

# Immissionsbezogene Flechtenkartierung in Tirol (Austria) unter besonderer Berücksichtigung der Waldzustandsinventur (WZI)-Punkte

von Paul Hofmann, Helmut Wittmann und Roman Türk\*

## 1. Einleitung:

Seit mehr als hundert Jahren ist es bekannt, daß Flechten aus Stadt- und Industriebereichen durch den Einfluß von sauer reagierenden Abgasen zurückweichen. Eine Fülle von Untersuchungen über den epiphytischen Flechtenbewuchs in Ballungsgebieten hatte zum Ergebnis, daß baumbewohnende Flechten in Folge der Einwirkung von sauren Schadgasen typische Schadbilder entwickeln bzw. im extremen Fall absterben und in Gebieten mit erhöhter Immissionsbelastung fehlen. Diese Beobachtungen führten dazu, vor allem epiphytische Flechten als Bioindikatoren für Luftverunreinigungen zu verwenden (zusammenfassende Literatur vgl. WITTMANN et al. 1989).

In den Bundesländern Oberösterreich und Vorarlberg durchgeführte floristische bzw. immissionsökologische Flechtenkartierungen brachten u. a. das bemerkenswerte Ergebnis, daß nur im Bereich von Daueremittenten (Industriezentren, urbanisierte Bereiche) eine enge Korrelation zwischen den auftretenden Schädigungen bei Flechten und den Symptomen des Baumsterbens gegeben ist. Im Gegensatz dazu zeigen viele Nadelbäume in industriefernen Alpentälern einen sichtbaren Verlust der Vitalität, während die epiphytische Flechtenvegetation noch keine äußerlich sichtbaren Schädigungen aufweist (TÜRK & WITTMANN 1984, WITTMANN & TÜRK 1988).

Ziel der vorliegenden Studie war die punktuelle Erfassung der epiphytischen Flechtenflora (im Bereich der Waldzustandsinventur-Punkte) im Hinblick auf Schadwirkungen durch sauer reagierende Immissionen. Dabei sollte vor allem festgestellt werden, wie weit ein Ferneintrag im montanen Bereich Tirols wirksam ist. Außerdem wurde besonderes Augenmerk auf den höhenabhängigen Schadstoffeintrag gelegt.

## 2. Methode:

Eine grobe Lokalisierung der Aufnahmepunkte war bereits im Rahmen der 265 WZI-Punkte (Abb. 1) vorgegeben. Auf ihre unmittelbare Umgebung wurde bei den Kartierungen besonders geachtet, um einen direkten Vergleich mit den Waldschadensaufnahmen zu ermöglichen. Dabei war es allerdings meist nicht möglich, die gekennzeichneten Bäume der WZI-Punkte als Grundlage für die Aufnahmen heranzuziehen, da auf natürliche Verhältnisse mit negativer Wirkung auf den Flechtenbewuchs (z. B. starke Beschattung in dichten Waldgebieten) bei der Bewertung Rücksicht genommen werden mußte und vor allem verschiedene Laubbaumarten als Trägerpflanzen für derartige Untersuchungen dienen. Es wurde aber versucht, die Flechtenprobenpunkte möglichst nahe an die WZI-Punkte heranzulegen. Darüber hinaus wurden noch weitere

