bereich Stumm wurden 1990 an den Meßstellen Antoniuskapelle und Großmärz Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung festgestellt. Zudem kam es im Jahr 1990 in Oberkaltenbach und am Hainzenberg zu Grenzwertüberschreitungen. Ansonsten traten im gesamten Bereich des Zillertales keine bzw. nur leicht erhöhte Schwefelbelastungen (Wimmertal, Ginzling-Maxhütte, Zillergrund, Zillertaler Höhenstraße) ohne Grenzwertüberschreitungen auf.

Fluor:

Bei den Meßstellen Stumm-Antoniuskapelle und südlich Riser wurden keine erhöhten Fluoridbelastungen festgestellt.

Meßstelle: Zillertaler Alpen**Lage: 1910m ü.d.M./Berglage/hochalpine Felsregion**

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
O ₃ (ppb)	1-12/91	45	50 (V:30)	81	82 (M:50) (V:30)	82	83 (75)	83 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW Veg. überschritten

()	Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
*	unvollständige Meßreihe
!*	Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO ₂ + Staub überschritten
Veg. per.	Vegetationsperiode: April bis September
S	Sommer (April - Oktober)
W	Winter (November - März)
M	Vorsorgengrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
V	Grenzwert zum Schutz der Vegetation
O	Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
V-S	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
V-W	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (O)
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. = Vorsorgengrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
97,5-Perz	97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
	jeweils angegebener Grenzwert überschritten

Bezirk Kufstein

BFI Kufstein, BFI Wörgl

a) Waldzustand

Neben Reutte ist der Bezirk Kufstein mit 42 % Schadensfläche zu den schwer geschädigten Bezirken zu rechnen (Landesdurchschnitt 35 %). Der Bezirk Kufstein zählt zu den drei Bezirken Tirols, in denen im Jahr 1991 eine Verschlechterung des Waldzustandes zu beobachten war. Gegenüber dem Jahr 1990 hat sich der Anteil verlichteter Bestände um 2 %-Punkte erhöht, die auf eine Zunahme des Anteiles leicht verlichteter Bestände zurückzuführen ist. Verschlechtert haben sich im geringen Ausmaß die Fichte, und deutlicher die Lärche, die Kiefer und die Buche. Verbesserungen des Gesundheitszustandes konnten lediglich bei Ahorn und Tanne festgestellt werden.

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

b) Immissionssituation:

13. Beurteilungsraum: Brixlegg und Umgebung

ZUSAMMENFASSEND BEURTEILUNG:

● Die Schwefeldioxidbelastung bei den Meßstellen Brixlegg-Innweg und Brixlegg-Bahnhof hat sich im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Während bei der Meßstelle Brixlegg-Bahnhof die SO₂-Grenzwerte zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit nicht überschritten wurden, wurden bei der Meßstelle Brixlegg-Innweg, als einziger Meßstelle in ganz Tirol, diese Grenzwerte an 6 Tagen im Jahr 1991 z.T. erheblich überschritten. Auch die Grenzwerte der 2. Forstverordnung wurden in Brixlegg bei beiden Meßstellen, insbesondere bei der Meßstelle Brixlegg-Innweg, wiederholt und erheblich überschritten. Die von den Montanwerken Brixlegg in Aussicht gestellte Reduktion der SO₂-Belastung durch Erdgasverwendung könnte u.U. den notwendigen Sanierungsschritt ermöglichen.

● Die Nadelanalysergebnisse 1990 haben in der näheren Umgebung von Brixlegg nahezu flächendeckend zwischen Rattenberg und St.Gertraudi Grenzwertüberschreitungen für Schwefel gemäß 2. Forstverordnung gezeigt. Nur vereinzelte Grenzwertüberschreitungen waren 1990 auch in Kramsach und Brandenberg festgestellt worden.

● Die Messungen der Schwebstaubbelastung bei der Meßstelle Brixlegg-Innweg zeigte im Jahr 1991 eine gegenüber dem Vorjahr gestiegene Belastung an. Die

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
	1990	63,4	26,2	8,6	1,8	36,6
	1991	61,6	27,1	9,5	1,8	38,4
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
	1990	44,2	34,9	17,9	3	55,8
	1991	50,1	34,6	12,1	3,2	49,9
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
	1990	81,6	16,7	1,7	-	18,4
	1991	75	19,3	5,7	-	25
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
	1990	46,6	36,4	15	2	53,4
	1991	36,7	49,6	11,7	2	63,3
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
	1990	61	29,4	5,4	4,2	39
	1991	54,7	37	5,6	2,7	45,3
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
	1990	76,5	21,6	-	1,9	23,5
	1991	78	18,2	1,9	1,9	22
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
	1990	60,3	28,1	9	2,5	39,7
	1991	58	31,2	8,7	2,1	42

Grenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung Zone II wurden gerade noch eingehalten. Bei der Meßstelle Brixlegg-Bahnhof ist keine deutliche Veränderung gegenüber dem Vorjahr feststellbar. Hier wurden die Grenzwerte der Zone I der Tiroler Luftreinhalteverordnung eingehalten.

● Die Gesamtstaubniederschlagsbelastung in Brixlegg und Umgebung lag 1991 im Durchschnitt etwa gleich hoch wie im Vorjahr. Die Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung wurden bei allen Meßstel-

len eingehalten, wobei jedoch die Meßstelle Brixlegg-Container die relativ höchste Belastung aufwies.

- Die Staubzusammensetzung des Gesamtstaubniederschlags zeigte auch im Jahr 1991 insbesondere in unmittelbarer Nähe der Montanwerke deutlich erhöhte Schwermetallgehalte. Sowohl bei Blei, Kupfer und Zink hat insbesondere bei den stark belasteten Meßstellen die Belastung im Jahr 1991 gegenüber der Vorjahresbelastung abgenommen.
- Die Bleibelastung lag von den 8 Meßstellen bei 5 über den Grenzwerten der Schweizer Luftreinhalteverordnung. Allerdings wurden heuer erstmals die sehr hoch angesetzten Grenzwerte der 2. Forstverordnung knapp eingehalten. Trotzdem war der Bleieintrag bei der werksnahen Meßstelle Brixlegg-Container 10mal so hoch wie bei der autobahnnahe Meßstelle Kramsach-Voldöpp.
- Auch die Zinkbelastung im Staubniederschlag lag im Jahr 1991 unter den sehr hoch angesetzten Grenzwerten der 2. Forstverordnung, jedoch bei 5 Meßstellen über jenen der Schweizer Luftreinhalteverordnung.
- Die Kupferbelastung im Staubniederschlag war im Jahr 1991 bei der werksnächsten Meßstelle um knapp $\frac{1}{3}$ niedriger als im Vorjahr. Trotzdem wurden die Grenzwerte der 2. Forstverordnung bei dieser Meßstelle neuerlich deutlich überschritten.
- Neben den hauptsächlichen Schwermetallbelastungen durch Kupfer, Zink und Blei im Staubniederschlag ist zusätzlich mit anderen Schwermetallen in Nebenmengen zu rechnen wie z.B. Cadmium, Zinn, Antimon, Quecksilber u.a.. Derartige Schwermetallbelastungen bedeuten insbesondere bei ihrem langjährigen Auftreten für die Böden in der Umgebung um Brixlegg schwerste Beeinträchtigungen für die land- und forstwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeit und führen zu einer starken Verminderung der Bodenfruchtbarkeit.
- Die Schwermetall-Richtwerte für Blei und Cadmium für Grünlandaufwuchs werden, wie die Grasproben

Schwermetallgehalte von Grasproben (in mg/kg) aus Brixlegg, Reith i.A., Münster und Rattenberg					
Meßstelle	Zink	Kupfer	Blei	Cadmium	Quecksilber
Brixlegg - Bahnhof	170	74	24	1,8	0,16
Brixlegg - Innweg	455	200	73	2,4	0,15
Reith - Matzenköpfl	505	95	39	3,0	0,13
Münster - Matzenau	160	65	21	2,7	0,16
Brixlegg - Mariahill/ Stadtberg	111	53	22	1,4	0,10
Rattenberg - Stadtberg	69	22	18	0,5	0,07
Richtwerte	-	-	10	1	-

zeigen, in der Umgebung der Montanwerke z.T. erheblich überschritten.

- Die Dioxinanalysen wurden vom Umweltbundesamt auch im Jahr 1991 weitergeführt. Das UBA-Wien stellt im UBA-info, Okt.91 fest: "Seit in den Montanwerken emissionsmindernde Maßnahmen gesetzt wurden, ist ein Rückgang der Dioxinbelastungen festzustellen. Allerdings war die Dioxinbelastung der Kuhmilch vom untersuchten Bauernhof auch noch im Frühjahr des Jahres 1991 mit 22 ppt toxischen Äquivalenten unverträglich hoch, was auf die noch immer zu hohe Futtergrasbelastung und Anreicherung zurückzuführen ist. In den Niederlanden wurde beispielsweise Milch mit über 6 ppt toxischen Äquivalenten aus dem Verkehr gezogen. Der erste und zweite Grasschnitt des Jahres 1991 zeigte ebenfalls noch zu hohe Dioxingehalte. Weitere Untersuchungen und Maßnahmen sind daher erforderlich."
- Die Ozonbelastung bei der Meßstelle Kramsach-Angerberg war 1991 im Durchschnitt ähnlich hoch wie im Vorjahr. Die gemessenen Höchstwerte jedoch lagen deutlich unter jenen des Vorjahres. Trotzdem wurden die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Ozongrenzwerte bei dieser Meßstelle an 67 Tagen, vorwiegend im Sommerhalbjahr, überschritten. Auch die Grenzwerte zum Schutz der Vegetation wurden um das 2,5-fache überschritten.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Die Analysergebnisse 1990 ergaben wiederum zahlreiche Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung. Neben den Grenzwertüberschreitungen in der Umgebung von Brixlegg (Matzenköpfl, Versuchsfläche Matzen, Stadtberg-Rattenberg, Kramsach-Brunnenstube, Zottenhof, St.Gertraudi-Versuchsfläche, Reith-Versuchsfläche) traten auch an einigen entfernteren, höher gelegenen Probepunkten Grenzwertüberschreitungen auf (Kramsach-Mariatal, Brandenburg-Altersheim).

Chlorid:

Die Ergebnisse der Analysen 1990 zeigen eine leicht erhöhte Chloridbelastung bei der Meßstelle Zottenhof, ohne jedoch den Grenzwert laut 2. Forstverordnung zu überschreiten.

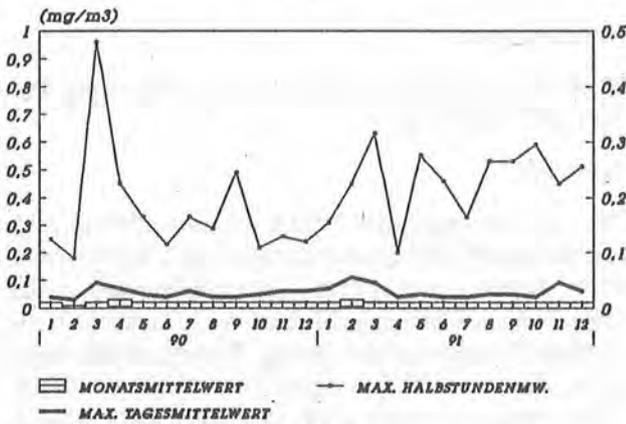
Meßstelle: Brixlegg - Innweg

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

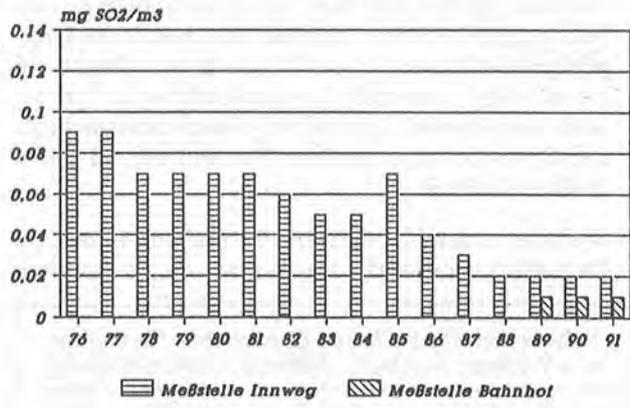
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,02	-	S:0,05 W:0,11 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,25	-	S:0,59 W:0,63 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,11 W:0,12 (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch +2. FVO. überschritten
Staub (mg/m ³)	1-12/91	0,05	-	0,19 (M-Zone II 0,20)	-	-	-	-	-	Tir. LRVO II eingehalten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 !** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
 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. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 jeweils angegebener Grenzwert überschritten

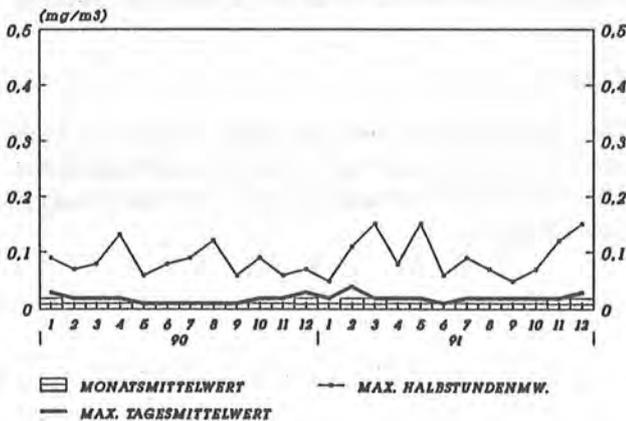
SO₂
BRIXLEGG - INNWEG



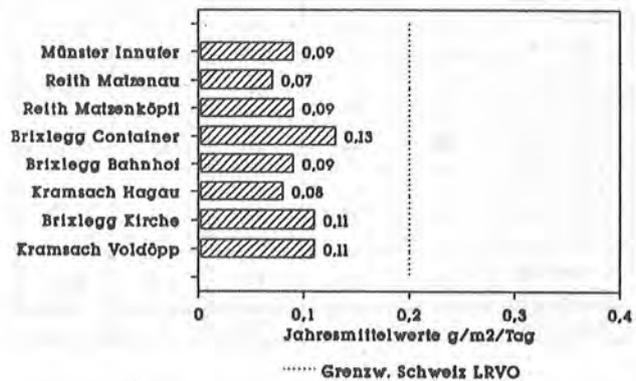
SO₂-Jahresmittelwerte
Brixlegg 1976-1991



SO₂
BRIXLEGG - BAHNHOF



Brixlegg, Reith i.A., Münster u. Kramsach
Gesamtstaubniederschlag 1991

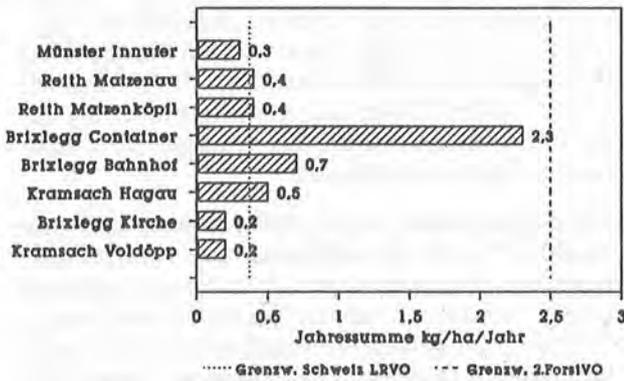


Meßstelle: Brixlegg - Bahnhof
Lage: 520m ü.d.M./Talboden/ländliches Wohngebiet

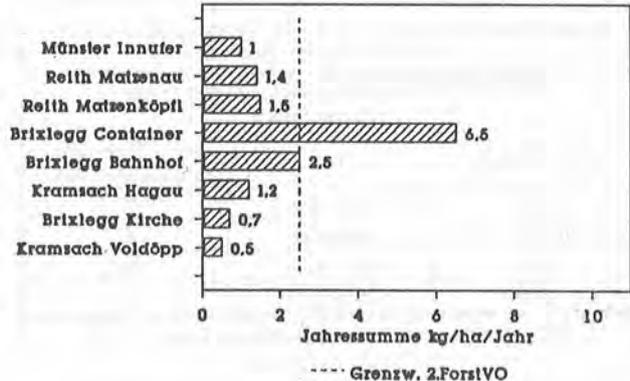
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,01	-	S:0,02 W:0,04 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,08	-	S:0,15 W:0,15 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,03 W:0,05 (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch eingehalten 2. FVO. überschritten
Staub (mg/m ³)	1-12/91	0,03	-	0,10 (M-Zone II: 0,20)	-	-	-	-	-	Tir.LRVO I eingehalten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 ◦ unvollständige Meßreihe
 !** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (O)
 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. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 [gestrichelt] jeweils angegebener Grenzwert überschritten

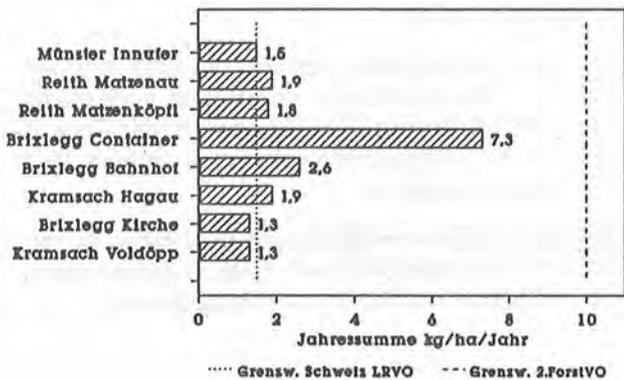
Brixlegg, Reith i.A., Münster u. Kramsach
 Blei im Staubniederschlag 1991



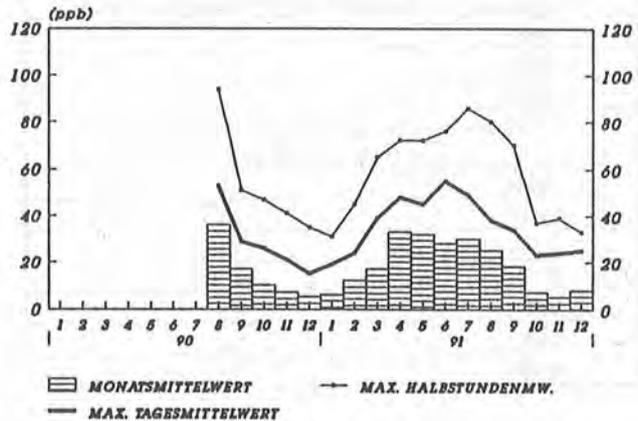
Brixlegg, Reith i.A., Münster u. Kramsach
 Kupfer im Staubniederschlag 1991



Brixlegg, Reith i.A., Münster u. Kramsach
 Zink im Staubniederschlag 1991



O₃
 KRAMSACH - ANGERBERG



Meßstelle: Kramsach - Angerberg
Lage: 600m ü.d.M./Hanglage/Grünland

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
O ₃ (ppb)	1-12/91	18	35 (V:30)	55	75 (M:50) (V:30)	84	86 (V:75)	86 (M:60) (V:150)	-	OAW-Mensch + OAW-Veg. überschritten
()	Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie									
•	unvollständige Meßreihe									
! **	Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO ₂ + Staub überschritten									
Veg. per.	Vegetationsperiode: April bis September									
S	Sommer (April - Oktober)									
W	Winter (November - März)									
M	Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit									
V	Grenzwert zum Schutz der Vegetation									
Ö	Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme									
V-S	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer									
V-W	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter									
2. FVO	Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2. Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984									
VDI 2310	Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure									
OAW	Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)									
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. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten									
97,5-Perz	97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert									
	jeweils angegebener Grenzwert überschritten									

14. Beurteilungsraum: Wildschönau sowie Wörgl und Umgebung

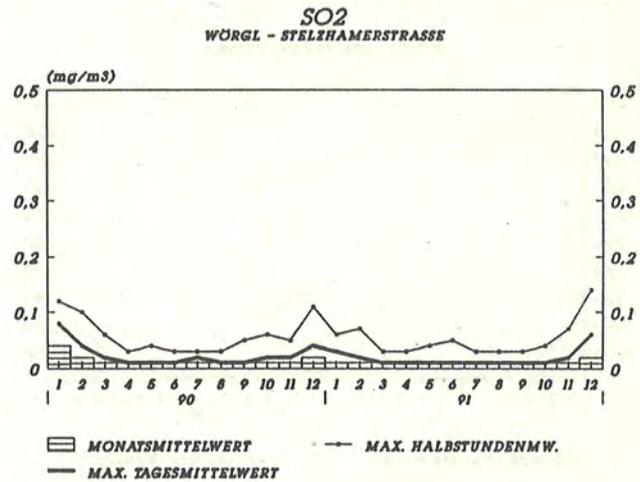
ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidbelastung in Wörgl ist im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr etwas zurückgegangen. Dabei wurden sowohl die Grenzwerte der 2. Forstverordnung als auch die Grenzwerte der Tiroler Luftreinhalteverordnung für Zone I (= Erholungsgebiet) durchwegs eingehalten, obwohl für das Stadtgebiet von Wörgl laut Tiroler Luftreinhalteverordnung nur die Grenzwerte der Zone II (= Allgemeines Siedlungsgebiet) vorgesehen sind.
- Die Nadelanalysen hatten 1990 vor allem im Raum Kirchbichl hohe Schwefelbelastungen mit Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung gezeigt. Weitere Grenzwertüberschreitungen waren 1990 in der Umgebung von Kundl sowie an der Hanglage zum Angerberg (Thalerleiten) festgestellt worden. Die Chloridbelastung in den Fichtennadeln war im Jahr 1990 bei einzelnen Meßstellen in Kirchbichl und Umgebung erhöht.
- Der Schwebstaubgehalt war im Jahr 1991 in Wörgl bei der Meßstelle Stelzhamerstraße geringfügig höher als im Vorjahr. Die Grenzwerte der Zone II laut Tiroler Luftreinhalteverordnung wurden 1991 ganzjährig eingehalten.
- Die Stickstoffmonoxidbelastung lag 1991 in derselben Größenordnung wie im Vorjahr. Die Grenzwerte der VDI-Richtlinie 2310 wurden eingehalten.

Kontrolluntersuchungen der Dioxinimmissionsbelastung in der Umgebung von Brillegg		
PCDD/PCDF in Fichtennadeln in ng/kg (= ppt) Trockensubstanz		
Entnahmejahr	Ort	Toxizitätsäquivalente nach BGA
1988	Matzenköpfl	75
1989	Wengfeld	44
1990	Wengfeld	96
1991	Wengfeld	79
PCDD/PCDF im Grünlandaufwuchs in ng/kg (= ppt) Trockensubstanz		
Entnahmezeit	Toxizitätsäquivalente nach BGA	
1987	53	
Umstellung der Einsatzstoffe auf PVC-freie Materialien		
1988	30	
5/1989	9,2	
7/1989	10,4	
Einbau des Thermoreaktors zur Reinigung der Schachtofenabgase		
8/1989	35	
5/1990	6,4	
6/1990	9,6	
8/1990	4,7	
5/1991	4,3	
7/1991	6,4	
8/1991	7,5	

● Die Stickstoffdioxidbelastung lag im Jahr 1991 bei der wenig verkehrsexponierten Meßstelle in der Stelzhamerstraße, in einem Wohngebiet, unter den Werten des Vorjahres. Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlenen Vorsorgegrenzwerte wurden im Jahr 1991 nicht überschritten, ebenso nicht die vorläufigen Richtwerte zum Schutz der Vegetation, jedoch wurden die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme bis zum 3-fachen überschritten.

● Die Ozonbelastung lag im Jahr 1991 bei der Meßstelle Stelzhamerstraße im Durchschnitt in gleicher Höhe wie im Vorjahr. Trotzdem wurden 1991 merklich niedrigere Ozonspitzenbelastungen registriert, als im Vorjahr. Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Grenzwerte wurden im Jahr 1991 an 57 Tagen, vorwiegend im



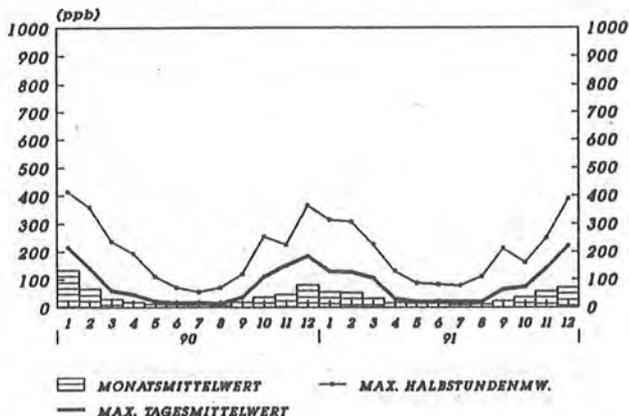
Meßstelle: Wörgl - Stelzhamerstraße

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

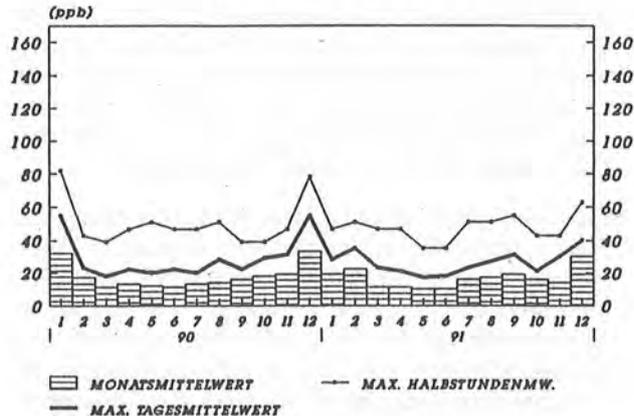
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,01	-	S:0,01 W:0,06 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,10	-	S:0,05 W:0,14 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,02 W:0,07 (V-S:0,05) (V-W:0,10)	ÖAW-Mensch +2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/91	0,03	-	0,15 (M-Zone II: 0,20)	-	-	-	-	-	Tir. LRVO II eingehalten
NO (ppb)	1-12/91	32	-	221 (400)	-	-	-	389 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/91	16 (V:16) (Ö:5)	-	40 (V:42) (Ö:21)	-	52	-	63 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. eingehalten ÖAW-Öko. überschritten
O ₃ (ppb)	1-12/91	15	37 (V:30)	47	74 (M:50) (V:30)	81	83 (V:75)	84 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. überschritten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 !** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
 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 L.G.u.U. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 jeweils angegebener Grenzwert überschritten

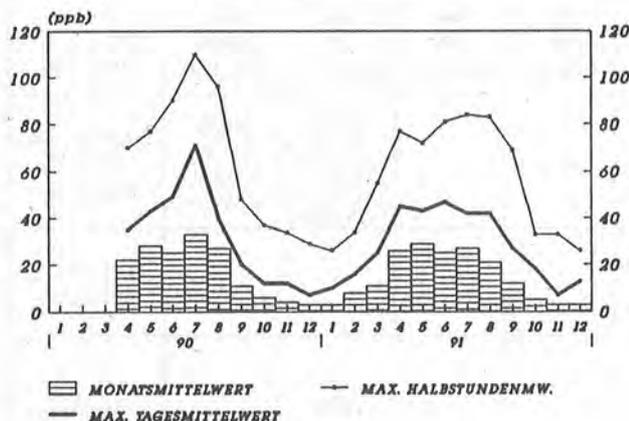
NO
WÖRGL - STELZHAMERSTRASSE



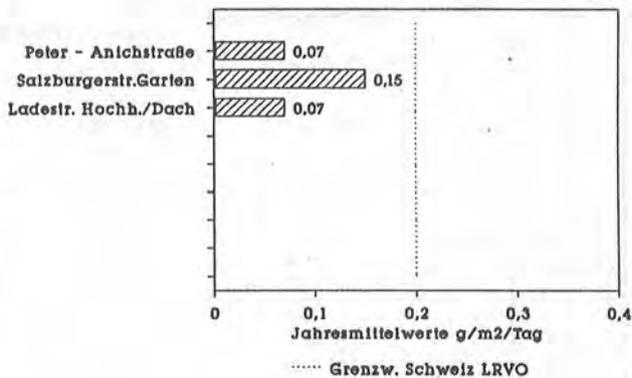
NO2
WÖRGL - STELZHAMERSTRASSE



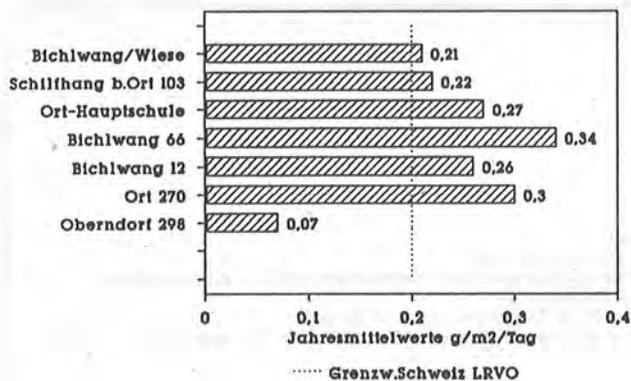
O3
WÖRGL - STELZHAMERSTRASSE



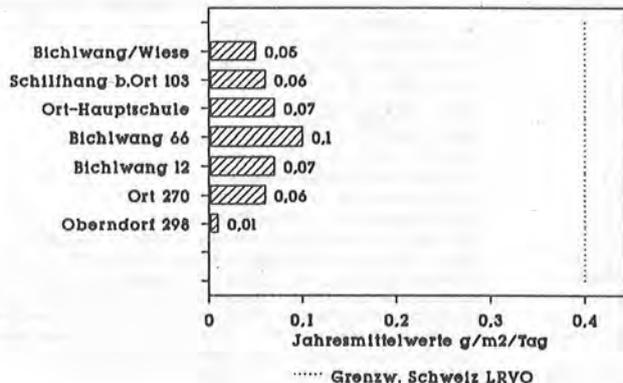
Wörgl
Gesamtstaubniederschlag 1990



Kirchbichl
Gesamtstaubniederschlag 1991



Kirchbichl
Kalziumoxid im Staubbiederschlag 1991



Sommerhalbjahr, überschritten. Auch die zum Schutz der Vegetation empfohlenen Grenzwerte wurden um das 2,5-fache überschritten.