LAGE DER WZI-PUNKTE IM BEREICH  
DER FORSTINSPEKTIONEN IN TIROL

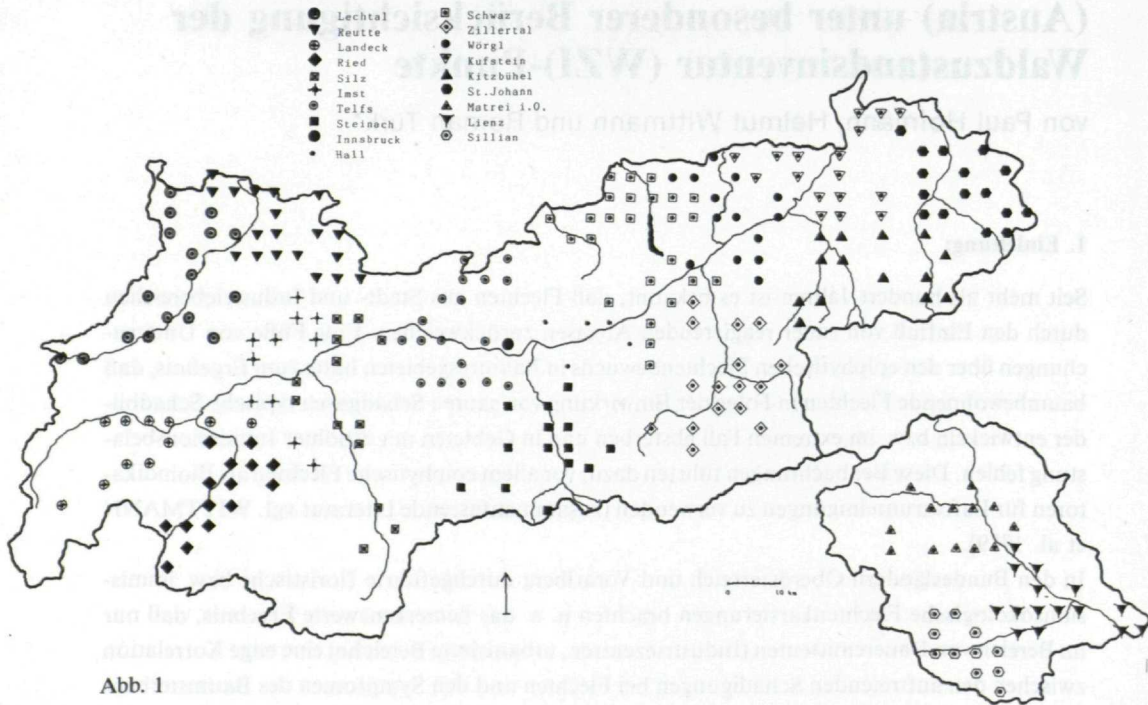


Abb. 1

Aufnahmelokalitäten gewählt, um einen besseren Überblick der Situation in den Bereichen der Bezirksforstinspektionen (BFI) des Landes Tirol zu erhalten, da die Verteilung der WZI-Punkte gewisse Höhenbereiche nur schlecht repräsentiert (z. B. bis 700 msm nur 12 WZI-Punkte im gesamten Bundesland, siehe Abb. 3a).

Da sich die Untersuchungen vom Tälniveau bis in Höhen von zirka 2200 m NN erstreckten, war eine Beschränkung auf einen Phorophyten nicht möglich gewesen. Die bevorzugt herangezogenen Trägerbäume waren *Picea abies* (Fichte), *Abies alba* (Tanne), *Larix decidua* (Lärche), *Acer pseudoplatanus* (Bergahorn), *Fagus sylvatica* (Rotbuche), *Fraxinus excelsior* (Esche) und *Malus* sp. (div. Apfelbäume).

Als Grundlage für die Einteilung in Schadzonen dienten flechtensoziologische Einheiten, Deckungsgrad, Thallusgröße und Schadbilder einzelner Arten. Die soziologischen Aufnahmen basieren auf der Methode nach WIRTH (1972) und wurden an den jeweils bestbewachsenen Bäumen in einer Höhe von zirka 1,1–1,7 m durchgeführt.

Da schon bei den Kartierungen der Bundesländer Salzburg (WITTMANN & TÜRK 1988) und Vorarlberg (WITTMANN et al. 1989) die Erfahrung zeigte, daß Zonierungskriterien, wie sie in kleinräumigen, meist homogenen und urbanen Gebieten verwendet werden (z. B. BESCHEL 1958, DE SLOOVER & LE BLANC 1968, TÜRK & ZIEGELBERGER 1982), auf Grund der unterschiedlichen Höhenstufen und Naturräume nicht anwendbar sind, wurden auch hier die

von WITTMANN et al. (1989) modifizierten Kriterien der Zonierung übernommen, welche im folgenden angeführt sind:

**Zone 5:** sehr stark belastete Zone: Nur mehr wenige resistente Krustenflechten sind vorhanden (*Lecanora conizaeoides*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Buellia punctata* und evtl. *Physcia orbicularis*), die Deckung der Blatt- und Strauchflechten (mit Ausnahme von *Physcia orbicularis*) liegt unter 1%.