- Die Staubniederschlagsuntersuchungen zeigten bei den Meßstellen in Wörgl einen uneinheitlichen Trend. Die am stärksten belastete Meßstelle war gegenüber dem Vorjahr im Jahr 1991 stärker belastet. Die beiden schwächer belasteten Meßstellen zeigten jedoch eine gegenüber dem Vorjahr geringere Belastung. Insgesamt wurden jedoch bei allen Meßstellen die Gesamtstaubniederschlagsgrenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung nur zu $\frac{1}{3}$ bzw. $\frac{3}{4}$ ausgeschöpft.
- Die Staubniederschlagsbelastungen in Kirchbichl zeigten dagegen, daß im Jahr 1991 eine ähnlich hohe Staubniederschlagsbelastung im gesamten Ortsgebiet von Kirchbichl herrschte, wie im Vorjahr. Die Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung wurden bei allen im Ortsgebiet von Kirchbichl liegenden Meßstellen z.T. erheblich überschritten. Nur die eine Meßstelle im entlegenen Ortsteil Oberndorf zeigte eine niedere Staubniederschlagsbelastung, bei der nur $\frac{1}{3}$ des Schweizer Grenzwertes ausgeschöpft wurde. Auch der Gehalt des Staubes an Kalziumoxid war bei sämtlichen Meßstellen im Ortsgebiet deutlich erhöht - mit den höchsten Werten in unmittelbarer Werksnähe, während im Ortsteil Oberndorf nur sehr geringe Kalziumanteile im Staubniederschlag festgestellt wurden. Die sehr hoch angesetzten Grenzwerte der 2. Forstverordnung für Kalziumoxid wurden jedoch nicht erreicht.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Im Bereich Kirchbichl weisen die Nadelanalysen des Jahres 1990 etliche Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung nach (Kirchbichl oberhalb Schroll-siedlung, Kirchbichl-Winkelheim, Schrollwald, Meßpunkt zwischen Kirchbichl und Häring, Häring-nordwestlich Steinbruch, Gschallenwald und

Rehabilitationszentrum). Ebenso traten im Raum Kundl bei den Meßpunkten Kundl, westlich von Kundl, Breitenbach und südlich Kleinsöll Grenzwertüberschreitungen auf.

Bei weiteren Probepunkten im Beurteilungsraum wurden leicht erhöhte Schwefelwerte in den Fichtennadeln festgestellt, ohne daß dadurch die Grenzwerte der 2. Forstverordnung überschritten wurden (Schönangeralm, nördlich Kastengstatt und Erzherzog-Johann-Klause).

Chlorid:

In der Umgebung von Kirchbichl ergaben die Chloridanalysen 1990 Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung bei den Meßpunkten Kirchbichl - oberhalb Schroll-siedlung und beim Meßpunkt Rehabilitationszentrum.

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

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidbelastung war im Jahr 1991 bei der Meßstelle Kufstein-Zentrum auf ähnlich niedrigem Niveau wie im Vorjahr. Es wurden nicht nur die Grenzwerte der 2. Forstverordnung eingehalten, sondern sogar die noch strengeren Grenzwerte der Zone I (= Erholungsgebiet) laut Tiroler Luftreinhalteverordnung, obwohl für Kufstein-Stadtgebiet laut Tiroler Luftreinhalteverordnung nur die Grenzwerte der Zone II vorgesehen sind.
- Die Nadelanalysen aus dem Jahr 1990 haben vor allem im Bereich Schaftenau und Umgebung erhöhte Schwefelbelastungen der Fichtennadeln mit Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung gezeigt. Ebenso waren 1990 Grenzwertüberschreitungen im Bereich Kufstein-Stadtberg bis Eiberg und Schwoich festgestellt worden. Grenzwertüberschreitungen der Fluorbelastung in den Nadelanalysen waren 1990 im Bereich Kinkpark-Endach festgestellt worden.
- Die mittlere Schwebstaubbelastung war im Jahr 1991 bei der Meßstelle Kufstein-Zentrum etwas höher als im Vorjahr. Die Grenzwerte der Zone II der Tiroler

Nasser Niederschlag in Kufstein/Niederndorferberg
(jeweils vom 1.10. bis 30.9. des Folgejahres)

Station Jahr	Niederschlag (mm)	pH (Wert)	mengengewichtete Konzentrationsmittelwerte			Eintrag		
			NH ₄ ⁺ /N (mg/l)	NO ₃ ⁻ /N (mg/l)	SO ₄ ²⁻ /S (mg/l)	NH ₄ ⁺ /N (g/m ³)	NO ₃ ⁻ /N (g/m ³)	SO ₄ ²⁻ /S (g/m ³)
1983/84	1292	4,3	0,81	0,56	1,01	1,04	0,72	1,30
1984/85	1185	4,4	0,60	0,50	0,70	0,71	0,59	0,83
1985/86	971	4,4	0,64	0,46	0,73	0,62	0,44	0,71
1986/87	1239	4,4	0,58	0,48	0,67	0,72	0,59	0,83
1987/88	1337	4,5	0,50	0,49	0,64	0,66	0,65	0,86
1988/89	1337	4,4	0,58	0,54	0,78	0,77	0,72	1,05
1989/90	1185	4,7	0,62	0,45	0,66	0,74	0,53	0,78
1990/91	1228	4,5	0,72	0,56	0,77	0,88	0,68	0,94

Luftreinhalteverordnung wurden jedoch durchwegs eingehalten.

- Die Stickstoffmonoxidbelastung lag 1991 bei der Meßstelle Kufstein-Zentrum in ähnlicher Höhe wie im Vorjahr. Die Grenzwerte der VDI-Richtlinie 2310 wurden durchwegs eingehalten.
- Die Stickstoffdioxidbelastung lag bei der stark verkehrsexponierten Meßstelle Kufstein-Zentrum im Jahr 1991 etwa in derselben Höhe wie im Vorjahr. Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften empfohlenen Vorsorgegrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden eingehalten. Da der Jahresmittelwert bei dieser Meßstelle mit 27 ppb NO₂ relativ hoch liegt, wurden die zum vorläufigen Schutz der Vegetation empfohlenen Richtwerte erheblich und die zum Schutz der Ökosysteme empfohlenen Grenzwerte um das 5-fache überschritten.

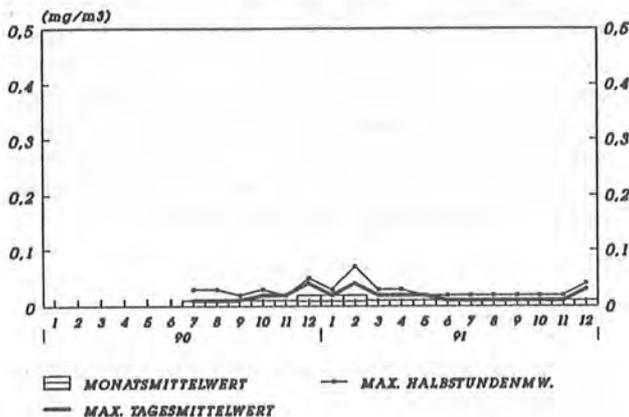
● Die Kohlenmonoxidbelastung war im Jahr 1991 bei der Meßstelle Kufstein auf ähnlich niedrigem Niveau wie im Vorjahr. Die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden bei weitem eingehalten.

● Die Messung der Ozonbelastung im Wohngebiet von Kufstein in der Baumgartnerstraße zeigte hinsichtlich der Durchschnittsbelastung ähnliche Werte wie im Vorjahr. Die gemessenen Spitzenwerte lagen im Jahr 1991 merklich unter jenen des Vorjahres. Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlenen Grenzwerte wurden bei dieser Meßstelle bei nicht vollständiger sommerlicher Meßserie an 36 Tagen, vorwiegend im Sommerhalbjahr, überschritten. Die Grenzwerte zum Schutz der Vegetation wurden um das 2,5-fache überschritten.

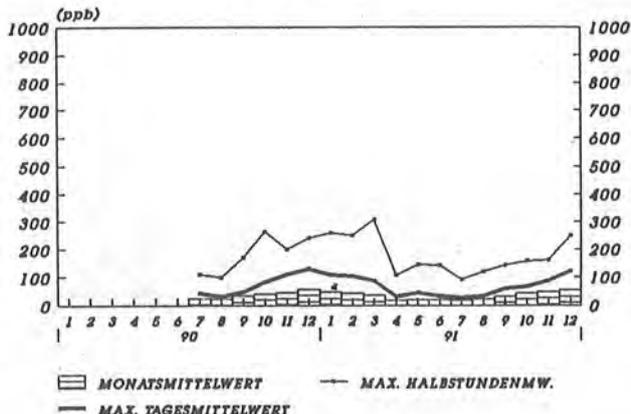
Meßstelle: Kufstein - Zentrum - Franz Josef Platz										
Lage: 500m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet										
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,01	-	S:0,02 W:0,04 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,06	-	S:0,03 W:0,05 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,02 (0,07) W:0,04 (0,14)	ÖAW-Mensch + 2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/91	0,05	-	0,16 (M-Zone II: 0,20)	-	-	-	-	-	Tir. LRVO II eingehalten
NO (ppb)	1-12/91	33	-	121 (400)	-	-	-	307 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/91	27 (V:16) (Ö:5)	-	50 (M:52) (V:42) (Ö:21)	-	76	-	82 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch eingehalten ÖAW-Veg. + ÖAW-Öko. überschritten
CO (ppm)	1-12/91	1	-	2	3 (9)	4	5 (34)	5	-	V. Richt. 1 eingehalten

()	Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
*	unvollständige Meßreihe
1**	Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO ₂ + Staub überschritten
Veg. per.	Vegetationsperiode: April bis September
S	Sommer (April - Oktober)
W	Winter (November - März)
M	Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
V	Grenzwert zum Schutz der Vegetation
Ö	Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
V-S	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
V-W	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
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. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
97,5-Perz	97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
	jeweils angegebener Grenzwert überschritten

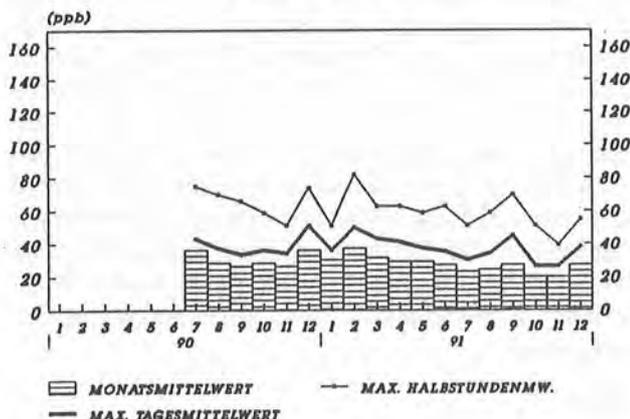
SO₂
KUFSTEIN - ZENTRUM



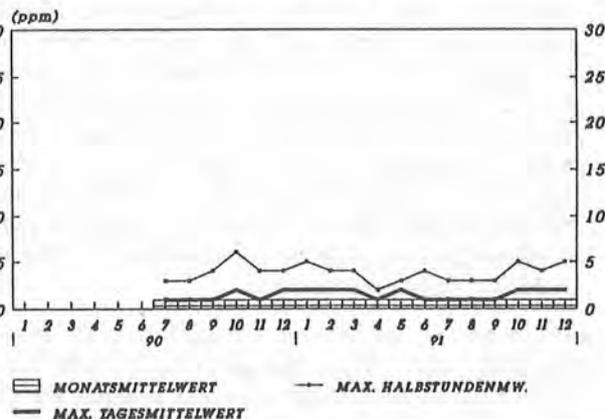
NO
KUFSTEIN - ZENTRUM



NO₂
KUFSTEIN - ZENTRUM



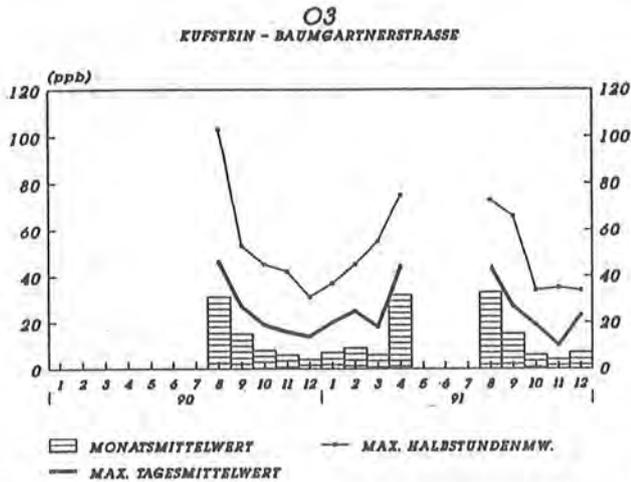
CO
KUFSTEIN - ZENTRUM



Meßstelle: Kufstein - Baumgartnerstraße
Lage: 520m ü.d.M./Tallage/städtisches Wohngebiet

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg. per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
O ₃ (ppb)	1-12/91	14	36 (V:30)	53	77 (M:50) (V:30)	81	84 (V:75)	85 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW Veg. überschritten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 ** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgengrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
 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 I.G.u.U. = Vorsorgengrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 (shaded box) Jeweils angegebener Grenzwert überschritten



- Die bei der Meßstelle Kufstein/Niederndorferberg durchgeführten Messungen des "Sauren Regens" zeigen, daß im Berichtsjahr 1990/91 erneut eine steigende Belastung, sowohl hinsichtlich der Schadstoffkonzentrationen, als auch der Schadstoffeinträge festzustellen war. Diese erhöhten Säureeinträge führen zu einer zunehmenden Belastung der Ökosysteme, insbesondere die stark erhöhten Stickstoffeinträge, welche allein aus dem Regen, ohne Berücksichtigung der trockenen Deposition, 15,6 kg/ha.Jahr ausmachen, zeigen, daß die kritische Stickstoffeintragsbelastung für empfindlichere Ökosysteme, wie Nadelwald, bereits überschritten ist.
- Insgesamt ist wegen der kombinierten Belastung durch die sauren Niederschläge und der hohen Ozon- und Oxidantienbelastung mit einer erheblichen Gefährdung der Waldvegetation und anderer empfindlicher Ökosysteme zu rechnen.

● Die Staubniederschlagsmessungen im Raum Eiberg zeigten, daß die Belastung im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr an den belasteten Meßstellen etwas zurückgegangen ist, sodaß im Jahr 1991 nur mehr bei der Meßstelle Egerbach-Wiese die Schweizer Grenzwerte, dort allerdings immer noch erheblich, überschritten wurden. Die stärker belasteten Meßstellen weisen auch einen deutlich erhöhten Kalziumoxidgehalt auf, wobei jedoch die sehr hoch angesetzten Grenzwerte der 2. Forstverordnung für Kalziumoxid im Staubniederschlag eingehalten wurden.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

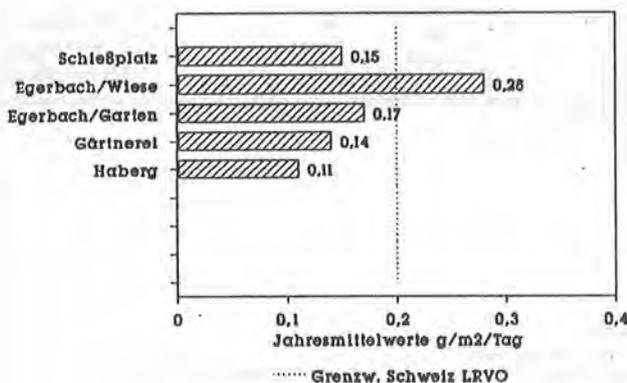
Schwefel:

Die Nadelanalysen 1990 weisen vor allem im Bereich Schaftenua zahlreiche Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung nach (Schaftenua-Fabrik, Langkampfen-Sportplatz, Stimmersee-Flughafen, Achrain-Schwoich). Zudem traten bei weiteren Probepunkten wie Kufstein-Stadtberg, Neuschwendt, Schwoich-Eiberg, Eiberg-Egerbach, Schwoich-Örglerwald und Söll-Paistberg Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung auf. Mit Ausnahme einiger weniger Meßstellen (Erl-Kanzhornweg, Thiersee, Kaisertal und Haberg) wiesen alle anderen Probepunkte leicht erhöhte Schwefelgehalte ohne Grenzwertüberschreitungen auf.

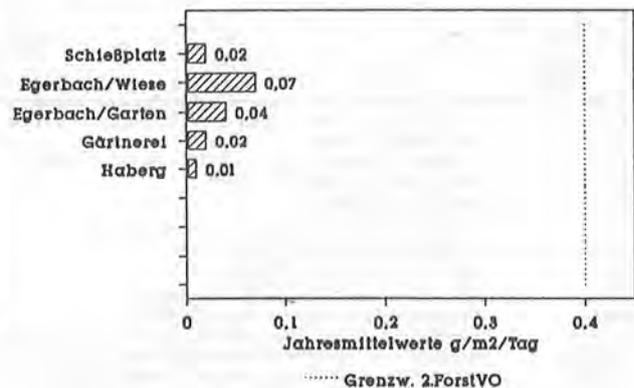
Fluor:

Die Fluoridanalysen im Bereich der Meßstelle Kinkpark-Endach zeigten wiederum Grenzwertüberschreitungen bei einem der beiden Probebäume.

**Kufstein/Eiberg
Gesamstaubniederschlag 1991**



**Kufstein/Eiberg
Kalziumoxid im Staubniederschlag 1991**



Bezirk Kitzbühel

BFI Kitzbühel, BFI St. Johann

a) Waldzustand

Mit 27,7 % geschädigter Waldfläche liegt der Bezirk Kitzbühel deutlich unter dem Landesdurchschnitt von 35 %. Gegenüber dem Jahr 1990 nahmen leichte Kronenverlichtungen wieder deutlich zu, starke Schäden haben sich leicht erhöht und mittelstarke Kronenverlichtungen haben etwas abgenommen. Auch im Bezirk Kitzbühel war eine deutliche Verbesserung des Gesundheitszustandes der Tanne zu verzeichnen. Alle anderen Baumarten zeigten eine Abnahme der Vitalität (Fichte, Lärche, Buche), wobei die Verschlechterung des Gesundheitszustandes bei der Buche besonders deutlich ausgefallen ist.

b) Immissionssituation

16. Beurteilungsraum: Kitzbühel und Umgebung sowie Brixental

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Im Raum Kitzbühel sowie im Brixental und in der Nähe von Hopfgarten waren 1990 an einzelnen Meßpunkten erhöhte Schwefelbelastungen in den Nadelanalysen festgestellt worden, wobei Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung aufgetreten sind.

Die Fluorbelastung der Fichtennadeln war im Raum Hopfgarten im Jahr 1990 gering gewesen, sodaß keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt wurden. Dies weist daraufhin, daß die getroffenen Abgasreinigungsmaßnahmen einer Ziegelei einen guten Wirkungsgrad zur Beseitigung von Fluor und eine gute Betriebssicherheit aufweisen.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Die Nadelanalysergebnisse 1990 zeigen für die Probestellen Kitzbühel-Bahnunterführung und in geringerem Maß in Kitzbühel-Einsiedelei, Westendorf-Windautal und Itter-Ed Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung.

Fluor:

Im Raum Hopfgarten ergaben die Nadelanalysen 1990 keine erhöhten Fluorgehalte in den Fichtennadeln.

Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Kitzbühel, 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	64	29	6	1	36
	1985	59	36	4	1	41
	1986	58	38	4	0,5	42
	1987	62	34	4	-	38
	1988	72	25	3	-	28
	1989	75	22	3	-	25
	1990	79,8	17,5	2,5	0,3	20,2
	1991	76,5	20,6	2,2	0,7	23,5
Tanne	1984	40	31	21	7	60
	1985	57	31	11	1	43
	1986	46	43	10	0,5	54
	1987	57	34	9	0,5	43
	1988	57	33	10	0,5	43
	1989	56	36	6	1,8	44
	1990	62,5	29,6	7	1	37,5
	1991	71,4	22,2	5,1	1,3	28,6
Lärche	1984	99	1	-	-	1
	1985	99	1	-	-	1
	1986	78	22	-	-	22
	1987	67	32	1	-	33
	1988	87	13	-	-	13
	1989	79	21	-	-	21
	1990	79,4	20,6	-	-	20,6
	1991	70,9	26,1	3	-	29,1
Buche	1984	96	4	-	-	4
	1985	74	24	2	-	26
	1986	54	46	0,5	-	46
	1987	44	54	2	-	56
	1988	77	20	3	-	23
	1989	64	35	1	-	36
	1990	84	13,6	2,5	-	16
	1991	54,3	39,8	5,9	-	45,7
alle Baumarten	1984	66	25	7	2	34
	1985	62	31	6	1	38
	1986	56	39	4	-	44
	1987	59	36	5	-	41
	1988	71	25	4	-	29
	1989	70	25	4	1	30
	1990	76,9	19,4	3,4	0,3	23,1
	1991	72,3	24,1	3	0,6	27,7

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

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidbelastung ist in St. Johann im Zentrum des Ortes im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen. Dabei wurden nicht nur die Grenzwerte der 2. Forstverordnung, sondern auch die strengeren Grenzwerte der Zone I (Erholungsgebiet) der Tiroler Luftreinhalteverordnung eingehalten.
- Die Nadelanalysen hatten 1990 in der Umgebung von St. Johann-Oberndorf eine Reihe von erhöhten Schwefelbelastungen mit Grenzwertüberschreitungen gemäß 2. Forstverordnung angezeigt.
- Die Schwebstaubbelastung ist im Ortsgebiet von St. Johann gegenüber dem Vorjahr etwas angestiegen, sodaß die laut Tiroler Luftreinhalteverordnung in St. Johann geltenden Grenzwerte der Zone I (Erholungsgebiet) überschritten wurden, jedoch die zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten

Grenzwerte der Zone II (Allgemeines Siedlungsgebiet) eingehalten wurden.

- Die Stickstoffmonoxidbelastung ist im Ortszentrum von St.Johann im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr geringfügig zurückgegangen, die Grenzwerte der VDI-Richtlinie 2310 wurden durchwegs unterschritten.
- Die Stickstoffdioxidbelastung ist hinsichtlich der mittleren Jahresbelastung im Jahr 1991 gleich hoch geblieben wie im Vorjahr. Die Maximalwerte lagen jedoch deutlich niedriger wie im Vorjahr, sodaß im Jahr 1991 die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit und zum vorläufigen Schutz der Vegetation festgelegten Grenzwerte während des ganzen Jahres eingehalten wurden. Die Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme wurden jedoch fast um das 3-fache überschritten.

- Die Ozonbelastung im Ortsgebiet von St.Johann wurde im Jahr 1991 seit April erhoben. Die gemessenen Ozonkonzentrationen zeigen, daß 1991 im Ortszentrum von St.Johann an 33 Tagen, vor allem im Sommerhalbjahr, die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Grenzwerte überschritten wurden. Darüberhinaus wurden die zum Schutz der Vegetation festgelegten Grenzwerte um das mehr als Doppelte überschritten.
- Die Erhebungen der Gesamtstaubniederschlagsbelastung im Raum St.Johann-Oberndorf zeigten im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr im wesentlichen keine Veränderungen. Die Grenzwerte der Schweizer Luftreinhalteverordnung wurden bei allen Meßstellen bei weitem eingehalten.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

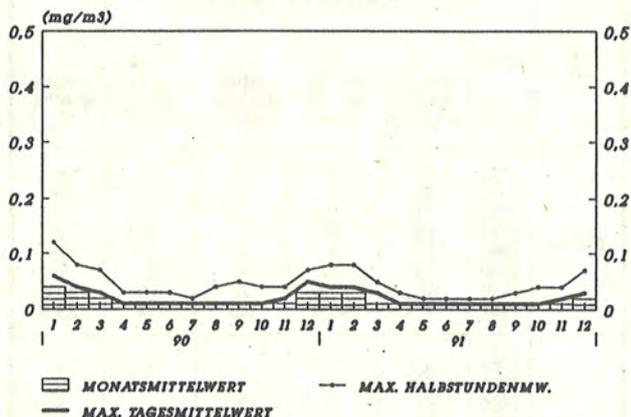
Meßstelle: St. Johann i.T. - Heimatmuseum

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

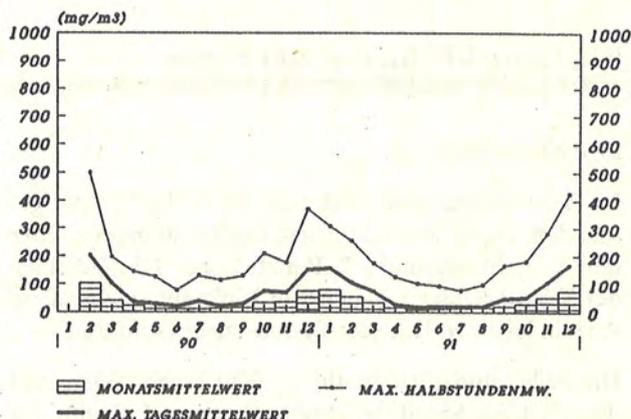
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,01	-	S:0,01 W:0,04 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,07	-	S:0,04 W:0,08 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,02 (0,07) W:0,09 (0,14)	ÖAW-Mensch + 2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	1-12/91	0,04	-	0,19 (M-Zone I: 0,12)	-	-	-	-	-	Tir. LRVO I überschritten
NO (ppb)	1-12/91	34	-	168 (400)	-	-	-	425 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	1-12/91	15 (V: 16) (Ö: 5)	-	41 (M:50) (V:42) (Ö:21)	-	66	-	74 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. eingehalten ÖAW-Öko. überschritten
O ₃ (ppb)	4-12/91	16*	33 (V:30)	37	68 (M:50) (V:30)	73	75 (V:75)	76 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. überschritten

()	Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
*	unvollständige Meßreihe
**	Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO ₂ + Staub überschritten
Veg. per.	Vegetationsperiode: April bis September
S	Sommer (April - Oktober)
W	Winter (November - März)
M	Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
V	Grenzwert zum Schutz der Vegetation
Ö	Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
V-S	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
V-W	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
2. FVO	Schwefeldioxid - Immissionsgrenzwert der 2. Forstverordnung BGBl. Nr.199/1984
VDI 2310	Stickstoffmonoxid - Immissionsgrenzwerte laut Richtlinie 2310 des Vereins Deutscher Ingenieure
ÖAW	Wirkungsbezogene Immissionskonzentrationen für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
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 Beitrag für Umwelthygiene im Bundesministerium LG.u.U. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
97,5-Perz	97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
	jeweils angegebener Grenzwert überschritten

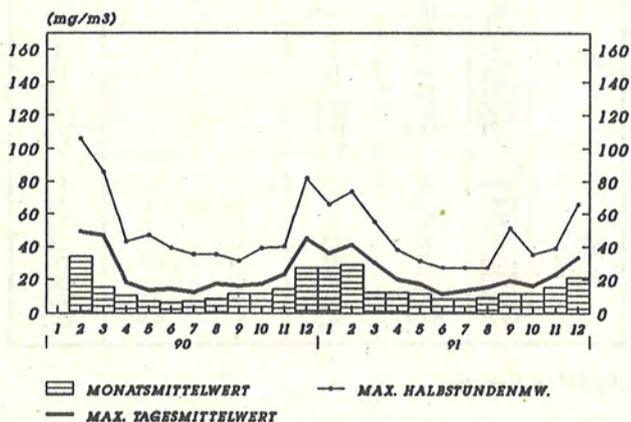
SO₂
ST.JOHAHN - HEIMATMUSEUM



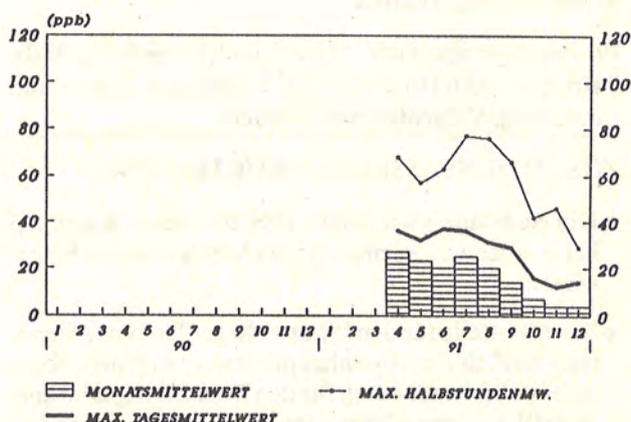
NO
ST.JOHAHN - HEIMATMUSEUM



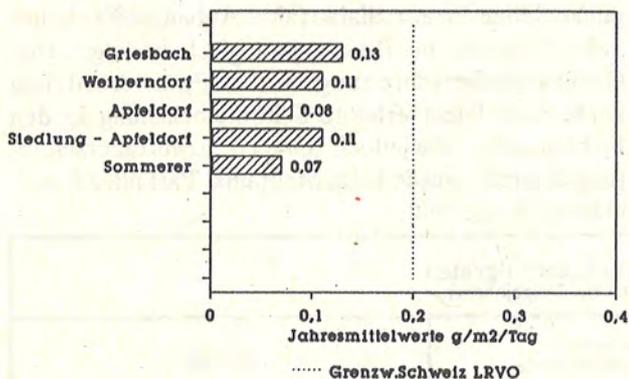
NO₂
ST.JOHAHN - HEIMATMUSEUM



O₃
ST.JOHAHN - HEIMATMUSEUM



St. Johann - Oberndorf
Gesamstaubniederschlag 1991



Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Die Nadelanalysen des Jahres 1990 weisen für den Raum St.Johann mehrere Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung nach: St.Johann-Ed, Oberndorf, Apfeldorf, oberhalb Laner, Hasenberg und Müllneralm. Leicht erhöhte Schwefelgehalte ohne Grenzwertüberschreitungen wurden bei den Meßpunkten Probefläche Steinerberg, Oberndorf-Rerobichl und Wiesenschwang festgestellt.

18. Beurteilungsraum: Pillersee

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG UND BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Aufgrund der Nadelanalysen ergaben sich keine Hinweise auf erhöhte Schwefelbelastungen im Raum Pillersee. Im Bereich Hochfilzen wurde eine erhöhte Schwefelbelastung, die jedoch keine Grenzwertüberschreitung laut 2. Forstverordnung darstellt, beim Meßpunkt Oberböden-Hochfilzen festgestellt.

Bezirk Lienz

BFI Lienz, BFI Matrei, BFI Sillian

a) Waldzustand

Im Bezirk Lienz sind 1991 rund 32 % der Wälder geschädigt. Damit ist das Ausmaß der Schäden gegenüber dem Vorjahr um rund 6 %-Punkte höher. Die Zunahme der Schadensfläche ist in erster Linie auf eine größere Anzahl leicht verlichteter Bäume zurückzuführen.

Die Fichte und noch deutlicher die Lärche zeigen 1991 den höchsten Anteil verlichteter Kronen seit Beginn der Inventur im Jahr 1984. Der Gesundheitszustand der Zirben hat sich dahingegen nach dem hohen Schadensniveau im Jahre 1990 wieder etwas erholt.

b) Immissionssituation

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

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Nadelanalysen haben 1990 für diesen Raum auf keine oder nur geringe Schwefelbelastungen hingewiesen.
- Die Meßstelle für den "Sauren Regen" in Innervillgraten - südlich des Alpenhauptkammes in einem abgelegenen Seitental - zeigt für den Beurteilungszeitraum 1990/91 eine gegenüber dem Vorjahr kaum veränderte Schadstoffkonzentration bei den Stickstoffverbindungen, eine etwas geringere Schadstoffkonzentration bei Sulfatschwefel und etwa gleiche Schadstoffeintragsverhältnisse bei Stickstoffverbindungen und Sulfatschwefel wie im Vorjahr. Der deutlich niedrigere Schadstoffeintrag bei dieser Meßstelle gegenüber dem Alpennordrand kommt einerseits durch die geringere Niederschlagsmenge, andererseits auch durch einen etwas niedrigeren Verschmutzungsgrad des sauren Regens zustande.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nasser Niederschlag in Innervillgraten (jeweils vom 1.10. bis 30.9. des Folgejahres)								
Station Jahr	Niederschlag (mm)	pH (Wert)	mengengewichtete Konzentrationsmittelwerte			Eintrag		
			NH ₄ ⁺ /N (mg/l)	NO ₃ /N (mg/l)	SO ₄ ²⁻ /S (mg/l)	NH ₄ ⁺ /N (g/m ²)	NO ₃ /N (g/m ²)	SO ₄ ²⁻ /S (g/m ²)
1984/85	740	4,7	0,47	0,37	0,78	0,35	0,27	0,58
1985/86	901	4,6	0,43	0,26	0,68	0,38	0,23	0,61
1986/87	792	4,7	0,43	0,23	0,55	0,34	0,18	0,44
1987/88	863	4,8	0,40	0,22	0,47	0,35	0,19	0,41
1988/89	779	4,9	0,35	0,20	0,47	0,27	0,16	0,37
1989/90	725	4,9	0,46	0,25	0,51	0,33	0,18	0,37
1990/91	843	5,0	0,41	0,24	0,40	0,34	0,20	0,34

Gesundheitszustand der Bestände über 60 Jahre im Bezirk Lienz, Schadensentwicklung seit 1984						
Baum- art	Jahr	Schadstufen (%-Anteil)				gesamt geschä- digt
		1 gesund unge- schädigt	2 leicht geschä- digt	3 mittel- stark geschä- digt	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
	1990	70,6	22,6	6	0,8	29,4
	1991	66,4	26,9	5,5	1,2	33,6
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
	1990	84,8	14,3	0,9	-	15,2
	1991	73,9	22,4	3,7	-	26,1
Zirbe	1984	100	-	-	-	-
	1985	100	-	-	-	-
	1986	94	6	-	-	6
	1987	97	3	-	-	3
	1988	84	10	6	-	16
	1989	88	13	-	-	13
	1990	70,9	29,1	-	-	29,1
	1991	77,9	22,1	-	-	22,1
alle Baum- arten	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
	1990	73,6	20,9	4,8	0,7	26,4
	1991	67,8	26,3	5	0,9	32,2

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

Schwefel:

Die Nadelanalysen weisen lediglich an einem Meßpunkt, Sillian-Fronstaldalpe (altes Abbaugebiet - hoher Schwefelgehalt im Boden geologisch bedingt) eine Grenzwertüberschreitung laut 2. Forstverordnung nach. Eine leicht erhöhte Schwefelbelastung in den Fichtennadeln, die jedoch keine Grenzwertüberschreitung darstellt, wurde beim Meßpunkt Parkplatz-Landeckwald festgestellt.

20. Beurteilungsraum: Lienz und Umgebung sowie Ainet und Umgebung

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG:

- Die Schwefeldioxidbelastung in Lienz-Dolomitenstraße hat im Jahr 1991 gegenüber dem Vorjahr etwas zugenommen. Die Grenzwerte der 2. Forstverordnung sowie die Grenzwerte der Zone I (Erholungsgebiet) der Tiroler Luftreinhalteverordnung wurden jedoch nicht überschritten.
- Die Nadelanalysen hatten 1990 Grenzwertüberschreitungen im Lienzener Talkessel sowie im Bereich der Hanglagen um Lienz gezeigt.
- Die Ozonbelastung am Hang oberhalb des Lienzener Talkessels am Gaimberg war 1991 ähnlich hoch wie im Vorjahr. Die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlenen Grenzwerte wurden bei dieser auf 1.250 m Seehöhe gelegenen Meßstelle an 126 Tagen, vorwiegend im Sommerhalbjahr, überschritten. Auch die zum Schutz der Vegeta-

tion festgelegten Grenzwerte wurden um das 2,5-fache überschritten.

- Eine im Dezember 1991 durchgeführte Luftschadstoffmessung in Lienz am Hauptplatz zeigte dort eine ähnliche SO₂-Belastung wie bei der Meßstelle in der Dolomitenstraße.
- Die Staubbelastung überschritt in diesem Monat nicht die Grenzwerte der Zone I laut Tiroler Luftreinhalteverordnung.
- Die Stickstoffmonoxidbelastung lag unter den Grenzwerten der VDI-Richtlinie.
- Die Stickstoffdioxidbelastung zeigte in Lienz am Hauptplatz an einem Tag mit einem maximalen Halbstundenmittelwert von 121 ppb NO₂ eine Grenzwertüberschreitung jener Werte, die die Österreichische Akademie der Wissenschaften zum vorsorglichen Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlen hat. Darüberhinaus wurden damit auch die Grenzwerte zum Schutz der Vegetation und der Ökosysteme erheblich überschritten.

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. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	1-12/91	0,02	-	S:0,03 W:0,05 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,12	-	S:0,05 W:0,15 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:0,03 W:0,11 (V-S:0,07) (V-W:0,14)	ÖAW-Mensch +2. FVO. eingehalten

Meßstelle: Gaimberg - Zabernig

Lage: 1250m ü.d.M./Hanglage/Grünland

Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
O ₃ (ppb)	1-12/91	39	47 (V:30)	66	76 (M:50) (V:30)	80	83 (V:75)	83 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. überschritten

()	Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
*	unvollständige Meßreihe
**	Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO ₂ + Staub überschritten
Veg. per.	Vegetationsperiode: April bis September
S	Sommer (April - Oktober)
W	Winter (November - März)
M	Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
V	Grenzwert zum Schutz der Vegetation
Ö	Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
V-S	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
V-W	SO ₂ -Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
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 I.G.U.U. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
97,5-Perz	97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
	jeweils angegebener Grenzwert überschritten

- Die Ozonbelastung war der Jahreszeit entsprechend im Dezember 1991 in Lienz am Hauptplatz gering.

BEURTEILUNGSUNTERLAGEN:

Nadelanalysen:

Nach Vorliegen aller Nadelanalysenergebnisse aus dem Jahr 1990 ergibt sich:

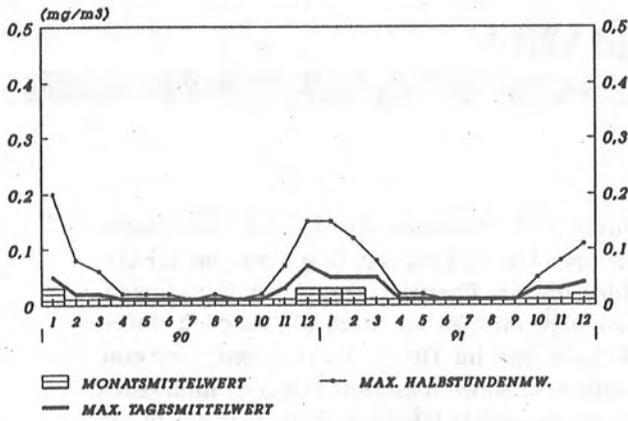
Schwefel:

Die Nadelanalysen des Jahres 1990 weisen vor allem im Lienzener Talkessel geringfügige Grenzwertüberschreitungen laut 2. Forstverordnung nach: Iselkai, Gaimberg, Zettlersfeld sowie am Meßpunkt Glanzer Kreuz. Leicht erhöhte Schwefelbelastung ohne Grenzwertüberschreitungen wurden bei den Meßpunkten Laibnitztal und Nikolsdorf-Hochstadlweg festgestellt.

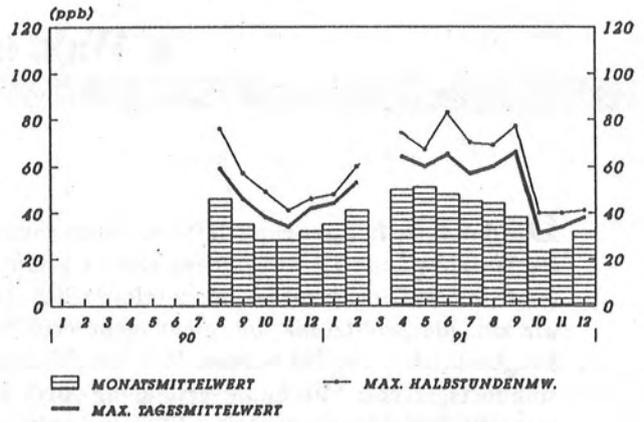
Meßstelle: Lienz - Hauptplatz Lage: 670m ü.d.M./Talboden/städtisches Wohngebiet										
Luftschadstoff	Meßzeit	Jahresmittelwert	Mittelwert Veg.per. (9-16h)	max. Tagesmittelwert	max. 8-h Mittelwert	max. 3-h Mittelwert	max. 1-h Mittelwert	max. 1/2h Mittelwert	max. monatl. 97,5-Perz.	daher Grenz- / Richtwerte
SO ₂ (mg/m ³)	12/91	-	-	S:- W:0,03 (M:0,20) (V-S:0,05) (V-W:0,10)	-	0,04	-	S:- W:0,05 (M:0,20) (V-S:0,14) (V-W:0,30)	S:- W:0,04 (V-S:0,05) (V-W:0,10)	ÖAW-Mensch + 2. FVO. eingehalten
Staub (mg/m ³)	12/91	-	-	0,12 (M-Zone II: 0,20)	-	-	-	-	-	Tir. LRVO II eingehalten
NO (ppb)	12/91	-	-	83 (400)	-	-	-	212 (800)	-	VDI 2310 eingehalten
NO ₂ (ppb)	12/91	- (V:16) (Ö:5)	-	47 (M:52) (V:42) (Ö:21)	-	88	-	121 (M:105) (V:105) (Ö:42)	-	ÖAW-Mensch + ÖAW-Veg. + ÖAW-Öko. überschritten
O ₃ (ppb)	12/91	-	- (V:30)	28	34 (M:50) (V:30)	34	35 (V:75)	36 (M:60) (V:150)	-	ÖAW-Mensch eingehalten ÖAW-Veg. überschritten

() Grenz- oder Richtwert für die jeweilige Meßgröße laut Verordnung oder Richtlinie
 * unvollständige Meßreihe
 !** Voralarm - Grenzwert für Summe aus SO₂ + Staub überschritten
 Veg. per. Vegetationsperiode: April bis September
 S Sommer (April - Oktober)
 W Winter (November - März)
 M Vorsorgegrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
 V Grenzwert zum Schutz der Vegetation
 Ö Grenzwert zum Schutz der Ökosysteme
 V-S SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Sommer
 V-W SO₂-Grenzwert zum Schutz des Waldes im Winter
 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 Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid bzw. Ozon lt. Österreichischer Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit (M), der Vegetation (V) bzw. der Ökosysteme (Ö)
 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 E.G.u.U. = Vorsorgegrenzwert laut Vereinbarung Art. 15a B-VG über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten
 97,5-Perz 97,5% aller Halbstundenmittelwerte liegen unter dem Wert
 jeweils angegebener Grenzwert überschritten

SO₂
LIENZ - DOLOMITENSTRASSE



O₃
GAIMBERG - ZABERNIG



6. Wald und Wild

Die durch vielfältige Schadeinflüsse - allen voran durch die Luftschadstoffbelastung - geschwächten Waldbestände Tirols bedürfen vielerorts einer dringenden Verjüngung. Besonders im Schutzwald sind Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Wälder, die ihre überwirtschaftlichen Funktionen, wie z.B. die Schutzfunktion, nicht mehr erfüllen können, müssen so rasch als möglich durch Jungbestände verstärkt werden. Wie verschiedene Erhebungen im Tiroler Wald zeigen, wird eine standortgerechte Mischwaldverjüngung durch zu hohe Schalenwildbestände zum Teil unmöglich gemacht. Sowohl in landesweiten Stichprobeninventuren wie auch in lokalen Erhebungen durch den Forstdienst wird die vielfach triste Lage der unersetzlichen Mischbaumarten deutlich aufgezeigt. Eine standortgerechte Verjüngung ist unabdingbare Voraussetzung dafür, daß der Wald die für das Gebirgsland Tirol so wichtige Schutzfunktion erfüllen kann. Daher gilt es, die Wildschäden auf ein walddökologisch tragbares Ausmaß nachhaltig zu reduzieren.

Seit nunmehr 5 Jahren werden in Tirol landeskulturelle Verträglichkeitsprüfungen 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. Eine solche revierbezogene Information ist notwendig, damit die Jagdbehörden in Entsprechung des Tiroler Jagdgesetzes den Vorrang der Landeskultur und damit den Vorrang der Waldverjüngung sicherstellen können. Bis zum Jahr 1991 meldeten insgesamt 15 Bezirksforstinspektionen in 133 Gutachten bzw. Anzeigen flächenhafte Gefährdung des forstlichen Bewuchses durch jagdbare Tiere. Die dadurch erfaßte Waldfläche hat ein Ausmaß von 54.623 ha.

Im Rahmen des Landesschutzwaldkonzeptes wurden Daten über die Gefährdung durch Schalenwildbestände für verjüngungsbedürftige Wälder mit mittlerer und hoher Schutzfunktion erhoben. Dabei ergab sich eine durch Schalenwild gefährdete Fläche von ca. 60.000 ha, auf der eine Verjüngungseinleitung teilweise in Verbindung mit unverträglicher Weidebelastung und sonstigen Störeinflüssen - derzeit für unmöglich erachtet wurde. Auf rd. 60% dieser Fläche stellt die derzeitige Wildverbißbelastung den alleinigen Hinderungsgrund für die notwendigen Verbesserungsmaßnahmen dar. Faßt man die Ergebnisse der landeskulturellen Verträglichkeitsgutachten und die Daten aus dem Landesschutzwaldkonzept zusammen, dann ist eine Gesamtwaldfläche von rd. 90.000 ha durch bestehende bzw. bei Verjüngungseinleitung zu erwartende Wildschäden bedroht. Die Abb.6.1 gibt den durch Wildschäden bedrohten Anteil der Gesamtwaldfläche in den Bezirksforstinspektionen wieder.

Auch die im Rahmen der Österreichischen Forstinventur (1986 - 1990) ausgewiesenen Daten über die Wildverbiß- und Schältschadenssituation unterstreichen eindeutig das durch den Tiroler Forstdienst erhobene hohe Ausmaß der Wildschäden. Demnach gibt es in den in Tirol erfaßten Stichprobenflächen unter 1,3 m Bestandeshöhe keine unverbissenen Tannen mehr! Über 60% der Tannen sind dort durch Verbiß schwer geschädigt. Die triste Lage der Tannenverjüngung kommt auch bei der Betrachtung der Baumartenverteilung in den diversen Altersklassen ans Tageslicht. Während in 100 bis 120-jährigen Beständen der Tannenanteil tirolweit bei 7,7% liegt, ist dieser in unter 20-jährigen Beständen mit 0,7% verschwindend gering. Ähnlich verhält sich die Situation bei der wichtigsten Laubholz-mischbaumart, der Buche. Einem Anteil von 1,9% in Jungbeständen stehen fast 8% in 100-jährigen Beständen gegenüber.

Bei den Schältschäden zeigt sich, daß 4,2% aller Stämme im Tiroler Ertragswald geschält sind. Ein überdurchschnittlich hoher Anteil geschälter Stämme tritt in den Altersklassen 2 bis 4 auf, wobei im Alter zwischen 41 und 60 Jahren der höchste Prozentsatz mit fast 7% zu finden ist. Tirolweit sind somit gesamt nicht weniger als rd. 12 Mio. Stämme sichtbar geschält. Bestände mit besonders hohem Anteil an geschälten Einzelstämmen finden sich fast ausschließlich in Jungbeständen. 93% aller Bestände mit mehr als 2 Drittel geschälter Stämme sind jünger als 60 Jahre.

Nach den Ergebnissen der landeskulturellen Verträglichkeitsprüfung der Schalenwildbestände und dem Landesschutzwaldkonzept ist die Wildschadenssituation insbesondere in den Bezirksforstinspektionen Kufstein, Lechtal, Reutte, Schwaz, und Telfs besorgniserregend. Aufgrund der besonderen Stand-

ortsverhältnisse und des außerordentlich hohen natürlichen Mischwaldanteiles im Bereich dieser Bezirksforstinspektionen ist dort eine besondere Gefährdung gegeben. Die Auswertung aller landeskulturellen Verträglichkeitsgutachten hat ergeben, daß überwiegend Verbißschäden die Waldgefährdung verursachen. Verbiß-, Fege- und Schlagschäden führen zu einer Verlängerung des Verjüngungszeitraumes und speziell in Mischwaldgebieten zum Ausfall der ökologisch wichtigen Mischbaumarten. Neben rein wirtschaftlichen Schäden, insbesondere Zuwachsverluste, resultieren labilere Folgebestände, die vor allem auch die Nachhaltigkeit der Schutzfunktion gefährden. Bei sehr hohem Verbißdruck bleibt die Naturverjüngung zum Teil völlig aus, durch Keimlingsverbiß kommt es in derartigen Beständen zu keiner Naturverjüngung, obwohl durchaus eine entsprechende Naturverjüngungspotenz gegeben wäre.

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 kann frühzeitig zusammenbrechen. Auch hier treten also neben den rein wirtschaftlichen Schäden erhebliche Beeinträchtigungen der Waldfunktionen ein.

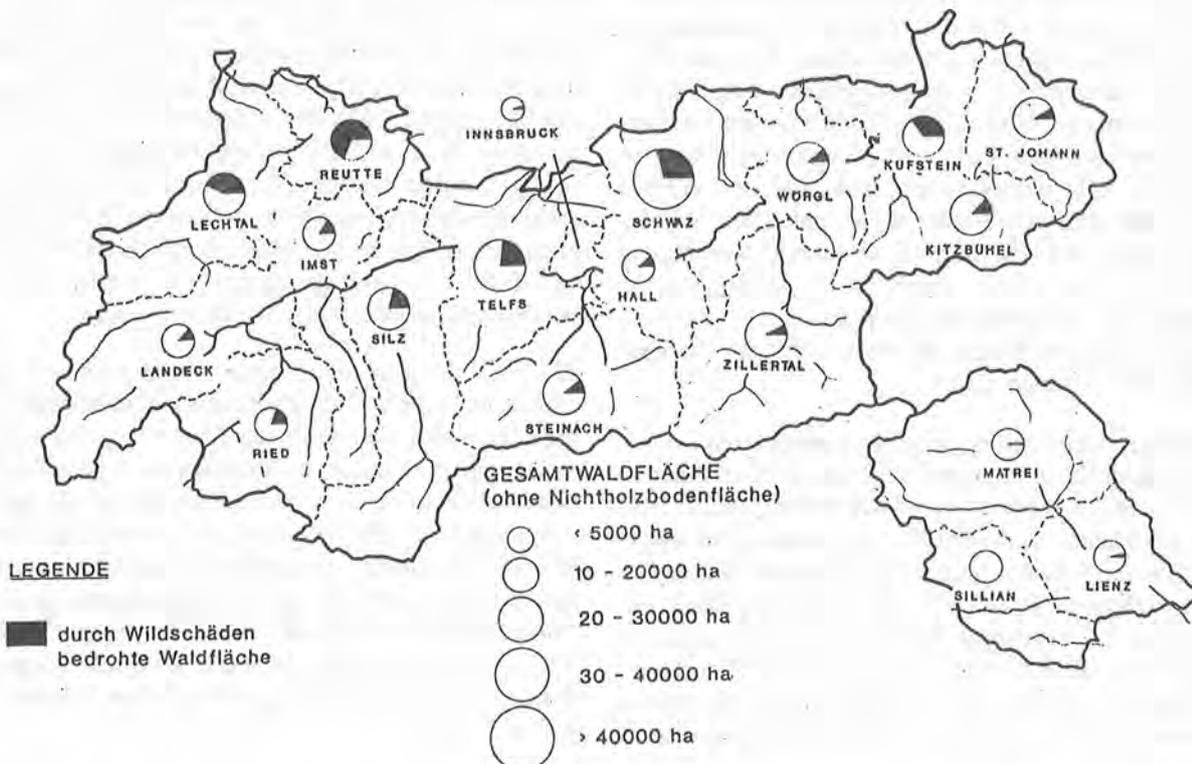
Die Gutachten über die landeskulturelle Verträglichkeit von Schalenwildbeständen werden einerseits den Jagdbehörden zur Verfügung gestellt, um entsprechend revierbezogene Maßnahmen zur Beseitigung dieser Gefährdung ergreifen zu können, andererseits dem Leiter

des Forstaufservdienstes, um Antragsrecht und Parteistellung in landeskulturellen Verfahren zum Schutze des Waldes wahrnehmen zu können. Trotz zahlreicher Aktivitäten seitens der Jagdbehörden ist die Wildschadenssituation in den oben genannten Bezirksforstinspektionen nach wie vor unbefriedigend. Hierbei zeigt sich immer wieder, daß die Abschlußplanung ohne ausreichende Berücksichtigung des Waldverjüngungszustandes ein untauglicher Versuch zur Herstellung tragbarer Wildstände ist. Eine grundlegende Reform der Abschlußplanung mit gleichzeitigem Überdenken von Wildklassenmerkmalen und von naturwidrigen Abschlußverboten, ist daher zu fordern.

Obgleich in manchen Landesteilen die Wildschadenssituation äußerst unbefriedigend ist, so ist doch darauf hinzuweisen, daß es in Tirol auch ausgedehnte Revierbereiche gibt, in denen die Jagdausübungsberechtigten durch eine waldgerechte Bejagung das Aufkommen einer standortgerechten Mischwaldverjüngung ermöglichen. Diese aus der Sicht der Walderhaltung und damit der Landeskultur vorbildlichen Jäger zeigen eindrucksvoll, daß Wald und Wild keine Gegensätze bilden müssen.

Die durch Luftschadstoffbelastung stellenweise schwer in Mitleidenschaft genommenen Altbestände Tirols bedürfen vielfach einer dringenden Verjüngung. Nur mit einer funktionierenden Verjüngung kann der Wald die für das Gebirgsland Tirol so wichtige Schutzfunktion erfüllen. Daher sind alle Verjüngungshemmnisse, allen voran die zu hohen Schalenwildbestände, zu beseitigen.

Abb.6.1 Durch Wildschäden bedrohter Anteil der Gesamtwaldfläche in den Bezirksforstinspektionen (Nichtstaats- u. Staatswald)



7. Wald und Weide

Die Waldweide ist bekanntermaßen eine der ältesten Formen der Mehrfachnutzung des Waldes. Nach fachlichen Erkenntnissen ist sie aber weder vom Standpunkt der Viehhaltung noch von dem der Waldwirtschaft als günstig zu beurteilen. Insbesondere auf empfindlichen Kalkstandorten ist die Waldweide eine zusätzliche Belastung, die im Zusammenhang mit den Waldschäden durch Luftverschmutzung und Wildverbiss besonders ins Gewicht fällt. Eine Trennung von Wald und Weide wird dort notwendig, wo die Landeskultur ganz offensichtlich Schaden nimmt. Eine solche Entflechtung, die selbstverständlich die Rechte der Bauern entsprechend zu berücksichtigen hat, ist für viele sensible Schutzwälder notwendig.

Die durch Erhebungen belegte beängstigende Entmischung der Jungbestände (siehe Artikel: Wald und Wild) wird zu einem Großteil durch überhöhte Schalenwildbestände verursacht. Nach einer Umfrage auf den Bezirksforstinspektionen und den Bundesforstverwaltungen (1991) entfallen jedoch rd. 20% des Verbisses auf das Weidevieh. Die damit mancherorts einhergehende Entmischung der Bestände betrifft in erster Linie die Laubhölzer, die Tanne wird weitgehend verschont.

Insgesamt werden in Tirol noch rd. 160.000 ha Waldfläche beweidet. Auf den vom Landesschutzwaldkonzept untersuchten verjüngungsbedürftigen Waldflächen mit erhöhter und höchster Schutzfunktion stellt sich die Waldweide auf ca. 10.000 ha als alleiniger Hinderungsgrund für die notwendige Verjüngung dar. Auf weiteren 25.000 ha wird die Waldweide gemeinsam mit anderen Schadfaktoren, wie u.a. die zu hohe Schalenwildbelastung, als Hinderungsgrund bezeichnet. In dieser Zahl nicht berücksichtigt ist verjüngungsgefährdende Waldweide im reinen Wirtschaftswald. Mit der im Landesschutzwaldkonzept ausgewiesenen Fläche von 10.000 ha steht jedenfalls fest, daß zumindest gut 6% der weidebelasteten Wälder derart unter dem Weidevieh leiden, daß die oftmals dringende Verjüngung dieser Wälder allein durch die Beweidung nicht möglich ist. Auf weiteren 15% der weidebelasteten Wälder trägt die Waldweide wesentlich zum Nichtgelingen der Verjüngung bei.

Als Folgen insbesondere intensiv ausgeübter Waldweide treten vielfältige Schäden am Wald auf. Der Viehtritt wirkt nicht nur negativ durch das Verletzen und Zertreten von kleinen Jungpflanzen, ein weiterer forstwirtschaftlicher Schaden liegt in den Wurzelverletzungen, die zu erhöhtem Rotfäulebefall führen. Die damit einhergehende Entwertung des unteren und damit wertvollsten Stammteiles bewirkt empfindliche Ertragsverluste für den Waldeigentümer. In diesem Zusammenhang ist auch die rotfäulebedingt geringere

Stabilität der Bestände gegenüber Wind und Schnee zu nennen, die abgesehen von den überwiegend wirtschaftlich negativen Folgen ebenfalls direkte wirtschaftliche Belastungen für den Waldeigentümer werden können. Neben den Pflanzenschäden ist die durch die Beweidung ausgelöste Bodenverdichtung zu nennen. Die damit einhergehende Verringerung des Bodenvolumens - verstärkt durch höhere Viehgewichte - kann zu Langzeitschäden führen. Der Oberflächenabfluß nach starkem Regen ist auf stark beweideten Flächen um ein Vielfaches höher als auf unbeweideten Flächen.

Die Waldweide stellt aber auch für einen Teil der Bergbauern einen wesentlichen Einkommensfaktor dar. Damit die Berglandwirtschaft in einem landeskulturell ausreichenden Umfang überleben kann, muß ihr die Gesellschaft jene überwirtschaftlichen Leistungen abgelden, die sie für die Sicherung des Lebensraumes und für die Erholung der Menschen erbringt. Bei der Abgeltung der vielfach positiven landeskulturellen Leistungen der Bergbauern müßte die Waldweide als negative landeskulturelle Leistung entsprechend negativ berücksichtigt werden. Das bei Verzicht auf die Waldweide erhaltene Zusatzeinkommen aus bezahlter Landschaftspflege würde mit großer Wahrscheinlichkeit den Wald gebietsweise rasch entlasten und ein Wegbereiter für eine endgültige Ablöse der Weiderechte sein.

Als Verjüngungshindernis ersten Ranges gilt in weiten Teilen des Tiroler Waldes ein zu hoher Schalenwildstand. Daneben spielt aber auch die Beweidung des Waldes insbesondere im durch Immissionen stark geschädigten Nordalpenbereich eine bedeutende Rolle als Hinderungsgrund für die Sanierung der dort befindlichen Wälder. Die heute vordringliche Schutzwaldsanierung bedarf neben einer Lösung des Wildproblems auch der Entflechtung von Wald und Weide. Dabei geht es nicht um die radikale Beseitigung jeder Waldweide, sondern darum, den landeskulturell verträglichen Umfang zu finden.

8. Immissionsökologische Flechtenkartierung in den Transekten des Inn-, Wipp- und Zillertales

Im Rahmen der Tiroler Transitstudie 1990/91 wurde von Univ. Prof. Dr. TÜRK (Univ. Salzburg) und Mag. P. Hofmann (Univ. Innsbruck) in vier Untersuchungs-transekten des Inn-, Wipp- und Zillertales eine flächendeckende, immissionsbezogene Flechtenkartierung durchgeführt. Ziel dieser Studie war es, die Auswirkungen vor allem saurer Schadstoffkomponenten auf die epiphytische Flechtenvegetation durch Ausweisung von Belastungszonen in Form von Zonenkarten (Zone 1: "aus lichenologischer Sicht unbelastet" bis Zone 5: "sehr starke Schadstoffeinwirkung") aufzuzeigen und mit anderen aktuellen Ergebnissen der Transitstudie bzw. mit jenen früherer Flechtenkartierungen zu vergleichen.

Die an Hand der Beeinträchtigung der Flechtenvegetation festgestellte Immissionsbelastung der Transekte zeigt deutliche Zonierungen, welche Hinweise auf die unterschiedliche Belastung und die Ausbreitungstendenz der Schadstoffe geben. Während das Zillertal und auch das Wipptal nur relativ kleinräumig und hauptsächlich auf Talbodenniveau konzentrierte Schädigungen der Flechtenvegetation erkennen lassen, ist die Situation im Inntal wesentlich schlechter. Dort breiten sich in den Talbereichen auch außerhalb dicht besiedelter Areale großflächig Flechtenzonen aus, wie sie normalerweise in Kerngebieten industrialisierter Großstädte auftreten (die Flechtenvegetation ist hier großteils sehr stark geschädigt, dezimiert oder gänzlich abgestorben). Außerdem reichen die mittel und schwach belasteten Zonen lokal bereits in Höhenlagen bis ca. 1500 msm.

Ein Vergleich mit ca. 15 Jahre alten Kartierungsergebnissen (auf Grund verschiedener Methoden nur eingeschränkt möglich) zeigt besonders in den Talbereichen eine Zonenverschlechterung bis zwei Stufen und eine intensive Ausdehnung der Flechtenzonen.

Die Gegenüberstellung aktueller Ergebnisse von Transmissions- bzw. Immissionsmessungen und der Flechtenzonenbewertung ergibt ein Bild, welches die synergistisch komplexe Zusammenwirkung verschiedener Schadstoffe auf die Flechten aufzeigt.

8.1. Einleitung

Die hohe Empfindlichkeit von Flechten vor allem gegenüber sauer reagierenden Luftverunreinigungen macht diese Pflanzengruppe zu ausgezeichneten Bioindikatoren, welche die physikalisch-chemischen Meßtechniken, die überwiegend nur punktuell durchgeführt werden können, durch flächendeckende Beurteilung der Immissionsbelastung ergänzt.

Derartige immissionsökologische Untersuchungen wurden beispielsweise in Salzburg (Wittmann & Türk 1988), Vorarlberg (Wittmann et.al. 1989) sowie Tirol (Hofmann, Wittmann & Türk 1990) durchgeführt.

Die Möglichkeit zur Ermittlung von Entwicklungstendenzen der Zonenausbreitung und damit von Trendanalysen bieten sich durch frühere Kartierungsergebnisse in den Transekten des Inntales an.

8.2. Methode

Die vorliegende Studie basiert auf den Beurteilungskriterien von Wittmann et. al. (1989), welche sich in Untersuchungsgebieten mit mehreren Höhenstufen und damit unterschiedlichen Naturräumen und lokalklimatischen Gegebenheiten bereits bewährt hat.

Die ursprünglich vorgesehene IAP-Methode (Index of Atmospheric Purity) konnte im Rahmen der Transitstudie nicht verwendet werden, da diese nur in topographisch und klimatologisch relativ einheitlichen Gebieten ihre Gültigkeit hat und ein numerischer Vergleich mittels IAP-Bewertung kaum möglich ist.

Flechtenzonen

Die Schadformen einzelner Flechtenarten sowie die Zusammensetzung der Flechtenvegetation auf Bäumen ergeben unter Berücksichtigung verschiedener natürlicher Parameter (Höhenlage, Exposition, Trägerbaum etc.) ein Maß für die Zuordnung eines Gebietes zu einer sogenannten Flechtenzone.

Es werden folgende Flechtenzonen (Schadzonen) unterschieden:

Zone 1:	keine Belastung feststellbar
Zone 2:	schwach belastete Zone
Zone 3:	mittel belastete Zone
Zone 4:	stark belastete Zone
Zone 5:	sehr stark belastete Zone

Über den prozentuellen Anteil der Schadformen bzw. die Gesamtdeckung der Zeigerarten und deren etwaige Regenerationserscheinungen kann auf die Einwirkungszeit der Immissionen (ob Dauerimmission oder eher kurzzeitige Immissionen) geschlossen werden.

8.3. Ergebnisse

In der Folge werden die Ergebnisschwerpunkte transektweise dargestellt und mit aktuellen Meßergebnissen der Transitstudie bzw. früheren Flechtenkartierungen verglichen. So wurde in Tirol von Hofmann et. al. (1990) eine immissionsökologische Flechtenkartierung im Umfeld der Waldzustandsinventur - Punkte durchgeführt (s. Zustandsbericht der Tiroler Wälder 1991). Vergleichsweise zur Tiroler Transitstudie sind die Ergebnisse in Abb. 8.1 dargestellt, wobei eine gute Übereinstimmung der aktuellen Flechtenzonenbewertung der Transitstudie mit jener der WZI - Punkte gegeben ist.

8.3.1. Transekt Hall in Tirol - Schwaz (Abb. 8.2)

In Abb. 8.2 sind die aktuellen Flechtenzonen im Transekt Hall i.T. - Schwaz dargestellt.

Im Vergleich zur früheren Kartierung (Vogl 1977, Delmarko 1987) ergibt sich eine Verschlechterung der Flechtenzonen in den letzten 15 Jahren um 1-2 Zonenstufen vor allem im Talbodenbereich.

Während die stark belastete Zone 4 nahezu den gesamten Talbodenbereich einnimmt und sich in den dichteren Ballungsräumen von Hall, Wattens und Schwaz

sogar auf Zone 5 verschlechtert, ergibt sich für die nördliche und südliche Talseite sowohl höhenzonal als auch in Bezug auf die Ausdehnung der Flechtenzonen ein sehr unterschiedliches Bild.

Generell reichen auf der nördlichen südexponierten Talseite die belasteten Zonen höhenmäßig weiter hinauf (bis 1.500 m) als auf der südlichen, nordexponierten Talseite (bis ca. 1.100 m).

Im Bereich der Gnadenwaldterrasse (ca. 800 m) bzw. in einer Seehöhe von 1.300 m 100 m ist eine sprunghafte Änderung der Flechtenzonen festzustellen. Der relativ abrupte Übergang der Flechtenzone 3 und 2 im Randbereich der Gnadenwaldterrasse könnte erklärt werden durch die Zunahme des Luftvolumens (besserer Verdünnungseffekt), welches im Höhenbereich 800 bis 1.000 msm ziemlich stark zunimmt.

In 1.300 msm dürfte durch die häufig beobachtete Nebelbildung die physiologische Aktivität der Flechten und somit die Zeit der potentiellen Schadstoffaufnahme etwas erhöht sein.

Im Talbodenbereich kommt es fast ausschließlich zu Dauerimmissionen (durchschnittlich bis 900 msm, lokal bis 1.100 msm), darüber spielt die Einwirkung von eher kurzzeitig aber intensiv wirkenden "Schadstoffwolken" die größere Rolle.

Ein Vergleich der aktuellen Transmissionsmessungen (Sprinzl & Kellner 1991) und Passivsammlerergebnissen (Kasper & Puxbaum 1991) mit der Flechtenzonenbewertung ergibt ein Bild, welches die syneristisch komplexe Zusammenwirkung verschiedener Schadstoffe auf die Flechten bestätigt (Abb. 8.6 + 8.7).

8.3.2. Transekt Brixlegg - Wörgl (Abb. 8.3)

Ähnlich wie im Transekt Hall-Schwaz ist ein Großteil der Flechtenvegetation im Talbodenbereich (v.a. entlang der Inntalautobahn zwischen Rattenberg und Kundl) stark geschädigt, dezimiert oder gänzlich abgestorben.

Die stark belasteten Zonen erreichen im Vergleich zum Transekt Hall-Schwaz flächenmäßig keinen so hohen Anteil, die mittel und leicht geschädigten Zonen dafür eine größere Ausdehnung. Während der Zonenverlauf auf der südlichen Talseite ziemlich regelmäßig ausgebildet ist und es mit zunehmender Höhe zu einer allmählichen Verbesserung kommt, existiert auf der Nordseite des Inntales eine wesentlich komplexere Situation, wie nachfolgender Talquerschnitt in Abb. 8.8 aufzeigt.

Auffällig ist, daß im westlichen Teil des Transektes die belasteten Zonen (v.a. Zone 3) durchschnittlich

größere Höhenlagen erreichen, wobei die südexponierte Nordseite des Tales stärker benachteiligt ist. In diesem Bereich findet sich auch am Abhang des Volldöppberges eine unklar abgegrenzte Zone 2 zwischen 800 und 1000 msm, die hier Zone 3 unterbricht (siehe Abb. 8.8).

Auf eine Inversionsgrenzschicht deutet zwischen Wörgl und Kundl der rasche Zonenübergang von 4 zu 3 im oberen Hangbereich der Angerbergterrasse hin.

Dauerimmissionen treten in Lagen bis 700 msm auf, oberhalb 700 msm hingegen unterliegen die Flächen mehr dem Einfluß nur zeitweiser Belastung.

Der Vergleich mit den Kartierungen von Sigl (1976), Visotschnig (1977) und Mayerhofer (1978) zeigt, daß sich die Flechtenzonen (besonders 2-4) seit damals intensiv ausgedehnt haben.

8.3.3. Transekt Matri/Brenner - Brennerpaß

Im Wipptal weisen die Kartierungsergebnisse (Abb. 8.4) topographisch und klimatisch bedingt einen wesentlich geringeren Grad der Flechtenschädigung (sowohl in Intensität und Ausdehnung) als im Inntal auf. Die Belastungen (Zone 3) konzentrieren sich auf östliche Tallagen unterhalb des Autobahniveaus und in den Siedlungszentren von Matri und Steinach (Zone 4 in Karte wegen Maßstab nicht eingezeichnet!). Generell sind die südexponierten Eingänge der Seitentäler etwas stärker belastet als die nordexponierten Schattenhänge. Das Zonierungsbild bietet Anzeichen einer Verfrachtung der Schadstoffe talauswärts Richtung Innsbruck.

Eine Entwicklungstendenz kann mangels früherer Kartierungen leider nicht aufgezeigt werden.

8.3.4. Transekt Zell/Ziller - Mayrhofen

Der Transekt im Zillertal (Abb. 8.5) weist abgesehen von den Siedlungskernen (Zone 4) nur Schadstufen mittel bis schwach belasteter Flechtenzonen auf, die sich im Talbereich konzentrieren und nur bis in relativ geringe Höhenlagen hinaufreichen. Ab 900 bis 1.000 msm konnte nach oben hin nur noch Zone 1 (Reinluftzone) festgestellt werden.

Vergleicht man hier die Abfolge der Flechtenzonen mit den Untersuchungsergebnissen des Projektes "Höhenprofil Zillertal" (Forstliche Bundesversuchsanstalt 1984-1990) so ergeben sich vor allem mit den Meßdaten SO₂, NO₂ und NH₃-Gehalte der Luft gute Übereinstimmungen.

8.4. Literaturverzeichnis

Glattes, F., Smidt, S., Drescher, A., Maier, C. & F. Mutsch (1985): Höhenprofil Zillertal. Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. FBVA-Berichte Nr. 9.

Hofmann P. (1992): Die epiphytische Flechtenflora,- und Vegetation des östlichen Nordtirol mit besonderer Berücksichtigung immissionsökologischer Gesichtspunkte. Dissertation - Univ. Innsbruck - Institut f. Botanik.

Hofmann, P., Wittmann, H. & R. Türk (1990): Immissionsbezogene und floristische Flechtenkartierung im Bundesland Tirol unter besonderer Berücksichtigung der WZI-Punkte. Zustandsbericht der Tiroler Wälder 1991.

Kasper A. & Puxbaum H. (1991): Bestimmung der Immissionskonzentrationswerte von NO₂ und SO₂ mit Passivsammlern. Teilprojekt zur Tiroler Transitstudie 1990/91. Tiroler Landesregierung (Auftraggeber).

Mayerhofer, Ma. (1978): Flechtenkartierung im Raum Brixlegg. Unveröffentlichte Diplomarbeit im Inst. f. Bot. Univ. Ibk. 47 pp.

Sigl, P. (1976): Flechtenkartierung im Raum Wörgl - Kufstein. Ber. nat.-med. Ver. Ibk. 63: 91-104.

Smidt, S. & F. Glattes (1988): Höhenprofil Zillertal. - Ein wichtiger Beitrag zur Frühdiagnose von Waldschäden. Österr. Forstzeitung 8: 1-3.

Smidt, S. (1990): Alpentalstudie "Höhenprofil Zillertal". Symposium "Bodennahes Ozon" Ges. Öst. Chemiker 12.-13.11.1990 in Salzburg, Tagungsband: 128-148.

Sprinzl G. & Kellner K. (1991): Transmissions- und Immissionsmessungen im Inntal im Winterhalbjahr 1990/91. Teilprojekt zur Tiroler Transitstudie 1990/91. Tiroler Landesregierung (Auftraggeber).

Visotschnig, M. (1977): Flechtenkartierung im Raum Jenbach - Kundl. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Inst. f. Bot. Univ. Ibk. 41 pp.

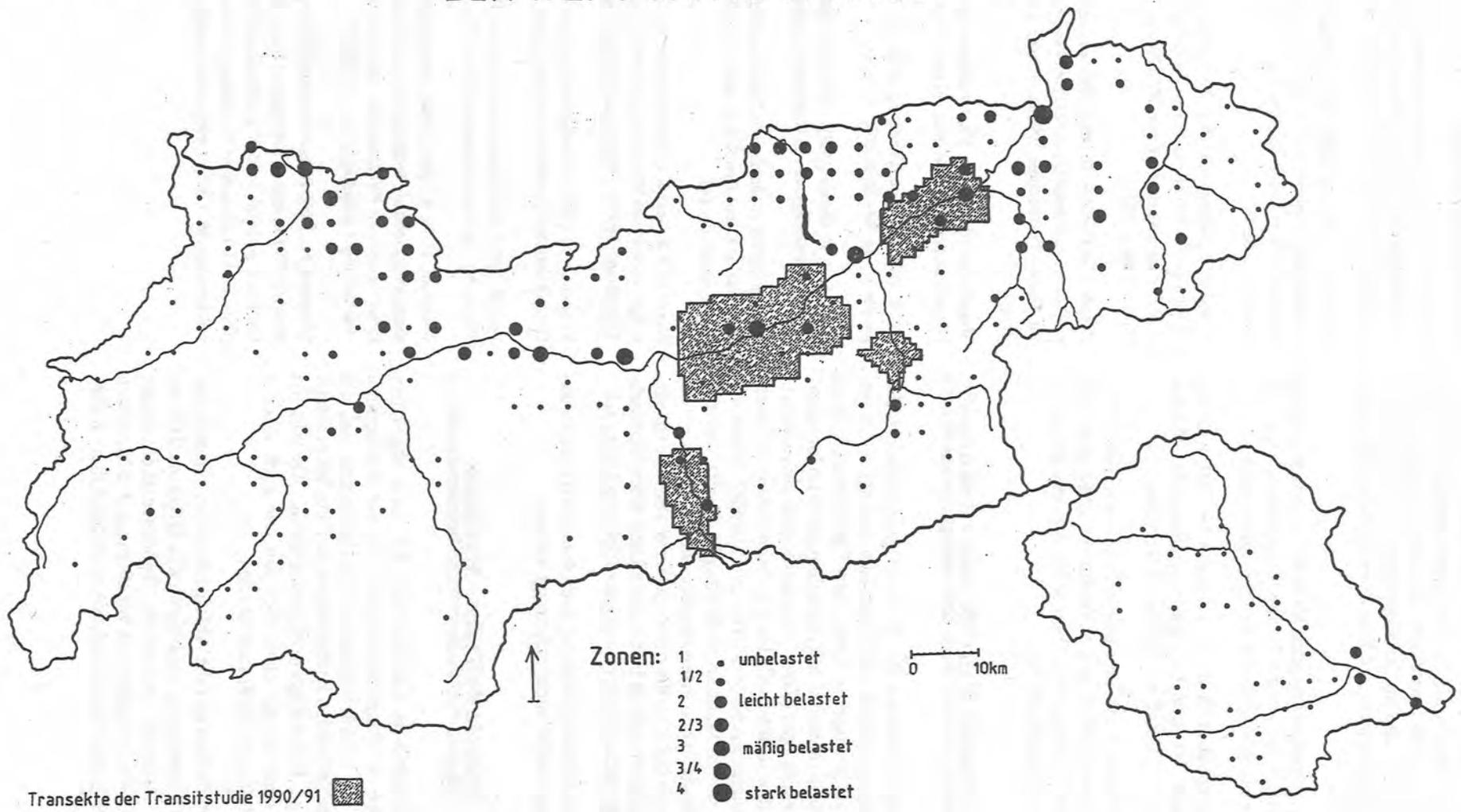
Vogl, B. (1977): Flechtenkartierung im Raum Hall - Schwaz. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Inst. f. Bot. Univ. Ibk. 45 pp.

Wittmann, H. & R. Türk (1988): Immissionsbezogene Flechtenzonen im Bundesland Salzburg (Österreich) und ihre Beziehungen zum Problemkreis "Waldsterben". Berichte der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege 12: 247-258.

Wittmann, H., Türk, R., Scherthaner-Blieberger, E. & E. Kupfer-Wesely (1989): Immissionsökologische Studie über die epiphytische Flechtenvegetation in den geschädigten Wäldern Vorarlbergs (Österreich). Lebensraum Vorarlberg, Grundlagenarbeit zu Natur und Umwelt, Bd. 3, Waldforschung in Vorarlberg: 47-96.

Abb.8.1.

FLECHTENZONENBEWERTUNG IM BEREICH DER WZI-PUNKTE IN TIROL



Transekte der Transitstudie 1990/91 

Abb. 8.2. IMMISSIONSÖKOLOGISCHE FLECHTENZONEN
im Inntal zwischen Hall in Tirol und Schwaz
1990

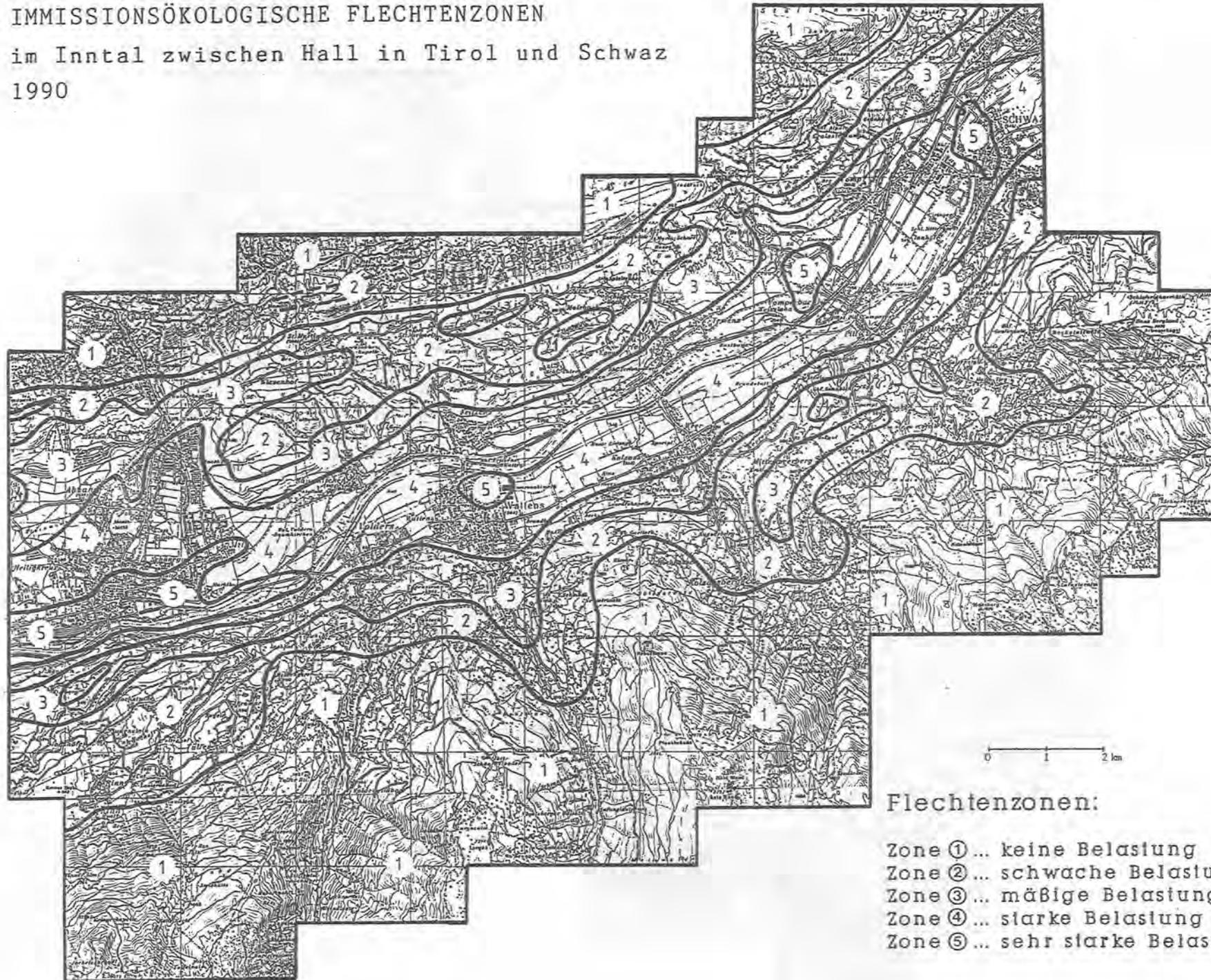
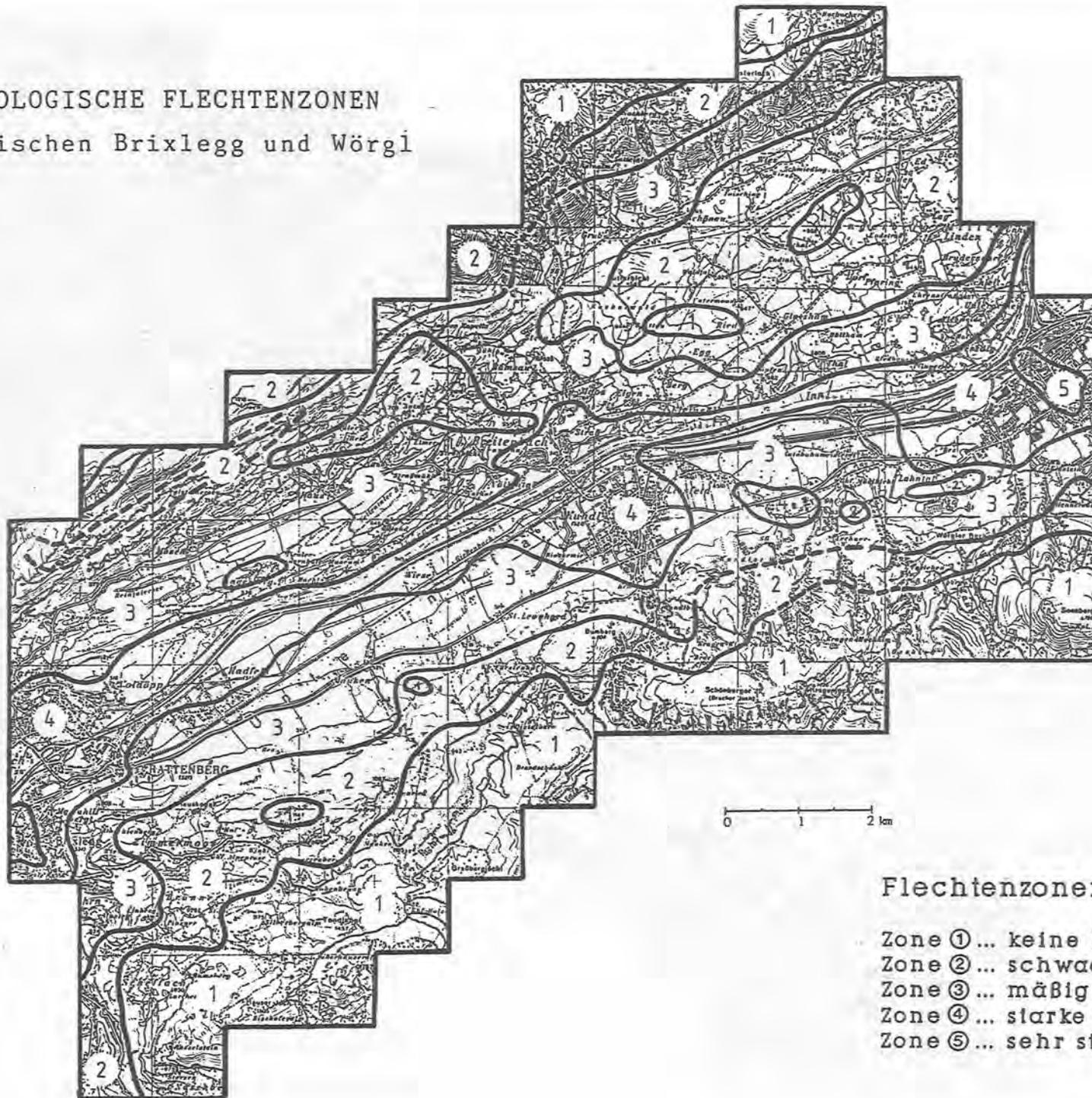


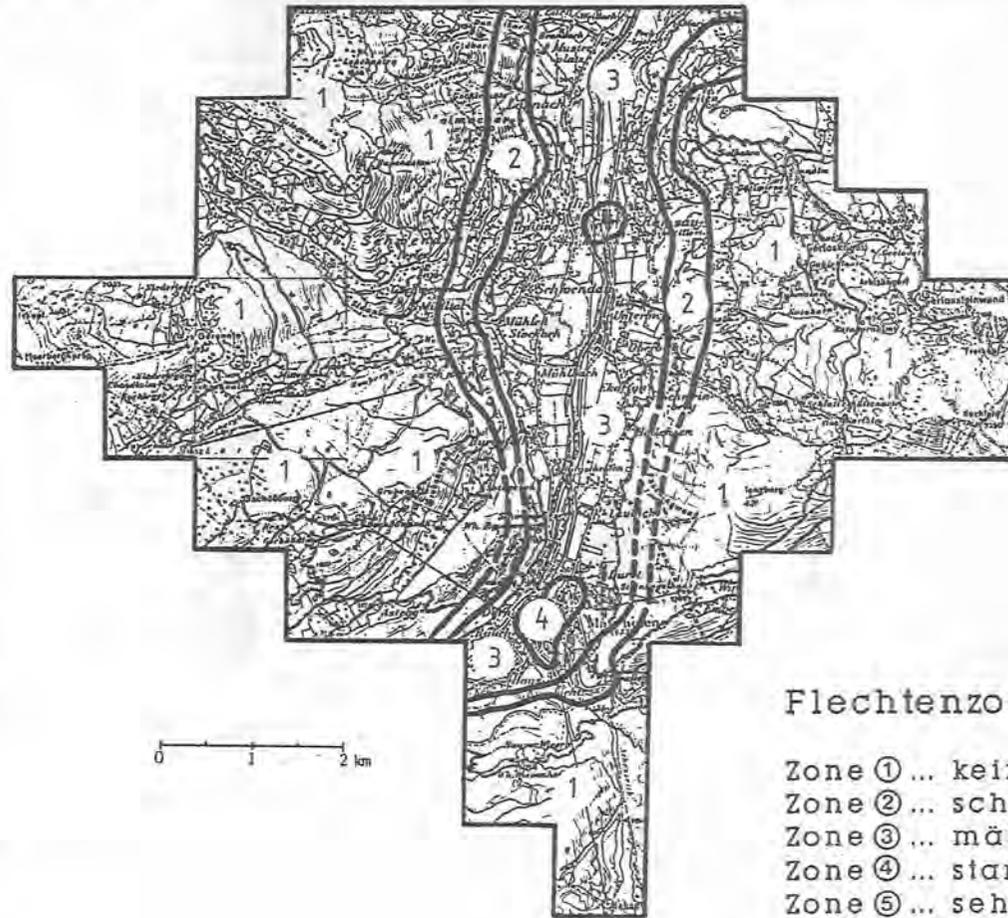
Abb. 8.3.

IMMISSIONSÖKOLOGISCHE FLECHTENZONEN
im Inntal zwischen Brixlegg und Wörgl
1990



IMMISSIONSÖKOLOGISCHE FLECHTENZONEN 1990 im Wipptal zwischen Matri a.Br. und Brennerpaß
 Abb. 8.4.

im Zillertal zwischen Zell a.Ziller und Mayrhofen



Flechtenzonen:

- Zone ① ... keine Belastung
- Zone ② ... schwache Belastung
- Zone ③ ... mäßige Belastung
- Zone ④ ... starke Belastung
- Zone ⑤ ... sehr starke Belastung

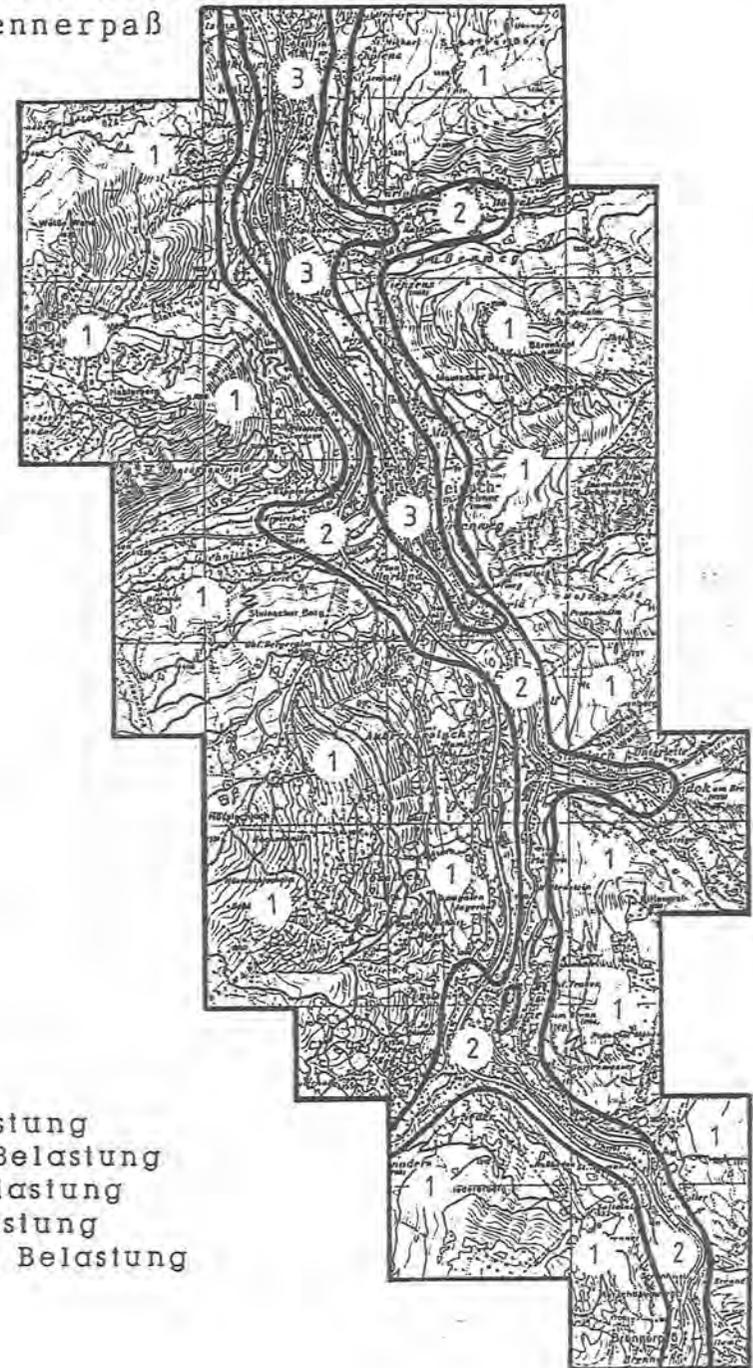


Abb. 8.5. BEISPIEL EINES PROFILS DURCH DAS INNTAL
IM TRANSEKT BRIXLEGG - WÖRGL

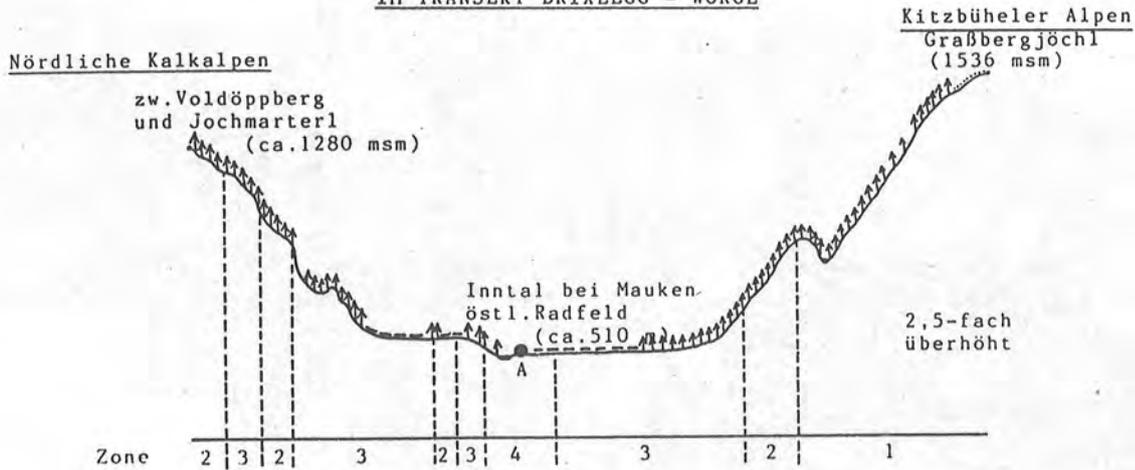
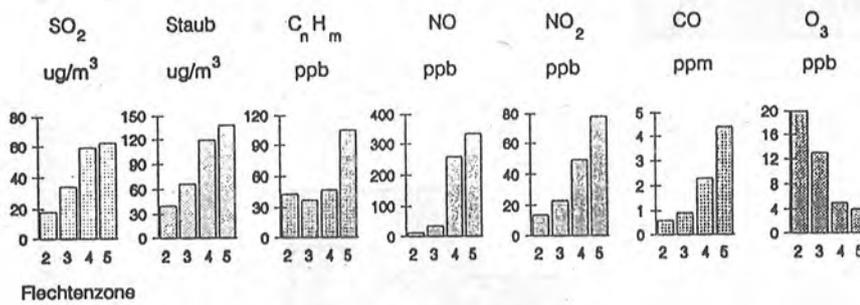
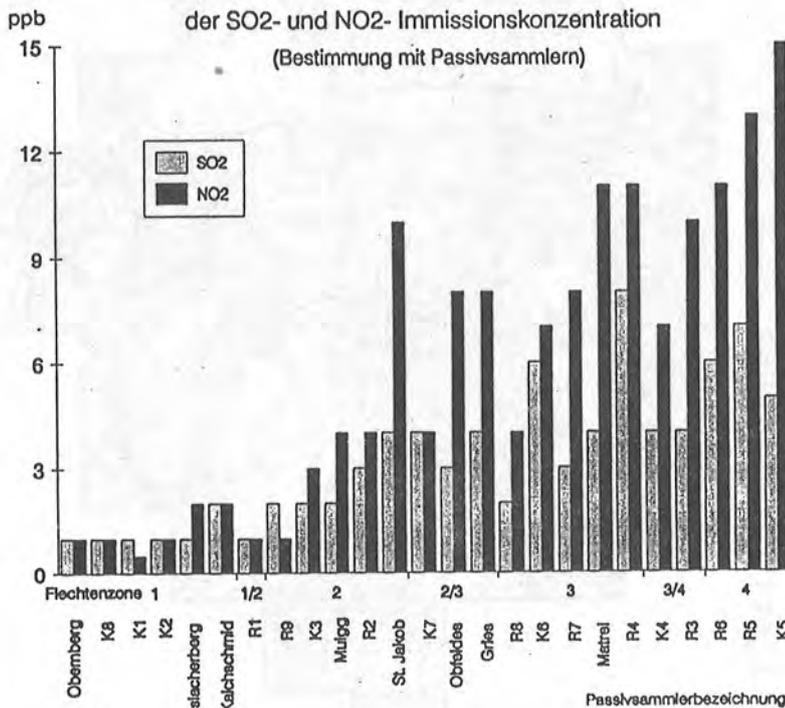


Abb. 8.6. Vergleich zwischen Flechtzonenbewertung und mittleren Transmissionswerten im Transekt Hall - Schwaz



Vergleich zwischen Flechtzonenbewertung und den Werten der SO₂- und NO₂- Immissionskonzentration (Bestimmung mit Passivsammlern)



9. Verminderte Ozonbelastung im Schutz des Waldes

Im Sommer 1991 führte die Landesforstdirektion eine Sondermesserie durch, um festzustellen, welche Ozonbelastungen gleichzeitig unter dem Kronendach eines geschlossenen Waldbestandes und im Freiland herrschen. Ziel der Messerie war es nicht, die Ursache der Ozonbelastung und Ozonbildung festzustellen, sondern eine allfällige Wohlfahrtswirkung des Waldes für Spaziergänger, die Waldwege benützen, zu belegen.

Lage der Meßstellen und Meßzeiträume:

Der Meßzeitraum erstreckte sich über 32 Tage, vom 20.7. bis zum 20.8.1991.

Während des gesamten Meßzeitraumes war eine "Freilandmeßstelle" in Schönblick in Betrieb. Diese lag rd. 200 m oberhalb und nördlich von Innsbruck im unteren Bereich der Nordkette auf einer in das Inntal hinausragenden Geländekante, welche allseits gut anströmbar ist. Die Umgebung dieser Meßstelle ist durch Wiesen und einzelne Wohnhäuser in großen Gärten gekennzeichnet.

Die "Waldmeßstelle" lag vom 20.7. bis 8.8. auf etwa der selben Seehöhe 400 m nordwestlich der Freilandmeßstelle bei der Hintereggerhütte nahe der Mühlauerklamm bei der Schweinsbrücke. Die Umgebung dieser Meßstelle ist ein bewaldeter nach Südwest exponierter Steilhang. Die Meßstelle befand sich unterhalb der Baumkronen eines Jungwaldes.

Die "Waldrandmeßstelle" lag vom 9.8. bis 20.8. auf einer sonnigen Waldlichtung ca. 5 m unterhalb des Waldrandes ca. 30 m von der "Waldmeßstelle" entfernt.

Die Meßhöhe betrug bei allen Meßstellen jeweils 2,5 m über dem Bodenniveau.

Grenzwerte:

Die zur Beurteilung herangezogenen Grenzwerte sind die von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Grenzwerte für den maximalen 8-Stundenmittelwert von 50 ppb und für den maximalen Halbstundenmittelwert von 60 ppb.

Meßergebnisse:

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes von 32 Tagen wurden bei der Freilandmeßstelle die oben genannten Grenzwerte an 17 Tagen zum Teil erheblich überschritten. Dagegen wurden sowohl bei der Meßstelle im Wald als auch bei der Meßstelle am Waldrand während des jeweiligen Untersuchungszeitraumes diese Grenzwerte durchwegs eingehalten.

Im Freiland betrug der maximale Halbstundenmittelwert 87 ppb Ozon, der im Wald und am Waldrand gemessene höchste Halbstundenmittelwert betrug 60 ppb Ozon. (siehe Abb.9.1.)

Tägliche Ozonbelastung 20.7.-20.8.1991
(max. Halbstundenmittelwert)

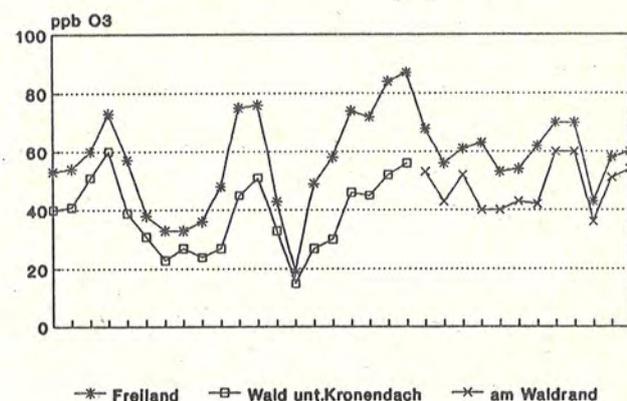


Abb 9.1

Der während des Untersuchungszeitraumes höchste 8-Stundenmittelwert betrug im Freiland 77 ppb O₃ und im Wald sowie am Waldrand nur 44 ppb O₃. (siehe Abb.9.2)

An Tagen hoher Ozonbelastung mit Grenzwertüberschreitungen im Freiland war in der Regel der Unter-

Tägliche Ozonbelastung 20.7.-20.8.1991
(max. 8-Stundenmittelwert)

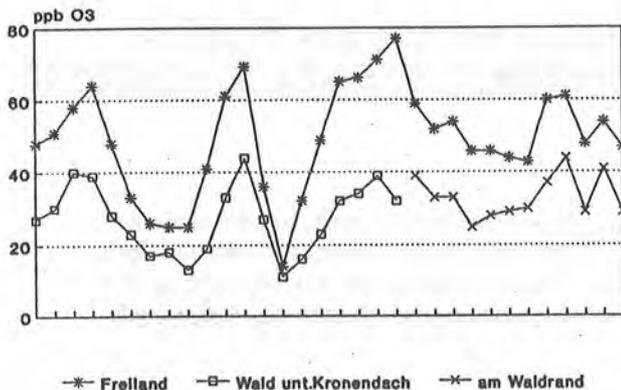


Abb 9.2

schied zwischen Freilandbelastung und Belastung im Wald wesentlich größer als an Tagen mit nur mäßiger Ozonbelastung ohne Grenzwertüberschreitungen. (siehe Abb.9.1 und Abb.9.2)

Im Durchschnitt lag an Tagen hoher Ozonbelastung, mit Grenzwertüberschreitungen im Freiland, der 8-Stundenmittelwert im Wald um 29 ppb unter dem Freilandwert, der maximale Halbstundenmittelwert lag im Durchschnitt über alle Meßtage 23 ppb unter dem Freilandwert.

Auch noch im Einflußbereich des Waldrandes auf der besonnten Lichtung (wo kühle "Waldluft" aus dem

Waldbestand auf die angrenzende Lichtung strömt) lag die mittlere Ozonbelastung an ozonreichen Tagen, an denen im Freiland Grenzwertüberschreitungen auftraten, beim 8-Stundenmittelwert um 20 ppb unter der Freilandbelastung und beim Halbstundenmittelwert immerhin noch um durchschnittlich 13 ppb. Zum Beispiel war am 7. August die Ozonbelastung, gemessen als 8-Stundenmittelwert, im Freiland mit 71 ppb fast doppelt so hoch, wie im Wald mit 39 ppb. Auch der maximale Halbstundenmittelwert lag an diesem Tag mit 52 ppb im Wald, gegenüber 84 ppb im Freiland, wesentlich niedriger.

Schlußfolgerung

Die Meßserie dokumentiert die hohe Wohlfahrtsfunktion des Waldes insbesondere an bewaldeten Berghängen. Die in der Nähe des Waldbodens verminderte Ozonbelastung kommt nicht nur Spaziergängern zugute, welche sich in Zeiten hoher Ozonbelastung im Wald bzw. am Waldrand aufhalten können, ohne den sonst im Freiland wesentlich höheren Ozonbelastungen ausgesetzt zu sein, sondern auch den in Waldbodennähe lebenden Pflanzen und Tieren.

Diese Meßserie gibt keine Auskunft über die Ozonbelastung im Bereich der Waldkronen, wo mit wesentlich höheren Ozonbelastungen zu rechnen ist und somit der Wald seinerseits erheblichen Gefährdungen durch Ozon ausgesetzt ist.

10. Ausbreitung und Umwandlung von Luftschadstoffen im Raum Innsbruck

Obwohl in den letzten Jahren zahllose Forschungsarbeiten über die Ausbreitung und Umwandlung von Luftschadstoffen erschienen sind, genügen die daraus ableitbaren Erkenntnisse nicht, um die Schadstoffverteilung und Umwandlung unter den komplexen topographischen Bedingungen eines Gebirgslandes erklären zu können. Die Zusammenführung luftchemischer und meteorologischer Daten für den Raum Innsbruck erbrachte in dieser Hinsicht einige neue Erkenntnisse.

Obwohl die Schadstoffausbreitung vor allem im Herbst und Winter durch austauscharme Inversionslagen geprägt wird, scheint die Vegetation der Bergflanken v.a. an den Südhängen zum Innthal einer ständigen Belastung durch primäre Luftschadstoffe, die in einem dünnen Hangaufwindband hangaufwärts transportiert werden und deren Reaktionsprodukte, die beim Transport zunehmend gebildet werden, ausgesetzt zu sein.

Die Untersuchungen ergaben auch Hinweise, daß die Ozonbildung in höheren Gebirgslagen nicht nur durch großräumige Ozonepisoden, sondern sehr wohl auch durch Emissionen aus dem Innalraum beeinflusst wird.

Bei N-E Wetterlagen treten im Winter auf hochgelegenen Meßstationen auch Schadstoffbelastungen aus dem Ferntransport auf.

Windrichtung, Windgeschwindigkeit

Im Vergleich zum Flachland ist die Windgeschwindigkeit im Innthal im Durchschnitt deutlich niedriger. In München herrscht an 1% der Stunden Windstille, in Innsbruck sind 20% windstill. Das Windfeld ist im Talraum des Innthals deutlich eingeeengt, es treten beinahe ausschließlich talparallele Winde auf, während in München alle Windrichtungen in nennenswerten Anteilen auftreten. In der Abb.10.1 ist der Einfluß der Windgeschwindigkeit auf die winterlichen Stickstoffmonoxid-Gehalte der Meßstation Hall dargestellt.

NO KONZENTRATION UND WINDGESCHWINDIGKEIT
MESSTATION HALL / WINTER

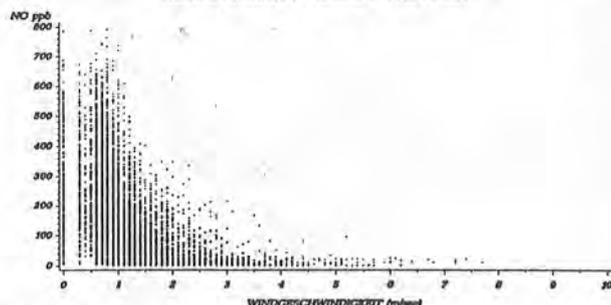


Abb.10.1

Hohe NO-Konzentrationen treten ausschließlich bei Windstille oder niedrigen Windgeschwindigkeiten auf. Hohe Windgeschwindigkeiten bewirken eine bessere vertikale Durchmischung (Turbulenz) und eine raschere horizontale Verteilung der Luftschadstoffe und damit deutlich geringere NO-Belastungen.

Temperaturschichtung der talnahen Atmosphäre

Der vertikale Luftaustausch wird außerdem noch von der Stabilität der bodennahen Luftschichten bestimmt. Während bei einer Temperaturabnahme von 1°C/100 m eine ungehinderte vertikale Durchmischung der Atmosphäre erfolgt, wird der Austausch zunehmend eingeschränkt, je kälter die bodennahen Luftschichten gegenüber den höherliegenden werden. Gleichbleibende oder mit der Höhe zunehmende Temperaturen bilden Sperrschichten in der Atmosphäre, die ein Entweichen der darunterliegenden Schadstoffe verhindern. In den Monaten November bis Jänner ist in den Morgenstunden an 7 von 10 Tagen und zu Mittag immer noch an jedem 2. Tag ein ungestörter vertikaler Luftmassenaustausch behindert.

Wie rasch die Immissionsituation auf Veränderungen der Temperaturschichtung der bodennahen Atmosphäre reagiert zeigt die Abb.10.2. Bei winterlichen Hochdruckwetterlagen, die durch geringe Windgeschwindigkeiten und bis auf die Mittagsstunden stabile Temperaturverhältnisse gekennzeichnet sind, fällt der Einbruch der NO-Gehalte kurz vor Mittag exakt mit der beginnenden Labilisierung der bodennahen Luftschichten zusammen. Der Anstieg der NO-Werte in den späten Nachmittagsstunden folgt mit einer Zeitverschiebung von 1 bis 2 Stunden dem Wiederaufbau der bodennahen Inversion.

Verschärfend auf die Luftsituation im Inntalraum wirkt sich die Tatsache aus, daß mangelnde horizontaler (Windstille) und fehlender vertikaler Austausch (Inversion) meist gemeinsam auftreten.

NO KONZENTRATION UND TEMPERATURGRADIENT BEI HOCHDRUCKWETTERLAGEN IM WINTER

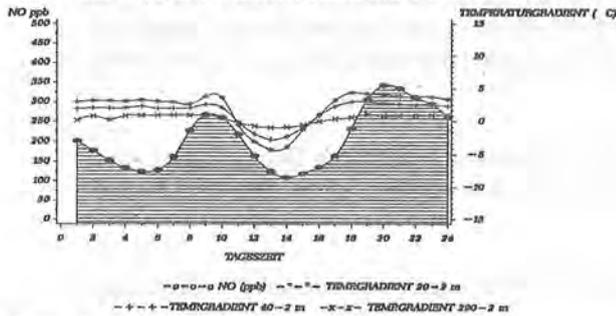


Abb.10.2

Wetterlagen und Immissionsituation

Wetterlagen ermöglichen eine einfache, zusammenfassende Charakterisierung des Wettergeschehens. Tage mit der gleichen Wetterlage haben nicht nur ähnliches 'Wetter' hinsichtlich Temperatur(schichtung), Windverhältnissen, Strahlung, Niederschlag etc., sondern auch ähnliche Immissionsverhältnisse.

Talmeßstelle Hall

Im Talraum sind die Unterschiede bei den primären Luftschadstoffen (NO, NO₂) vor allem im Winter besonders groß. So ist der durchschnittliche NO-Gehalt an der Meßstelle Hall bei Hochdruckwetter 24 mal so hoch wie bei NE Wetterlagen, wo gantztägig Luft mit geringem NO-Gehalt aus dem Unterland zur Meßstelle Hall herantransportiert wird (Abb.10.3.). Der deutliche Tagesgang der NO-Gehalte kann zum weitaus überwiegenden Teil durch die Veränderungen in der Stabilität der Atmosphäre und weniger durch Bildung sekundärer Luftschadstoffe erklärt werden, da sich das Verhält-

nis NO₂/NO auch untertags nur geringfügig verändert. Sekundäre Luftschadstoffe (Leitsubstanz: O₃) werden unabhängig von der Wettersituation im Winter kaum gebildet. Im Sommer ist in den Nachtstunden ein deutlicher Unterschied zwischen den Wetterlagen erkennbar, der untertags durch die Turbulenz der Atmosphäre und die Geschwindigkeit der Umwandlungsprozesse aber völlig verschwindet.

Deutlich erkennbar ist der Einfluß des Wettergeschehens auf die Ozonkonzentrationen (Abb.10.4). Bei Hochdruck und bei SE-SW Wetterlagen liegen die mittleren Tagesmaxima um fast 50% über jenen der übrigen Wetterlagen.

O₃ - TAGESGANG IM SOMMER/HALL BEI UNTERSCHIEDLICHEN WETTERLAGEN

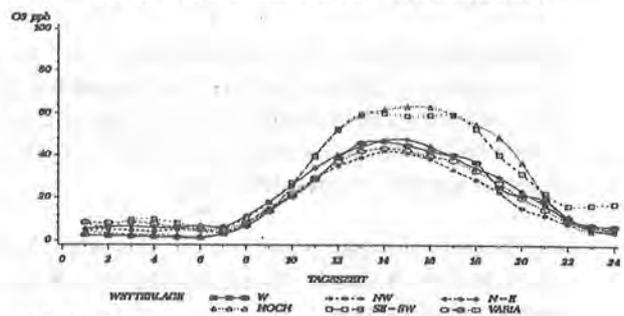


Abb.10.4

Bergstation Seegrube

Schadstofftransport im Hangaufwind

Obwohl die freie Atmosphäre im Winter auch untertags an jedem 2. Tag stabil geschichtet und ein Schadstofftransport in höhere Gebirgslagen daher ausgeschlossen scheint, zeigen die NO₂-Tagesgänge einen deutlichen Anstieg der Belastung zwischen 9.00 und 13.00 Uhr. Ab 14.00 Uhr beginnen die Werte wieder abzusinken und erreichen um 18.00 Uhr wieder das Hintergrundniveau. Dieser Anstieg ist bei Hochdruck und bei N-E Wetterlagen am deutlichsten (Abb.10.5). Ein Schadstofftransport in

NO - TAGESGANG IM WINTER/HALL BEI UNTERSCHIEDLICHEN WETTERLAGEN

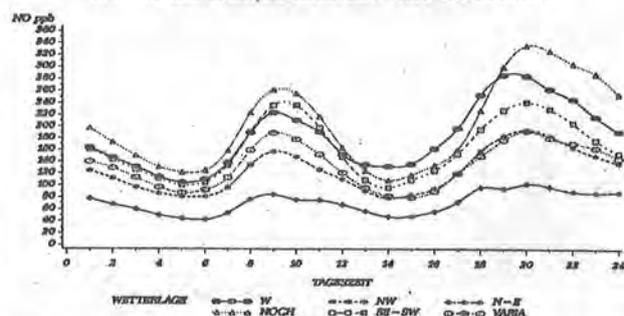


Abb.10.5

einem dünnen Hangaufwindband, das sich an schönen Wintertagen auf dem sonnenexponierten Hang zwischen der Seegrube und dem Talraum ausbildet, könnte dieses Phänomen erklären.

Im Sommer ist ein entsprechender Tagesgang beim NO kaum mehr feststellbar, während der NO₂ Anstieg um 2 Stunden in den Morgen verschoben, deutlich erkennbar ist. Die Erklärung warum NO nicht, NO₂ aber sehr wohl auf die Seegrube transportiert wird, ist in den rascheren Reaktionsgeschwindigkeiten der photochemischen Umsetzungen bei den höheren sommerlichen Temperaturen und der intensiveren Einstrahlung zu suchen. Auch der mit dem Anstieg der NO₂-Gehalte einhergehende Ozoneinbruch stellt ein Indiz für das Vorhandensein photochemischer Reaktionen dar. Parallele O₃-Messungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt auf der Schattseite des Patscherkofels in etwa gleicher Höhe zeigen keinen derartigen Einbruch.

Die Untersuchungen weisen darauf hin, daß Luftschadstoffe zu allen Jahreszeiten, vor allem auf der Südhängen des Inntals, in höhere Gebirgslagen transportiert werden, wo die Umwandlung in sekundäre Luftschadstoffe beschleunigt abläuft. Überdies zeigen die Ergeb-

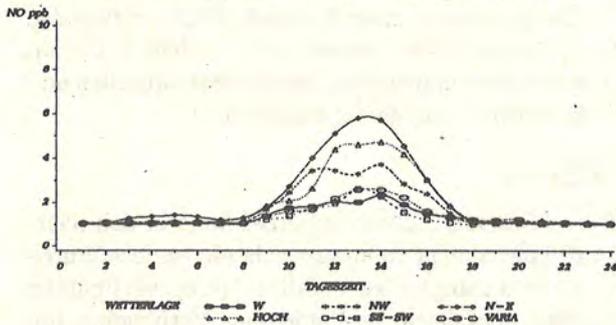
nisse, daß die Ozonbildung in höheren Lagen nicht nur durch großräumige Ozonepisoden, sondern auch durch lokale Transportphänomene beeinflusst werden.

Schadstoffbelastung durch Ferntransport

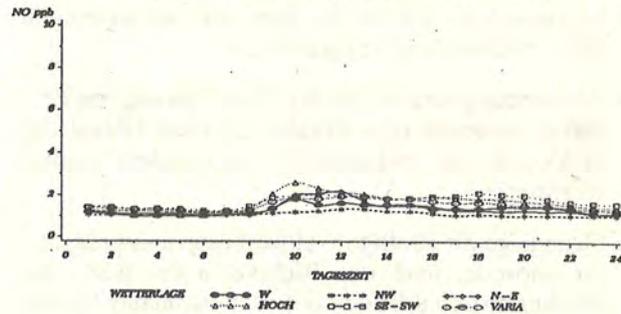
Während auf der Seegrube praktisch bei allen Wetterlagen ein Absinken der NO₂-Gehalte an die Nachweisgrenze während der Nachtstunden beobachtet wird, zeigen winterliche NE Wetterlagen durchgehend erhöhte Werte (Abb.10.5.). Analog dazu sind die Ozonwerte bei derartigen Wettersituationen um ca. 15 bis 20% niedriger als bei anderen Wetterlagen. Bei NE Wetterlagen werden häufig schadstoffbelastete kalte Luftmassen aus Osteuropa bis an die Alpen geführt. In diesen Luftmassen laufen die luftchemischen Reaktionen besonders langsam ab, die Oxidation der Stickoxide zum Nitrat ist daher trotz der weiten Transportdistanzen noch nicht vollständig abgeschlossen.

Die gemeinsame Auswertung der Messungen der Immissionsüberwachung der Landesforstdirektion und meteorologischer Daten aus dem Raum Innsbruck erfolgte mit Unterstützung des Inst.f. Meteorologie der Universität Innsbruck (Doz.Dr.E.Dreiseitl).

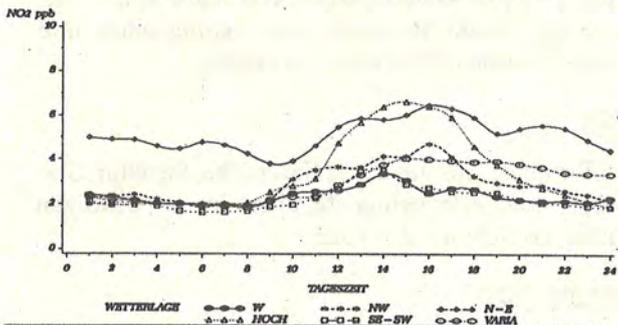
NO – TAGESGANG IM WINTER/SEEGRUBE BEI UNTERSCHIEDLICHEN WETTERLAGEN



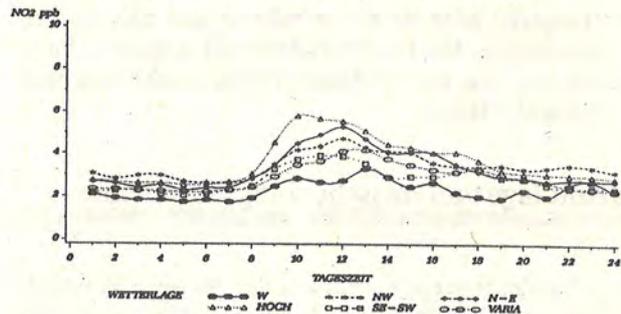
NO – TAGESGANG IM SOMMER/SEEGRUBE BEI UNTERSCHIEDLICHEN WETTERLAGEN



NO₂ – TAGESGANG IM WINTER/SEEGRUBE BEI UNTERSCHIEDLICHEN WETTERLAGEN



NO₂ – TAGESGANG IM SOMMER/HALL BEI UNTERSCHIEDLICHEN WETTERLAGEN



11. Landeskonzept zur Verbesserung der Schutzwirkung der Tiroler Wälder

Die Schutzwirkung des Waldes rückt seit einigen Jahren immer mehr ins Blickfeld sowohl der Öffentlichkeit als auch der Politik. Einerseits stellt die Gesellschaft infolge intensiver Nutzung (Tourismus, Verkehr, Besiedelung) erhöhte Ansprüche, andererseits hat sich die Belastung dieses sensiblen Ökosystems erhöht und damit die Schutzerfüllungsfähigkeit verringert.

Das nun vorliegende Landeskonzept zur Schutzwaldverbesserung weist auf rund 221.000 ha der Waldfläche mit mittlerer und hoher Schutzfunktion (laut Waldentwicklungsplan) einen Verbesserungsbedarf aus. Zwar stehen davon schon rund 108.000 ha (inklusive ÖBF) im Zug von Schutzwaldverbesserungsprojekten in Bearbeitung, ungeachtet dessen zwingt jedoch die verbleibende Fläche zu raschem Handeln.

Dem gegenüber stehen jene Faktoren, die eine Durchführung von Schutzwaldverbesserungsprojekten verhindern. Rund 77.600 ha sind mit einem oder mehreren Hinderungsgründen belastet. Den Großteil stellen dabei die unverträglichen Schalenwildbestände und die Waldweidenausübung dar. Nur eine rasche Beseitigung dieser Hinderungsgründe schafft die Voraussetzung für die Inangriffnahme der dringend notwendigen Waldverbesserungsmaßnahmen.

Ziele:

- Landesweite Übersicht über die notwendigen Schutzwaldverbesserungsarbeiten.
- Abgrenzung hinsichtlich der Federführung von Projekten zwischen dem Forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinerverbauung und dem Landesforstdienst.
- Grundlage für künftige Waldverbesserungsprogramme entweder nach den Richtlinien der HSS-, der Flächenwirtschaftlichen- oder der Ökomauprojekte.

Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Frage ob und in welchem Ausmaß eine öffentliche Förderung notwendig ist, letztlich erst im Zuge eines Detailprojektes geklärt werden kann.

- Hauptziel aber ist die Erhaltung und der Aufbau naturnaher, kleinstrukturierter und stabiler Schutzwälder, die ihre Schutzwirkung nachhaltig und optimal erfüllen.

Grundlage und Ausscheidungsmerkmale:

Das Landeskonzept beruht auf den gültigen Waldentwicklungsplänen (WEP) und stellt eine Weiterentwicklung im Sinne § 24 FG 1975 dar. Planungsgegenstand sind nur jene Flächen, die im WEP die Wertziffer 2 oder 3 für die Schutzfunktion aufweisen. Grundlage für die Ausscheidung von Verbesserungsflächen im Schutz-

wald stellen die zur Zielerfüllung (Ziel = naturnahe, stabile Schutzwälder) notwendigen Maßnahmen dar. D.h. welche Maßnahmen (Verjüngung, Pflege, Erschließung) sind auf einer Bestandesfläche notwendig, um den Zustand zu verbessern bzw. zu erhalten. Daraus ergibt sich die Ausscheidung des landeskulturellen notwendigen Mindestbedarfes hinsichtlich:

Verjüngung:

All jene Bestände, deren Schutzwirkung in den nächsten 20 Jahren nicht mehr ausreicht die landeskulturellen Anforderungen zu erfüllen. (z.B. verlichtete, räumliche, überalterte Bestände ohne Verjüngung; rotfaule Weidewälder; Schneitel- und Streunutzungsbestände usw.). Unbedingt zu beachten war dabei jedoch, daß wenig gegliederte, naturnahe, stabile Bestände nicht mit einbezogen werden. Obwohl die Nutzung oftmals forstlich wünschenswert erscheint, ist die Verbesserung dieser Bestände aus ökologischer und schutztechnischer Sicht nicht notwendig.

Pflege:

Jene Bestände, wo das Ziel (Naturnähe, Struktur, Stabilität) ohne Pflegeeingriffe nicht im notwendigen Umfang erreicht werden kann.

Erschließung:

Diese bezieht sich nur auf Flächen auf denen bereits Verjüngungs- oder Pflegebedarf festgestellt wurde und wo entweder Forststraßen gebaut oder Mittel- bzw. Langstreckenseilkräne eingesetzt werden müssen.

Hinderungsgründe:

Gleichzeitig wurden Hinderungsgründe durch Wild, Weide und Sonstiges (z.B. Wintersport) auf den Bedarfsflächen erhoben. Ohne Lösung dieser Fragen verzögert sich die Durchführung allfälliger Projekte erheblich.

Bestehende Projekte:

Alle Projekte in deren Rahmen derzeit Waldverbesserungsmaßnahmen durchgeführt werden, sind als eigener thematischer Inhalt im Landeskonzzept enthalten.

Federführung von Gemeinschaftsprojekten:

Grundsätzlich sind flächenwirtschaftliche Waldverbesserungsmaßnahmen in Planung und Durchführung als Gemeinschaftsprojekte zwischen dem Landesforstdienst und dem Forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung anzusehen. Dort, wo das Schutzziel nur durch überwiegend technische Schutzmaßnahmen erreicht werden kann, soll die Projektierung und Ausführung in jenem Umfeld der technischen Maßnahmen, welches für deren Wirksamkeit von besonderer Bedeutung ist, auf den forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung übergehen. In allen anderen Fällen ist der Landesforstdienst für die Projektierung und Ausführung zuständig. Dabei hat die Abgrenzung großzügig und arbeitstechnisch zweckmäßig zu erfolgen.

Planungsablauf:**Erhebung:**

Die Aufnahme wurde in mehreren Teilschritten und in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Bezirksforstinspektionen abgewickelt:

- Revision und Aktualisierung des WEP bezüglich der Schutzwaldausscheidung (selbständig von der BFI durchgeführt). Genehmigung durch den Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft.
- Erhebung der Bedarfsflächen (Verjüngung, Pflege, Erschließung) und Hinderungsgründe sowie Abgrenzung der Gemeinschaftsprojekte.
- Aufnahme der flächenrelevanten Daten zur Speicherung in der Datenbank des Landesschutzwaldverbesserungskonzeptes.

Die beiden letzten Planungsschritte wurden jeweils zusammen von der BFI mit dem zuständigen Sachbearbeiter durchgeführt, um eine einheitliche Auslegung und Anwendung der Richtlinien zu gewährleisten. Von Seiten der österreichischen Bundesforste wurde das Landeskonzzept selbständig unter Leitung eines eigenen Mitarbeiters in Zusammenarbeit mit der Landesforstdirektion erstellt.

Verarbeitung:

Paralell zur Erhebung der Bedarfsflächen auf den Bezirksforstinspektionen wurden die Waldentwicklungspläne (WEP) digitalisiert. Darauf aufbauend wurden in einer zweiten thematischen Ebene die Bedarfsflächen eingebracht und mit der dazugehörigen Datenbank verknüpft. Möglich wurde dies durch das seit Mitte 1991 in der Landesforstdirektion installierte geographische Informationssystem (GIS). Sowohl die Auswertung durch automatische Flächenberechnung, als auch die intensive Interpretation mittels Themenkarten und verschiedener Verschneidungsmöglichkeiten sind dank dieser neuen Technologie möglich. Um einen sinnvollen Einsatz des GIS zu gewährleisten, wurde bei der Erstellung des Landeskonzzeptes eng mit TIRIS zusammengearbeitet, sodaß ein problemloser Datenaustausch durchgeführt werden konnte (z.B. WEP-Daten).

Als weitere thematische Inhalte die dem Landeskonzzept dienen, stehen die verordneten Einzugsgebiete der Wildbäche und eine Ausscheidung der potentiellen Risikoflächen (in Ausarbeitung) zur Verfügung. Damit steht ein Planungsinstrument zur Verfügung mit dessen Hilfe das umfangreiche Programm der Schutzwaldverbesserung besser bewältigbar ist.

Ergebnisse:**Verbesserungsbedarf:**

Der Zustand des Tiroler Schutzwaldes ist nach Auswertung des Landeskonzzeptes zur Schutzwaldverbesserung besorgniserregend. Rund 221.000 ha des Tiroler Waldes mit mittlerer und hoher Schutzfunktion (S2 und S3) sind verbesserungsbedürftig (inklusive ÖBF). Dabei wirkt sich insbesondere der ausgeprägte Überhang älterer Bestandesklassen oftmals jedoch auch die hohen Erschließungskosten dieser schwer bringbaren Lagen aus (fehlender Anreiz). Dies untermauert auch der vorliegende Erschließungsbedarf von rund 120.000 ha, wobei dieser durch Seilkranbringung oder Forststraßenbau abgedeckt wird (siehe Ausscheidungsmerkmal). Eine genaue Aufschlüsselung der Ergebnisse zeigt die Abb. 11.1. Zur Vermeidung eines künftigen Sicherheitsdefizites bedarf es daher rascher und effizienter Maßnahmen. Die Verjüngungseinleitung ist daher auch eines der Hauptanliegen der laufenden Schutzwaldverbesserungsprojekte, die inklusive der ÖBF bereits 45 % der obgenannten Fläche umfassen. (Abb.11.2)

Hinderungsgründe:

Gezeigt hat sich aber auch, daß der Tiroler Schutzwald einer sehr hohen Belastung durch Wild und Weide ausgesetzt ist. Auf rund 60.000 ha tritt der Hinderungsgrund Wild entweder ausschließlich oder kombiniert

mit anderen Belastungen auf. Selbiges gilt für rund 35.000 ha weidebelastete Fläche und rund 12.000 ha mit sonstigem Hinderungsgrund (z.B. Tourismus). Abb.11.3 und 11.4 zeigen eine graphische Darstellung der Ergebnisse mit den Anteilen der einzelnen Hinderungsgründe.

Nur wenn man diese Hinderungsgründe, die derzeit die Verjüngung verhindern, rechtzeitig in den Griff bekommt, kann mit der Inangriffnahme der Waldverbesserungsmaßnahmen auf diesen Flächen begonnen werden. Voraussetzung dafür ist die Herstellung

landeskulturell verträglicher Verjüngungsverhältnisse, um eine zielführende Umsetzung der Maßnahmen zu gewährleisten.

200 Mio. Schilling durchschnittlicher Jahresgesamtaufwand werden notwendig sein um den Verbesserungsbedarf (ohne ÖBF) zu bewältigen. Dies ergab eine Kostenhochrechnung, welcher die im Landeskonzept ermittelten Daten zugrundeliegen. Daher wird die Intensivierung, sowohl der Planung als auch der Durchführung ein Arbeitsschwerpunkt der kommenden Jahre sein.

VERBESSERUNGSBEDARF

Waldfläche Tirols mit mittlerer und hoher Schutzfunktion (S2 + S3 nach WEP incl. Österr. Bundesforste): 276.000 ha

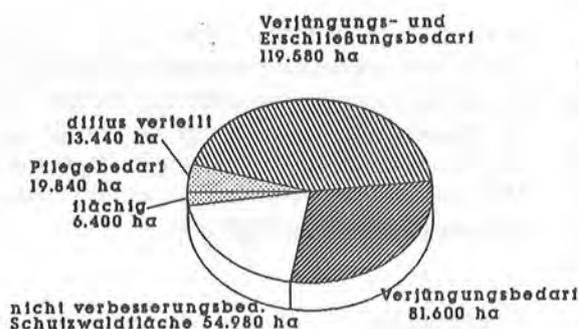


Abb.11.1
Verteilung des Verbesserungsbedarfs; Verbesserungsbedürftige Gesamtfläche: 221.020 ha

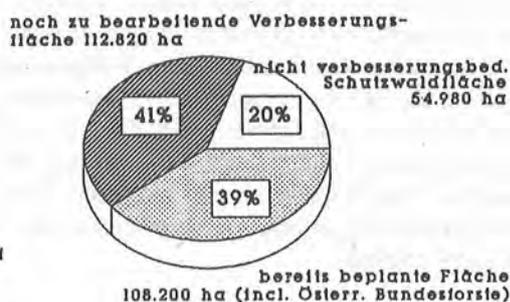


Abb.11.2
Anteil der Waldverbesserungsprojekte an der verbesserungsbedürftigen Gesamtfläche

HINDERUNGSGRÜNDE

auf der verbesserungsbedürftigen Schutzwaldfläche (incl.ÖBF)

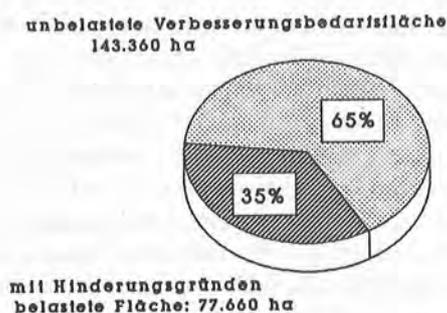


Abb.11.3
Anteil der mit Hinderungsgründen belasteten Fläche

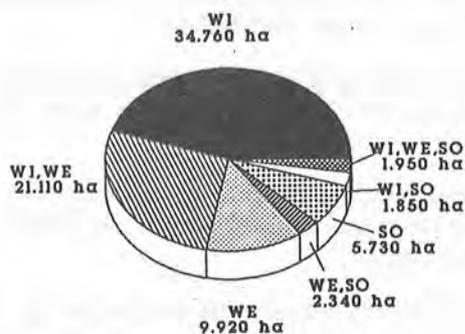


Abb.11.4
Anteil der einzelnen Hinderungsgründe an der gesamt belasteten Fläche (77.660 ha)

WI = Hinderungsgrund Wild
WE = Hinderungsgrund Weide
SO = sonstige Hinderungsgründe

III. Maßnahmen zur Umweltverbesserung

12. Schutzwaldverbesserung und Hochlagenaufforstung in Tirol

Gesunde und ökologisch stabile Schutzwaldbestände sind für den Schutz vor Elementargefahren und für die Besiedelbarkeit des Gebirgslandes Tirol von eminenter Bedeutung. Der Zustand des Tiroler Schutzwaldes, der nahezu die Hälfte der gesamten Waldfläche umfaßt, ist aufgrund eines Verjüngungsdefizites und instabiler Bestandesstrukturen stark verbesserungsbedürftig. Auch die schadstoffbedingte Erkrankung des Tiroler Schutzwaldes verlangt dringend intensive Pflege- und Verjüngungsmaßnahmen zur Schutzwalderhaltung.

Da im Zuge der Schutzwaldbewirtschaftung kaum Reinerlöse zu erwarten sind, müssen Schutzwalderhaltungs- und Verjüngungsmaßnahmen sowie Hochlagenaufforstungen im Rahmen von Schutzwaldverbesserungsprojekten gefördert werden. Nur eine ausreichende Bereitstellung von Bundes- und Landesmitteln gewährleistet die Durchführung der für die Erhaltung des Tiroler Schutzwaldes notwendigen Maßnahmen.

Die Förderung der Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldverbesserungsmaßnahmen reicht auf das Jahr 1972 zurück. War zu diesem Zeitpunkt der allgemein schlechte Zustand der Tiroler Schutzwälder, als Folge von jahrhundertelangen außerforstlichen Belastungen (Waldweide, Schneitelung, Streunutzung u.a.), für die Installierung dieses Förderungsprogrammes ursächlich, so hat die schadstoffbedingte Erkrankung der Schutzwälder die Notwendigkeit der Schutzwaldverbesserungsmaßnahmen in besonderem Maße aufgezeigt.

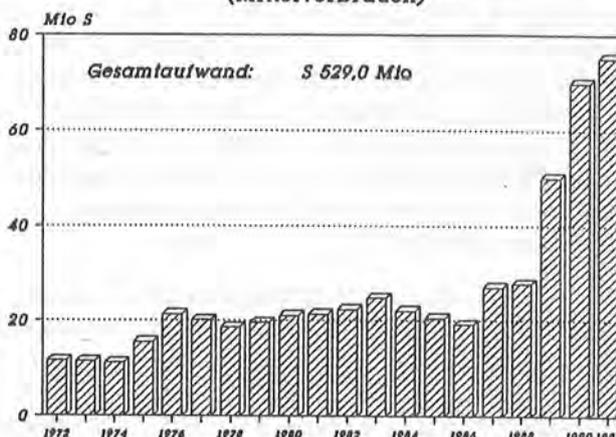
In letzter Zeit erfuhren die Schutzwaldverbesserungs- und Hochlagenaufforstungsmaßnahmen eine entscheidende Ausweitung. Bund und Land haben durch Bereitstellung erhöhter Beihilfen dem krankheitsbedingten Verbesserungsbedarf des Tiroler Schutzwaldes vermehrt entsprochen. Die Erhöhung des Aufwandes für die Maßnahmen zur Schutzwalderhaltung und Hochlagenaufforstung können aus der nachfolgenden Abbildung ersehen werden.

Die Abb.12.1. zeigt, daß sich der Gesamtaufwand in den letzten 3 Jahren bedeutend gegenüber dem Jahresdurchschnitt des Zeitraumes 1972-1991 (rd. 26,5 Mio.Schilling) erhöht hat. So wurden im Jahre 1991 bei einem Gesamtaufwand von 75,2 Mio.Schilling rd. 60,2 Mio. Schilling an Beihilfen bereitgestellt.

Förderungsprogramme

Die Schutzwaldverbesserungs- und Hochlagenaufforstungsmaßnahmen werden derzeit im Rahmen zweier Förderungssparten mit Beihilfen bezuschußt. Das seit dem Jahre 1972 laufende Programm "Maßnahmen zur Aufforstung in Hochlagen und zur Sicherung von Schutzwald" wird mit forstlichen Mitteln des Bundes und des Landes, die flächenwirtschaftlichen Maßnahmen mit Mitteln aus dem Katastrophenfond und einem Landesanteil gefördert. Bei letzteren handelt es sich um Verbesserungs- und Erhaltungsmaßnahmen in geschädigten Wäldern in Einzugsgebieten von Wildbächen und Lawinen. Es sind dies flächenwirtschaftliche Gemeinschaftsprojekte zwischen dem Tiroler Forstdienst und dem Technischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung.

Abb.12.1.: Schutzwaldverbesserung 1972 - 1991 (Mittelverbrauch)



Bisher durchgeführte Maßnahmen

Insgesamt sind in den abgelaufenen 20 Jahren (1972-1991) auf einer Projektfläche von 80.000 ha des Tiroler Schutzwaldes rd. 529 Mio.Schilling aufgewendet worden.

Bis Ende 1991 wurden rd. 4.400 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 Schutzwaldverbesserung erfolgt. Nur mehr rund 10% der jährlichen Aufforstungskosten werden für die reine Hochlagenaufforstung verwendet, 90% entfallen auf die Verjüngungs- und Pflegemaßnahmen in den verbesserungsbedürftigen Schutzwäldern.

Eine maßvolle, den standörtlichen Gegebenheiten und Möglichkeiten angepaßte Erschließung des Schutzwaldes stellte eine Hauptvoraussetzung für eine intensive, pflegliche und rationelle Schutzwaldbewirtschaftung dar. Seit Beginn der Arbeiten im Jahre 1972 wurden rd. 835 km Schutzwaldwege ausgebaut. Nachdem ein Großteil der gelände- bzw. standortsmäßig erschließbaren Schutzwälder durch umweltschonend geplante und durchgeführte Schutzwaldwege erschlossen werden konnten, hat in den letzten Jahren eine starke Verlagerung der Aufwendungen zur Aufforstung sowie zu den Vorbereitungs-, Kultursicherungs- und Pflegemaßnahmen stattgefunden.

Vor allem im Zusammenhang mit einer vorsichtigen, flächendeckenden, auf die Verjüngungsanbahnung ausgerichtete Bewirtschaftungsform der Schutzwälder wird auf eine möglichst bestandes- und bodenschonende Holzbringung Wertgelegt. Die bisher übliche Bodenlieferung mit Hilfe der Schwerkraft hat nicht nur das Aufkommen von Jungwüchsen in den Holztreibrinnen verhindert, sondern auch erhebliche Baumschäden zur Folge gehabt.

Mit Hilfe der seit dem Jahre 1989 verstärkt wirksam gewordenen Förderung von Seilkranlieferungen ist es möglich geworden, das Holzbringungsverfahren zu verfeinern. Das geerntete Holz wird dabei am Seil schwebend zum nächstgelegenen Abfuhrweg vorgeliefert. Mobile Kippmastgeräte haben sich dabei besonders bewährt, weil auch kleinere Holzmengen kostengünstig gerückt werden können.

Die mit Seil gelieferte Holzmenge im Tiroler Nichtstaatswald ist in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen. Im Jahre 1987 wurden aus dem Nichtstaatswald rd. 61.000 efm Holz mit Hilfe von Seilgeräten vorgeliefert. Im Jahre 1989 waren es bereits 85.000 fm und im Jahre 1991 rd. 160.000 fm Holz, welche am Seil aus dem Walde gebracht wurden.

Die Durchschnittskosten für die Seillieferung liegen etwa bei 260,- S/fm.

Im bäuerlichen Kleinprivatwald sind allerdings Seilkräne schwerer einzusetzen als im Großprivatwald oder bei den Österreichischen Bundesforsten. Die Waldeigentümer müssen nämlich Seilkraneinsätze im Regelfall an Unternehmer vergeben, wodurch Einkommensverluste entstehen. In Gemeinschaftswäldern ist der Seilkraneinsatz abhängig von einem gemeinsamen Holzverkauf der Mitglieder.

Derzeit werden etwa ein Fünftel der im Nichtstaatswald geschlägerten Holzmenge mit Seil vorgeliefert. Ein weiteres Ansteigen im Jahr 1992 auf etwa 25% wird erwartet.

Die bisher für die Schutzwaldsanierungs- und Hochlagenaufforstungsmaßnahmen aufgewendeten Gesamtkosten von rd. 529 Mio.Schilling setzen sich im 20-jährigen Durchschnitt aus 53% Bundesmittel, 26% Landesmittel und 21% Eigenleistung zusammen.

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 100.000.-Schilling-Grenze pro Hektar übersteigen. Eine weitere Erhöhung dieser Kosten können die oftmals notwendigen technischen Maßnahmen gegen Schneebewegungen zum Schutz von Hochlagenaufforstungen nachschieben.

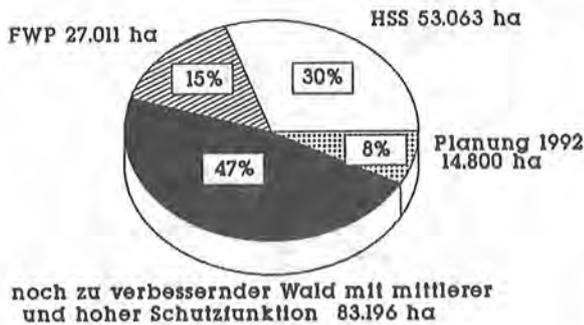
Das Ausmaß der Schutzwaldverbesserungsmaßnahmen in den einzelnen Forstbezirken und gewisse Schwerpunktbildungen können aus der nachfolgenden Zusammenstellung (Tab.12.1) und der Übersichtskarte (Abb.12.3) entnommen werden.

Ausblick

Die in Aussicht gestellte verstärkte Förderung von Schutzwalderhaltungsmaßnahmen hat zu einer Intensivierung von Projektsausarbeitungen durch den Landesforstdienst geführt. 1991 wurden im Rahmen von 240 Projekten auf rund 80.000 ha des Tiroler Schutzwaldes Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt. Somit ist bereits die Hälfte des verbesserungsbedürftigen Tiroler Waldes mit mittlerer und hoher Schutzfunktion durch Schutzwaldverbesserungsprojekte erfaßt (siehe Abb.12.2). 20 Projekte mit durchschnittlich 2 Jahrzehnten Laufzeit konnten im Jahre 1991 erfolgreich abgeschlossen und kollaudiert werden.

Für 1992 sind weitere Detailprojekte für Schutzwaldverbesserungsmaßnahmen mit einer Projektfläche von

Abb.12.2: Verbesserungsbedürftiger Nichtstaatswald in Tirol mit mittlerer und hoher Schutzfunktion (S2 + S3) - Anteil und Projektierung (Stand 1991/92) Gesamtfläche 178.070 ha



ca. 14.800 ha zu planen (siehe Abb.12.2). Alle diese Projekte haben eine Laufzeit von ca. 20 Jahren.

Die Voranschläge für sämtliche Schutzwaldverbesserungsprojekte der Bezirksforstinspektionen Tirols haben für 1992 einen Gesamtaufwand von 120 Mio.Schilling ergeben (siehe Tab.12.1 und Abb.12.4). Diese gegenüber den Vorjahren beträchtliche Aufwandserhöhung dokumentiert die Bereitschaft der Tiroler Waldbesitzer und des Tiroler Forstdienstes zu umfassenden Erhaltungs- und Verjüngungsmaßnahmen der verbesserungsbedürftigen Schutzwälder.

Die bereits absehbare weitere Ausdehnung der Verbesserungsmaßnahmen im Tiroler Schutzwald bedingt eine Vorausschau auf das künftige Arbeitsvolumen. Diese ist einerseits notwendig, um den Bedarf an öffentlichen Mitteln vorausschauend erheben zu können und um andererseits Vorsorge hinsichtlich des Arbeitsablaufes (arbeitsorganisatorische Aufgaben, benötigter Personalstand für Planung und Überwachung der Arbeiten, Bereitstellung von geschulten Dauerarbeitskräften) zu ermöglichen.

Erhebungen der Landesforstdirektion, die in Zusammenarbeit mit den Bezirksforstinspektionen erfolgten, haben einen durchschnittlichen künftigen Jahresbedarf von 200 Mio.Schilling ergeben (Gesamtaufwand). Dieser Gesamtaufwand wird voraussichtlich im Jahre 1995 erreicht werden. Die Erhebungen basieren auf dem Tiroler Landeskonzept zur Schutzwaldverbesserung, das vorausblickend auf 2 Jahrzehnte, einen Verbesserungsbedarf von 221.020 ha aufweist. Das Konzept zeigt allerdings auch Hinderungsgründe (Weide, Wild u.a.) auf 77.660 ha auf. Die Reduzierung derselben wird sicherlich zu einer weiteren Schwerpunktaufgabe der Tiroler Waldbesitzer und des Tiroler Forstdienstes werden.

Tab. 12.1.	Hochlagen- und Schutzwaldsanierungsprojekte			Flächenwirtschaftliche Gemeinschaftsprojekte		
	Anzahl der Projekte	Gesamt-Projektsfläche (ha)	Jahresvoranschlag 1992 (Mio S)	Anzahl der Projekte	Gesamt-Projektsfläche (ha)	Jahresvoranschlag 1992 (Mio S)
Hall	3	745	2,4	1	500	1,0
Innsbruck Stadt	1	1.163	1,7	-	-	-
Kitzbühel	9	349	0,4	2	474	1,5
St. Johann	5	4.734	1,4	2	2.563	4,4
Kufstein	10	785	0,4	3	496	1,6
Schwaz	7	1.377	0,4	5	2.307	3,9
Steinach	13	10.393	3,0	-	-	-
Wörgl	12	332	0,1	4	1.567	2,7
Zillertal	11	3.702	2,6	6	2.899	7,9
Imst	13	3.692	7,2	1	132	1,1
Landeck	13	5.098	8,5	15	4.163	4,3
Ried	8	681	1,5	4	1.346	5,3
Silz	9	603	2,1	5	2.097	5,7
Telfs	17	1.026	1,4	5	1.335	8,8
Lechtal	5	1.825	2,4	2	356	0,7
Reutte	8	2.710	3,7	4	2.522	-
Lienz	10	7.255	12,4	6	2.074	4,4
Matrei	10	1.416	3,4	3	744	4,1
Sillian	6	5.177	4,2	3	1.436	3,9
Tirol	170	53.063	59,2	71	27.011	61,3

Abb.12. 4: Jahresvoranschlag in Mio. S für Schutzwaldverbesserungsmaßnahmen im Jahre 1992 in den Bezirksforstinspektionen (ohne ÖBF)

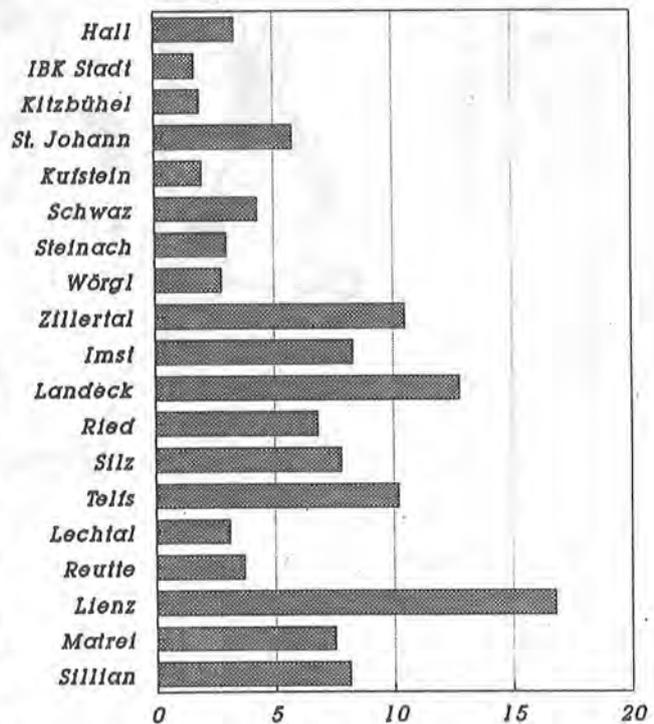
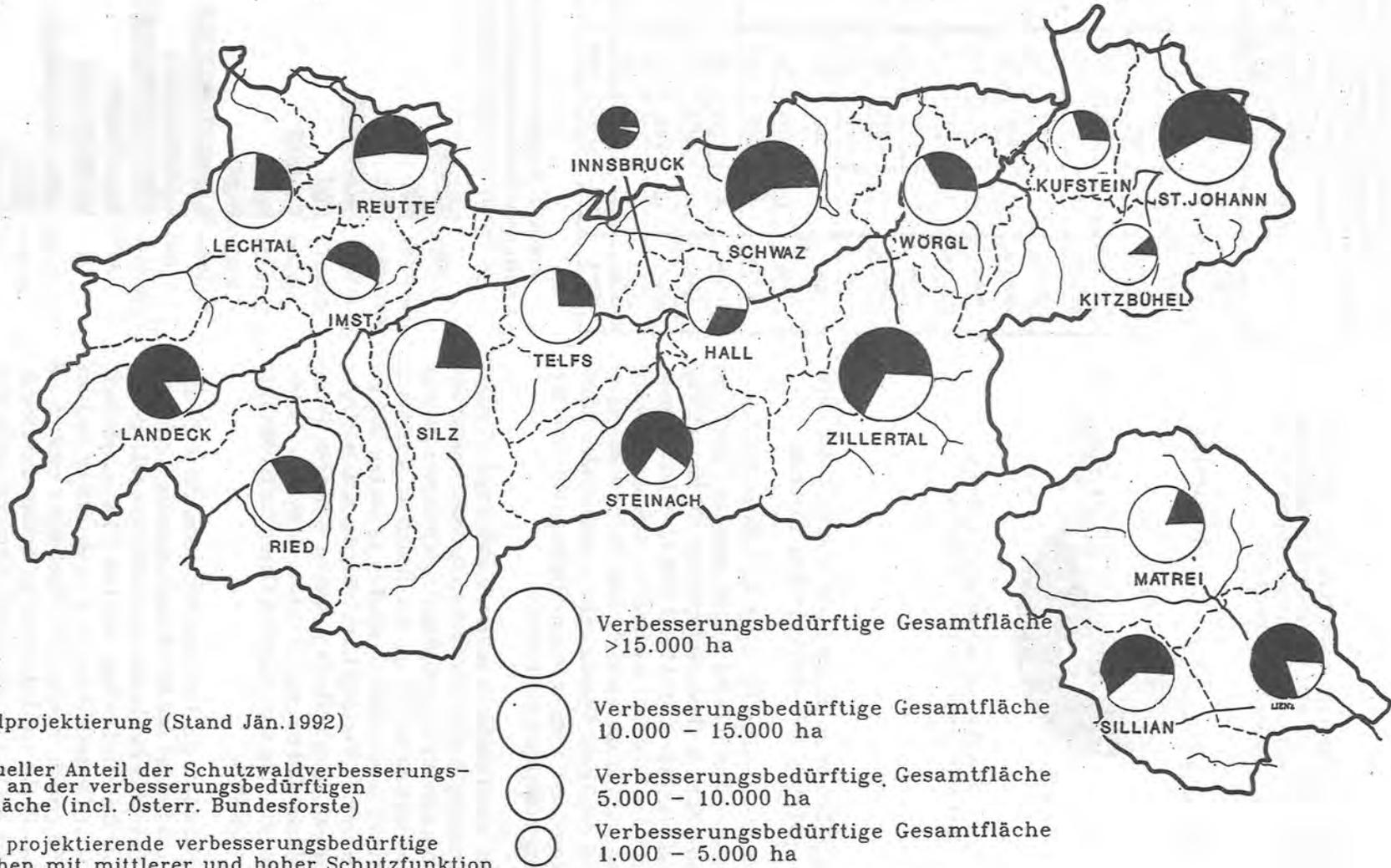


Abb.12.3 Anteile der Schutzwaldverbesserungsprojekte an der verbesserungsbedürftigen Gesamtfläche mit mittlerer und hoher Schutzfunktion in den Bezirksforstinspektionen



13. Biotopkartierung im Rahmen der Schutzwaldverbesserung

Bilanz der Waldbiotopkartierung 1991

Im Jahr 1991 wurde die begleitende Waldbiotopkartierung (WBK) für insgesamt 24 Schutzwaldverbesserungsprojekte erstmals routinemäßig durchgeführt. Über Inhalte und Ablauf der WBK wurde bereits im Mitteilungsblatt 3/90 des Tiroler Forstdienstes ausführlich berichtet und im Zustandsbericht der Tiroler Wälder 1991 durch erste Erfahrungsberichte ergänzt. Im folgenden soll eine abschließende WBK-Bilanz über das Jahr 1991 gezogen werden.

Methoden

Insgesamt wurde rund 10.200 ha Schutzwald nach den WBK-Hauptkriterien Naturnähe, Vielfalt, Seltenheit und Gefährdung erfaßt und beurteilt.

Zwei Aufnahmetrupps zu je zwei Personen führten dabei in enger Zusammenarbeit mit der Schutzwaldplanung, den Bezirksforstinspektionen bzw. dem jeweiligen Waldaufseher getrennt nach Wuchsgebieten, nord- und zwischenalpiner bzw. zentralalpiner Bereich, die forst- und vegetationskundlichen Erhebungen durch.

Für jede ausgewiesene Biotopfläche wurden die Standort- und Bestandesdaten erhoben und durch eine entsprechende Biotopcharakterisierung ergänzt. Die Ergebnisse wurden in einem Kurzbericht zusammengefaßt und durch Vegetationsaufnahmen (Artenlisten), Fotodokumentation und eine Biotopkarte komplettiert.

Der WBK-Bericht selbst ist im Schutzwaldverbesserungsprojekt eingebunden, sodaß die empfohlenen Schutz- und Pflegemaßnahmen bei der Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen Berücksichtigung finden.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 24 flächenwirtschaftliche Gemeinschaftsprojekte (FWP) mit einem Flächenausmaß von rund 10.200 ha nach den Richtlinien der WBK beurteilt (siehe Tab. 13.1). Im Mittel wurden vier Biotopflächen pro FWP ausgeschieden, wobei der flächenmäßige Anteil durchschnittlich 14 % (maximal 60 %) der beurteilten Projektsfläche beträgt.

In Bezug auf die ausgeschiedene WBK-Gesamtfläche von 1.370 ha entfallen 59 % auf sehr naturnahe (seltene) Waldgesellschaften, 16 % auf tierökologisch bedeutsame Flächen, 12 % auf Waldflächen mit schützenswerten Pflanzen- bzw. Baumarten, 6 % auf Feuchtbio-

(Moore und Moorkomplexe, Feuchtwälder), 3 % auf kulturhistorisch bedeutsame Waldflächen (Lärchen-Wiesen-Wälder) und der Rest von 5 % auf Sukzessionsflächen (Pionierwälder, Biotopkomplexe), Waldrandzonen und Naturgebilde (Schluchtbio-

In nord- und zwischenalpineren Bereichen war generell die Vielfalt an naturnahen Waldgesellschaften höher als in den Zentralalpen. Die bunte Palette ausgewiesener Waldbiotopflächen reicht hier von natürlichen und z.T. regional seltenen Laubmischwäldern (z.B. Linden- und Traubeneichenmischwald in der BFI Schwaz bzw. BFI Lienz) bis zu Waldflächen mit schützenswerten Pflanzen- und Baumarten wie Straußfarn, Stechpalme, Frauenschuh sowie Eiben- und Spirkenbeständen.

Inneralpin konnten insbesondere in der hochmontanen - subalpinen Stufe ausgedehnte, wenig beeinflusste Nadel- und Nadelmischwälder in Form von Lärchen- und Zirben-Blockwäldern, Fichten- und Zirbenmischwälder sowie kiefernreiche Bestockungen (Ötztal, Stanzertal) ausgeschieden werden. Das Auftreten verschiedener naturnaher Waldgesellschaften im Verbund mit anderen Biotoptypen führte in weitgehend naturbelassenen Talregionen (Hinteres Ötztal, Stalletal) zur Ausweisung von sogenannten Großraumbiotopen, die in ihrem Gesamtgefüge (Biotopverbund) eine hohe ökologische Wertigkeit erlangen.

Die Ausscheidung tierökologisch bedeutsamer Waldflächen in Form von Auer-, Birkwild- und Ameisenbiotopen (mehr als drei Hügel/ha) erfolgte im wesentlichen nach Aussagen der jeweiligen Waldaufseher bzw. Jagdorgane und sind zu einem späteren Zeitpunkt von Tierökologen ergänzend zu bewerten.

Zu den stark gefährdeten Biotoptypen Tirols zählen die Feuchtbio- bzw. Moore, welche eine Vielzahl schützenswerter (seltener) Pflanzen- und Tierarten beherbergen. Von den erfaßten Moorkomplexen seien nur zwei genannt: Moorkomplex "Atemlöcher Möser" am Hohen Nachtberg bei Zwieselstein (Ötztal) und der

Moorkomplex "Kopfeben" in der Gemeinde Inzing - nach Angaben des Moorschutzkataloges jeweils mit internationaler Bedeutung, deren Erhebung zum Naturschutzgebiet gerechtfertigt erscheint. Zwar sind Moore nach dem Tiroler Naturschutzgesetz 1991 primär geschützt und als Grenzertragsstandorte für die Forstwirtschaft kaum von Bedeutung, dennoch dürften entsprechende Schutz- und Pflegeverträge mit dem Grundeigentümer (Waldbesitzer) wesentlich dazu beitragen, diese Kleinode im Wald in ihrer typischen Ausprägung dauerhaft zu sichern. Erste Erfolge im Moorschutz konnten bereits im Rahmen der Waldbiotopkartierung erzielt werden.

Ausblick

Im Rahmen der WBK 1991 wurden im Einvernehmen mit der Schutzwaldplanung für insgesamt 9 WBK-Flächen (86 ha) ein gesetzlicher Schutz (Naturschutzgebiet, geschützter Landschaftsteil, flächiges Naturdenkmal) vorgeschlagen. Damit soll der außerordentlich hohe Biotopwert ausgewählter WBK-Flächen dokumentiert werden, wobei die endgültige Zustimmung zur dauerhaften Sicherung dieser Flächen vor allem bei den Waldeigentümern liegt. Im Falle einer

Unterschutzstellung wären allerdings für die Duldung eventueller Einschränkungen entsprechende Entschädigungen notwendig.

Alternativ dazu wäre ein Abschluß von Naturschutzverträgen denkbar, in denen die umfassenden Schutz- und Pflegemaßnahmen hochwertiger Biotopflächen (Naturwaldzellen) einvernehmlich geregelt sind.

Ein weiterer Schritt künftiger Aktivitäten ist die Auswertung sämtlicher WBK-Daten im Rahmen mehrerer Diplomarbeiten, wobei ein Bewertungsschema sowie ein Katalog der Waldgesellschaften (Biotoptypen) Tirols samt Schutz- und Pflegeinhalten erarbeitet werden soll. Zusätzlich werden die WBK-Flächen EDV-mäßig inventarisiert und in das Tiroler Rauminformationssystem (TIRIS) eingebunden.

Allgemein ist die Zusammenarbeit mit den Abteilungen des Landes (Abteilung Umweltschutz, Landesplanung) sowie der Universität Innsbruck weiter zu intensivieren und die WBK auf laufende Projekte (Biotopkartierung Tirol) besser abzustimmen. Nicht zuletzt soll eine vermehrte Öffentlichkeitsarbeit bestehende Konflikte zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft minimieren und einer ganzheitlichen Denkweise zum Durchbruch verhelfen.

Tabelle 13.1 WALDBIOTOPKARTIERUNG - BILANZ 1991						
BFI	Gemeinde	Projekt ha	Anzahl WBK-Fl.	Anteil WBK-Fl./FWP in %	Anzahl WBK-Fl./LBT	Schutzgebiete neu Art/Fläche-ha/LBT
Lechtal	Weißbach	Gaichtberg 240 ha	3	20,1	2/01, 1/02	
	Pfafflar	Bschlabs 370 ha	6	27,1	5/01, 1/02	
Reutte	Höfen, Wängle	Höfen-Wängle 430 ha	3	10,7	2/01, 1/07	
Ried	Spiss	Gstalda/Noggels 103 ha	3	28,1	1/01, 1/02, 1/03	
Landeck	Strengen	Strengen 905 ha	4	2,7	1/01, 2/03, 1/04	
	Flirsch	Flirsch 508 ha	6	18,4	1/01, 1/02, 1/03, 1/05, 1/07, 1/10	GLT/20,8/03 GLT/6,4/07
	Pettneu	Pettneu - Schattseite 546 ha	3	8,0	3/03	
	St. Anton	St. Anton 407 ha	4	4,8	2/01, 1/07, 1/10	
Silz	Sölden	Ventertal - Sonnseite 424 ha	6*	59,2*	4/01, 1/02, 1/07 *1 Großraumbiotop	NSG/31,6/07
		Sölden - Ost 390ha	3*	38,0*	2/01, 1/04 *1 Großraumbiotop!	
		Larchwald/Gurglertal 340 ha	3	23,3	1/01, 1/03, 1/04	
	Längenfeld	Gries - Sonnseite 565 ha	4	2,5	2/01, 1/03, 1/04	NDF/1,6/04
Telfs	Sellrain	Alplstal - Steinbach 49 ha	1	4,1	1/01	
	Inzing	Enterbach 531 ha	2	3,8	1/01, 1/07	NSG/10,0/07
	Oberhofen	Kanzingbach 270 ha	4	24,0	1/01, 1/02, 1/10, 1/11	
Zillertal	Fügenberg	Finsinggrund II 432 ha	4	5,8	2/01, 1/03, 1/07	
	Tux	Tux II 287 ha	2	3,2	1/02, 1/04	
Schwaz + Hall	Buch/Gallzein	Bucherbach 185 ha	1	5,4	1/01	
	Weerberg Kolsassberg	Weererbach 496 ha	5	2,8	1/01, 3/07, 1/10	NDF/3,7/01
	Vomp	Mahdgraben - Stallental 650 ha	9*	25,0*	9/01*; *2 Großraum- biotope	bestehendes NSG bzw. LSG
Wörgl	Wörgl	Wörgler Boden 514 ha	4	18,4	1/01, 1/02, 1/06, 1/10	NDF/4,0/02
Kitzbühel	Hopfgarten	Kelchsau/Ofnergraben 304 ha	1	<0,1	1/02	
Lienz	Dölsach	Dölsacher - Gödnacher - Frühaußbach 684 ha	6	8,0	3/01, 3/07	NSG/4,5/07 NSG/3,0/07
Sillian	Kartitsch	Kartitsch 636 ha	1	2,4	1/03	
Summe/Mittel		24 FWP's (10216 ha)	88	14,3	-	9/85,6

Legende:**Leitbiotoptypen (LBT):**

- 01:Naturnahe (seltene) Waldgesellschaft
- 02:Waldfläche mit schützenswerten Pflanzenarten
- 03:Waldfläche mit schützenswerten Tierarten
- 04:Waldfläche mit historischer Nutzung
- 05:Waldrand
- 06:Trockenbiotop
- 07:Feuchtbiotop
- 10:Sukzessionsfläche
- 11:Naturgebilde

Schutzstatus:

- NSG:Naturschutzgebiet
- LSG:Landschaftsschutzgebiet
- GLT:geschützter Landschaftsteil
- NDF:Naturdenkmal flächig

Abkürzungen:

- FWP:Flächenwirtschaftliches Projekt
- Fl.:Fläche
- LBT:Leitbiotoptyp
- WBK:Waldbiotopkartierungs (-fläche)

14. Maßnahmen von Industrie- und Gewerbebetrieben zur Verringerung ihres Schadstoffausstoßes

Umweltverbessernde Maßnahmen im Bereich der Luftschadstoffemissionen wurden in den letzten Jahren von vielen Betrieben einerseits auf freiwilliger Basis, andererseits aber auch aufgrund eingeleiteter oder beauftragter forstrechtlicher Verfahren gesetzt. In Tirol wurden bisher für insgesamt 10 Belastungsgebiete forstliche Gutachten gemäß § 52 Forstgesetz ausgearbeitet, wobei in 8 Fällen ein Verursacher forstschädlicher Luftverunreinigungen seitens der Sachverständigen festgestellt werden konnte.

Das Forstgesetz 1975 in der Fassung der Forstgesetznovelle 1987 bestimmt, daß im Falle des Auftretens von forstschädlichen Luftverunreinigungen die zuständige Behörde zuerst den Inhaber der die Gefährdung der Waldkultur verursachenden Anlage festzustellen hat und sodann die zur Beseitigung der Gefährdung erforderlichen Maßnahmen durch Bescheid vorzuschreiben sind. Forstschädliche Luftverunreinigungen sind dann gegeben, wenn einerseits die in der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen festgesetzten Grenzwerte für die verschiedenen Schadstoffe überschritten werden und andererseits meßbare Schäden an der Waldkultur festgestellt werden.

Seit 1.7.1990 werden sämtliche Anlagen, die mehr als 6kg SO₂/h emittieren oder eine Brennstoffwärmeleistung von über 2 MW aufweisen von der 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen erfaßt. Durch die bereits getätigten und die noch erwarteten Maßnahmen zur Emissionsminderung bei den von der 2. Forstverordnung erfaßten Betrieben ergeben sich hinsichtlich der Einleitung und Fortführung von Forstverfahren gemäß § 51 Forstgesetz einige Unsicherheiten. Der gutachtliche Nachweis über forstschädliche Luftverunreinigungen bedarf nämlich in der Regel eines Zeitaufwandes von 1 bis 1 1/2 Jahren. Dies deshalb, weil die Gewinnung der erforderlichen Nadelproben nur im Herbst erfolgen kann, und die chemischen Analyseergebnisse derzeit meist erst nach einem Jahr vorliegen. In dieser Zeit können sich jedoch die Immissionsverhältnisse wesentlich ändern (z.B. durch Umstellung auf den Energieträger Erdgas), sodaß die festgestellte Belastung dann nicht mehr als Grundlage für behördliche Verfahren dienen kann. Neuerliche Messungen und Untersuchungen sind allenfalls die Folge. Für all jene Betriebe, die die Umstellung ihrer Energieversorgung auf Erdgas zur Zeit durchführen bzw. dies in naher Zukunft beabsichtigen, ist eine Begutachtung derzeit grundsätzlich nicht sinnvoll. Zur Kontrolle werden jedoch in den nächsten Jahren eine

ausreichende Anzahl von Kontrollpunkten zur Erfassung der SO₂-Belastung untersucht.

Neben den Verbesserungen im Hausbrandbereich (Auswirkungen der 3. Ölfeuerungssetznovelle) kommen den Maßnahmen von Industrie- und Gewerbebetrieben ganz wesentliche Bedeutung bei der Luftreinhaltung zu.

Bei der SO₂-Belastung im Jahr 1991 konnte eine weitere Verbesserung gegenüber 1990 festgestellt werden, wobei die Grenzwerte der 2. Forstverordnung nur mehr bei der Meßstelle Brixlegg-Innweg häufig und ansonsten nicht mehr überschritten wurden. Die Verbesserungsmaßnahmen bis zum Jahr 1990 waren aber jedenfalls noch nicht ausreichend, um die Grenzwerte der 2. Forstverordnung für Nadelanalysen in vielen Gebieten Tirols einzuhalten.

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

Bis zum Jahr 1990 mit teilweisen Erweiterungen im Jahr 1991 haben die Firma Tyrolit-Schwaz, die Papierfabrik Wattens, das Nordpolwerk Vomp, die Jenbacher Werke, die Montanwerke Brixlegg, die Großwäscherei Adamer & Kneißl in Kramsach und die Firma Swarovski-Wattens ihre Energieversorgung zumindest teilweise auf Erdgas umgestellt.

Im Jahr 1991 wurde die Energieversorgung bei der Inntalmilch Wörgl, dem Ziegelwerk Hopfgarten, der Biochemie Kundl und Schafstenu und der Firma Tyrolit in Stans auf Erdgas umgestellt. Hinzu kommen noch die bereits begonnenen Flächenversorgungen in 11 großen Gemeinden des Unterlandes mit weiterem Ausbau in den kommenden Jahren, und die Versorgung der Stadtwerke Innsbruck.

Der vor Einführung des Erdgases mit einer jährlichen Schwefeldioxidemission von rd. 2.500 Tonnen belastete

Inntalbereich wird durch die Umstellung auf das schwefelfreie Erdgas im Jahr 1992 um rd. 25% entlastet. Bei einem erwarteten Erdgasabsatz von ca. 80 Mio. Kubikmeter im Jahr 1992 verringert sich die Belastung der Tiroler Luft jährlich um 650 t SO₂, 64 t NO_x, rd. 13t Kohlenwasserstoffe und 83 t Staub.

Die auftretenden Grenzwertüberschreitungen bei den Nadelanalysen des Jahres 1990 zeigen jedenfalls, daß die von den Betrieben bis zum Jahr 1990 getätigten Maßnahmen der SO₂-Entlastung noch nicht ausgereicht haben, um die SO₂-Immissionen auf ein pflanzenverträgliches Maß abzusenken. Es bleibt nun abzuwarten, ob die Nadelanalysen der Jahre 1991 bzw. 1992 durch die schon gesetzten und zukünftigen Entlastungsmaßnahmen die Verringerung der Schwefeldioxidimmissionen nachweisen und ob dadurch Grenzwertüberschreitungen vermieden werden.

Da der NO_x-Emissionsanteil der Gewerbe- und Industriebetriebe in Tirol unter 10% der Gesamt-NO_x-Emissionen (rd. 18.000 Tonnen) liegt, ergibt die durch die Erdgasversorgung bewirkte NO_x-Emissionsverringernur eine geringfügige Verbesserung auf diesem Sektor.

Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß dem möglichen Erdgaseinsatz sowohl im Bereich der Wirtschaft als auch im Bereich der Privatabnehmer Grenzen gesetzt sind. Ziel der Tiroler Ferngasgesellschaft ist es, mit Erdgas 14 - 18% des Primärenergiebedarfes Tirols zu decken. Mit Erreichen dieses Zieles wird der Anteil der flüssigen Erdölprodukte gemeinsam mit Kohle zur Deckung des gesamten Tiroler Energieverbrauches noch weiterhin rd. 50% betragen. Es werden demnach in den nächsten Jahren noch weitere Bemühungen auch seitens der Gewerbe- und Industriebetriebe notwendig sein, um die Luftschadstoffbelastung weiter abzusenken.

15. Die erneuerbaren Energieträger Holz und Sonne

Die Alternativenergienutzung ist im abgelaufenen Berichtszeitraum auch in Tirol in Bewegung geraten. Der Bereich der solaren Warmwasserbereitung war von einer sehr regen Bautätigkeit gekennzeichnet. Mit der Konsolidierung verschiedener Vereine und Arbeitsgruppen ist es nunmehr möglich, eine nahezu flächendeckende Betreuung anzubieten. Auch die Biomassenutzung erfreut sich steigender Tendenz. Im Wohnhausbereich ist mit der Markteinführung der Scheitholzvergaserkessel ein bedeutender Entwicklungsschritt gelungen. Nahwärmeversorgungsanlagen auf Biomassebasis stehen in verschiedenen Gemeinden vor dem Baubeginn. In mehreren Gemeinden wird im Rahmen von Nah- und Fernwärmekonzepten der Einsatz der Biomasse weiter konkretisiert.

Bis Ende 1990 waren in Österreich insgesamt 461.415 m² Kollektorfläche installiert. Davon 46% Kunststoffkollektoren zur Schwimmbaderwärmung, 53% Standardkollektoren und 1% Vakuumkollektoren für die Brauchwassererwärmung (im geringeren Ausmaß auch für Heizzwecke). Die Marktbedeutung der verschiedenen Solarselbstbaugruppen und Einkaufsgemeinschaften konnte verstärkt werden. Mit dem Stand Dezember 1991 wurden bisher ca. 11.000 Anlagen mit 120.000 m² Kollektorfläche gefertigt. In Tirol sind durch Betreuung der ARGE Holz-Osttirol, Umweltberatung Innsbruck, Interessensgemeinschaft Energiealternativen und Sonnenkollektoren-Imst und verschiedener Fachfirmen bis Ende 1991 ca. 300 Anlagen mit 4.000 m² Kollektorfläche entstanden.

Durch diese Anlagen können in Tirol erhebliche Schadstoffreduktionen erzielt werden. Bei einem durchschnittlichen Nutzenergieertrag von 350 kWh/m² können 1,4 Mio. kWh Nutzenergie, die andernfalls durch herkömmliche Energieträger aufgebracht werden müßten, ersetzt werden.

Für die nachstehende Emissionsbetrachtung wurden folgende Annahmen getroffen:

Der bisherige Energieeinsatz für die Warmwasserbereitung im oben beschriebenen Umfang bezieht sich ausschließlich auf Heizöl - Qualität extra-leicht (Emissionsfaktoren nach Spitzer - 1988; durchschnittliche Kesselwirkungsgrade 25% im Sommer, 60% im Winter; Aufteilung des solaren Nutzenergieertrages - $\frac{2}{3}$ im Sommer, $\frac{1}{3}$ im Winter).

Emissionsverminderung durch solare Brauchwasserbereitung in Tirol	
Schwefeldioxid	760 kg
Stickoxide	647 kg
Kohlenmonoxid	113 kg
Staub	80 kg
Kohlenwasserstoffe	38 kg
Kohlendioxid	1167000 kg

Das Land Tirol beabsichtigt ähnlich wie in anderen Bundesländern Solaranlagen zur privaten und gewerblichen Nutzung zu fördern. Für die nächsten Jahre ist daher mit einem starken Wachstum zu rechnen.

Tirol kann immer noch kein Biomasseheizwerk zur Nah- und Fernwärmenutzung vorweisen. Österreichweit wurden bereits 110 Dorfheizungsanlagen, die ausschließlich mit Holz versorgt werden, gebaut.

In den Gemeinden St.Jakob i.D., Terfens und Pill konnten die Planungsarbeiten abgeschlossen werden. Bei allen Projekten sind die behördlichen Genehmigungsverfahren noch ausständig. In den Gemeinden Fieberbrunn, Fügen, Matrei a.Br. und Nikolsdorf sind Fernwärmestudien, mit finanzieller Beteiligung von Bund und Land, anhängig. Neben der Klärung der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wird auch die Emissionsverminderung, die sich durch den Wärmeverbund einstellt, beurteilt.

Für die Brennstoffversorgung bietet sich in erster Linie Restholz der Tiroler Sägeindustrie an. Im Berichtszeitraum konnten keine wesentlichen Verschiebungen am Markt festgestellt werden. Der jährliche Anfall an Sägebrennstoffen liegt bei ca. 2 Mio. m³. Davon gehen ca. 50% an die Papier- und Plattenindustrie. 9.000 LKW-Ladungen gehen über die Landesgrenzen in andere Bundesländer und nach Italien (ca.

720.000 rm). Der Rest wird für die Eigenversorgung der Sägebetriebe, als Einstreu im landwirtschaftlichen Bereich und in geringeren Mengen zur Kompostierung verwendet.

Mit der Brennstoffversorgung für die oben angeführten Projekte könnte der Restholzmarkt um ca. 100.000 rm entlastet werden.

1991 wurde das Schulprojekt "Energiekonzepte", entwickelt vom Bundesrealgymnasium Imst, von den Gemeinden Silz und Nassereith aufgegriffen. Über die ortsansässigen Schulen werden für alle Gebäude die Energieverbrauchs-

werte erhoben und gleichzeitig die Einsparmöglichkeiten aufgezeigt. Einen weiteren Aspekt dieser umfassenden Energiekonzepte bildet die Vorbereitung eines Wärmeverbundes auf Biomassebasis.

Im Dezember 1991 hat sich der Verein Energie Tirol konstituiert. Die Installierung eines solchen "Beratungsorganes" entspricht sowohl den im Tiroler Energiekonzept 1987 empfohlenen Maßnahmen als auch den langjährigen Bemühungen der Kammern und trägt schließlich auch den mehrfach geäußerten Wünschen des Tiroler Landtages Rechnung.

16. Über die Tätigkeit des Landschaftsdienstes

Naturnahe Erholung mit landschaftsschonenden Erholungseinrichtungen, Verbesserung und Neuschaffung im Schwinden begriffener Landschaftselemente und Biotop, Verschönerung und Schutz des menschlichen Lebensraumes durch Ein- und Durchgrünungen sind kurz zusammengefaßt die Themen, mit denen sich der Landschaftsdienst der Landesforstdirektion befaßt. Planung und Bauleitung wurden für die meisten realisierten Vorhaben übernommen, in einigen Fällen konnte die technische Hilfe der Landesbaudirektion in Anspruch genommen werden. Bauträger und Finanzierungspartner sind überwiegend die Gemeinden und Tourismusverbände Tirols.

Kostenmäßiger Spitzenreiter war im abgelaufenen Jahr wie immer der Ausbau des Tiroler Radwanderetzes, vor allem auch deshalb, weil die Tiroler Landesregierung um 8 Mio.Schilling mehr als im Jahr davor für diesen Zweck zur Verfügung stellen konnte. 1991 wurden mit einem Kostenaufwand von 17,7 Mio.Schilling 39,2 km Radwanderwege neu ausgebaut, davon 20,8 km mit Asphaltdecke. Auch in den nächsten 5 Jahren sollen Landesmittel in dieser Größenordnung zur Verfügung stehen, auch mit einer verstärkten Bereitstellung von Bundesmitteln ist zu rechnen.

Beim Ausbau des Wanderwegenetzes unter Einbeziehung und Koordinierung des vorhandenen Wegebestandes zur Schaffung überörtlicher und überregionaler Wanderverbindungen wurde verstärkt auf landschaftsschonende und naturnahe Ausbaumethoden Wert gelegt. Durch Neu- und Ausbau von 53,6 km Wanderwegen wurden insgesamt in Tirol im letzten Jahr 70,5 km Wanderwegstrecken mit Gesamtkosten von 7,94 Mio.Schilling neu erschlossen.

In Erholungsgebieten wurden 1991 weiters 12 Kinderspielplätze, 2 Forstmeilen und 1 Parkplatz mit 50 PKW-Stellplätzen mit einem finanziellen Aufwand von zusammen 1,5 Mio.Schilling errichtet. Für die Neuanlage und Umgestaltung von Parkanlagen und diverse andere Gestaltungsmaßnahmen im Ortsbereich wurden 1,64 Mio.Schilling ausgegeben. Im Erholungsgebiet Reintaler See, für den der Landschaftsdienst die Verwaltung besorgt, wurden im vergangenen Jahr Investitionen und Instandhaltungsarbeiten mit Kosten in der Höhe von rd. S 700.000,-- getätigt. An anderen bestehenden Bade- und Landschaftsseen wurde den Erhaltern in vielfältigen Erhaltungsfragen Beratung und Hilfe geboten.

Ein besonderes Anliegen des Landschaftsdienstes, welches viel Geduld und Mühe für die Realisierung erfordert, ist die Schaffung von Landschaftsseen, Weihern, Feucht- und Trockenbiotopen als ökologische Ausgleichsmaßnahmen für den anhaltenden Schwund wertvoller Biotop durch Überbauung, Trockenlegung usw. 1991 konnten 3 Weiher, 1 naturnah ausgestalteter Löschteich und ein Schulbiotop mit Gesamtkosten von S 170.000,-- geschaffen werden. Einige Projekte befinden sich im Planungsstadium, in dem meist viele rechtliche und technische Hürden zu überwinden sind. Von großer Bedeutung ist auch, daß bei der Schaffung von Ersatzbiotopen keine bestehenden natürlichen Biotop zerstört oder beeinträchtigt werden.

Schließlich wurden in vielen kleineren und größeren Aktionen 1991 insgesamt 63.200 Bäume und Sträucher zur Verschönerung und Verbesserung unseres Landes ausgepflanzt, davon 12.100 Stück für die Autobahnböschungsbepflanzung, 15.500 Stück für andere straßenbegleitende Bepflanzungen, 13.300 Stück an Gewässerufeln, 11.700 Stück zur Sanierung von Landschaftsschäden und 10.600 Stück für Gestaltungs- und Schutzpflanzungen im Siedlungsbereich. Die Kosten dieser Aktionen beliefen sich auf rd. 2 Mio.Schilling, wobei darin Bepflanzungskosten an Autobahnen, Straßen und Flußufeln nicht enthalten sind.

Insgesamt wurden 1991 Projekte zur Erholungsraumgestaltung und Landschaftspflege mit einem Aufwand von 31,65 Mio.Schilling verwirklicht, wobei hierfür 13,3 Mio.Schilling an öffentlichen Förderungsmitteln zur Verfügung gestanden sind.

Anhang

Tirols Wald in Zahlen

Die Gesamtwaldfläche Tirols beträgt rd. 505.000 ha. Demnach sind beinahe 40% der Landesfläche mit Wald bedeckt. Davon sind 53% als Wirtschaftswald, 47% als Schutzwald einzustufen.

Während 45% Gemeinschaftswälder sind, gehören 33% Privaten. Die Österreichischen Bundesforste bewirtschaften 22% der Waldfläche Tirols.

Holzeinschlag im		
Nichtstaatswald	Staatswald	Gesamtwald Tirol
649.468 efm	199.309 efm	848.777 efm
Gerodete Waldfläche 88,5 ha		

Im Tiroler Nichtstaatswald wurden 2,884.000 Pflanzen auf rund 769 ha aufgeforstet. Davon entfielen auf Aufforstungen im Rahmen der Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldsanierungsprojekte rd. 931.000 Pflanzen.

1991 wurden von der Anstalt für Landschaftspflege und Forstpflanzenerzeugung mit 31 Mitarbeitern in 13 Forstgärten auf einer Anbaufläche von ca. 30 ha folgende Pflanzen produziert und vermarktet:

Nadelholz wurzelnackt 2.570.000 Stück	Nadelholz Paperpot/ Topf 514.000 Stück
Laubholz wurzelnackt 144.000 Stück	Laubholz Topf/Ballen 64.000 Stück

Die durch Schalenwild landeskulturell gefährdete Fläche beträgt mit Stand 1991 für Tirol 54.623 ha. Im Nichtstaatswald wurden 9,3 Mio. Pflanzen gegen Wildverbiß geschützt.

Laut Holzeinschlagsmeldungen fielen 330.235 efm (davon 247.607 efm im Nichtstaatswald und 82.628 efm im Staatswald) an Schadholz an. 167.095 efm Rundholz mit einem Gesamtwert von rund 128 Mio. Schilling wurden in Form gemeinsamer Holzverkäufe vermarktet.

Im Tiroler Nichtstaatswald wurden auf 2.968 ha Pflege- und Durchforstungsmaßnahmen durchgeführt.

Zur Auswertung der Holzpreisstatistik konnten 103.264 efm herangezogen werden. Demnach betrug der Rohholzpreis für B-Bloch frei Straße S 1.118,-/efm.

Die von der Forstbetriebseinrichtung im Jahre 1991 bearbeiteten 14 Operatsgebiete (24 Detailoperate) haben eine Gesamtfläche von rund 7.600 ha, auf denen mittels Stichproben die genaue Aufnahme des stockenden Holzvorrates und des Zuwachses erfolgte.

Im Zuge der Grenzinstandhaltung wurden im Berichtsjahr 12,3 km Besitzgrenzen verhandelt und 370 Grenzpunkte vermessen, welche im Rahmen von Grenzberichtigungen von den zuständigen Vermessungsämtern in die Katastralmappen übertragen werden.

Weiters wurden von der Forstbetriebseinrichtung im Rahmen von 12 Schulführungen 282 Schülern Bedeutung und Wirkungen des Tiroler Gebirgswaldes näher gebracht und durch gemeinsame Begehungen ihre Beziehung zu "unserem" Wald vertieft.

Bei 236 forstlichen Veranstaltungen wurden rund 8.000 Teilnehmer informiert und weitergebildet.

In Tirol wurden im Nichtstaatswald insgesamt 140,6 km Waldwege neu gebaut und 42,3km umgebaut; davon sind:	Neubau	Umbau
Wege mit forstlichen Mitteln gefördert Gesamtbaukosten	41.211 lfm S 20,005.501,-	34.928 lfm S 4,821.602,-
Wege im Rahmen der Hochlagenaufforstungs- und Schutzwaldsanierungsprojekte Gesamtbaukosten	30.878 lfm S 16,671.823,-	-
Forstaufschließung im Rahmen von Flächenwirtschaftlichen Projekten Gesamtbaukosten	31.018 lfm S 17,701.592,-	7.350 lfm S 1,243.541,-
Sonstige Wege (Wildbach- und Lawinenverbauung, III d1, Landschaftsdienst, nicht geförderte Wege etc.) Gesamtbaukosten	37.547 lfm S 13,390.195,-	-