**Zone 4:** stark belastete Zone: *Parmelia caperata*, *P. sulcata* und *P. saxatilis* absterbend bzw. mit Thallusgrößen unter 1,5 cm; *Pseudevernia furfuracea* und *Evernia prunastri* mit großteils ausgebleichten bzw. rot-verfärbten Lagern mit einer maximalen Thallusgröße von 1 cm. *Hypogymnia physodes* zeigt sowohl auf Nadel- als auch auf Laubbäumen deutliche Schäden (Ausbleichungen und knorpeliger Wuchs). Der Deckungsgrad der Blatt- und Strauchflechten liegt meist deutlich unter 25%.

**Zone 3:** mittel belastete Zone: Empfindliche Arten, wie *Lobaria pulmonaria* und *Cetrelia cetrarioides*, sterben ab. *Parmelia caperata*, *P. saxatilis* und *P. sulcata* sind stark geschädigt und oftmals bis zur Mitte ausgebleicht bzw. rötlich verfärbt. *Hypogymnia physodes* zeigt auf saurer Borke Schäden (Ausbleichungen, Thallusverformungen). Strauchflechten weisen deutlich ausgebleichte Lobenenden und verkrümmte und gestauchte Lagerabschnitte auf (besonders bei *Evernia prunastri*, *Ramalina farinacea* und *Pseudevernia furfuracea* zu beobachten). Auf saurer Borke besteht die Tendenz zu »Einartgesellschaften« mit *Hypogymnia physodes*. Die Deckung der Blatt- und Strauchflechten ist deutlich verringert und oftmals unter 50%.

**Zone 2:** schwach belastete Zone: Deckungsgrad, Vergesellschaftung und Thallusgrößen sind nicht merklich beeinträchtigt. Empfindliche Arten zeigen äußerlich sichtbare, charakteristische Schäden:

*Pseudevernia furfuracea*: ausgebleichte, weißlich verfärbte Lobenenden

*Lobaria pulmonaria*: Thallusrand und teilweise die grubigen Vertiefungen des Lagers ausgebleicht bzw. gelbbraun verfärbt

*Evernia prunastri*: weißlich ausgebleichte Lobenenden

*Cetrelia cetrarioides*: punktuell ausgebleichte Thalluspartien

*Parmelia sulcata*: Ausbleichungen der Lobenenden und oftmals Rotverfärbung des Thalluszentrums (*P. sulcata* ist relativ toxis tolerant, zeigt jedoch schon geringe Schadstoffbelastungen an)

*Platismatia glauca*: punktuell rot und weiß verfärbte Thalluspartien

*Parmelia caperata*: Ausbleichungen vor allem an den hochgewölbten Thalluspartien

*Parmelia saxatilis*: Ausbleichungen der Lobenenden, selten Rotverfärbungen

*Evernia divaricata*: Verbraunungen der Thallusspitzen

**Zone 1:** keine Belastung feststellbar. An sämtlichen Arten sind keine äußerlich sichtbaren Schäden erkennbar; Gesellschaftszusammensetzung und Thallusgrößen entsprechen den gegebenen klimatischen und orographischen Verhältnissen.

Bei den im Anschluß besprochenen Teilgebieten (sie beruhen auf der Einteilung in die einzelnen BFI) werden für die jeweilig angeführten WZI-Punkte (nach der bei der Tiroler Landesforstdirektion üblichen Numerierung aufgelistet) auch Doppelwerte (z. B. 1/2, 2/3) angegeben, d. h. daß im Umfeld derartiger Punkte beide Zonen auftreten. Die Beschreibung der Flechtenvegeta-

FLECHTENZONENBEWERTUNG IM BEREICH  
DER WZI-PUNKTE IN TIROL

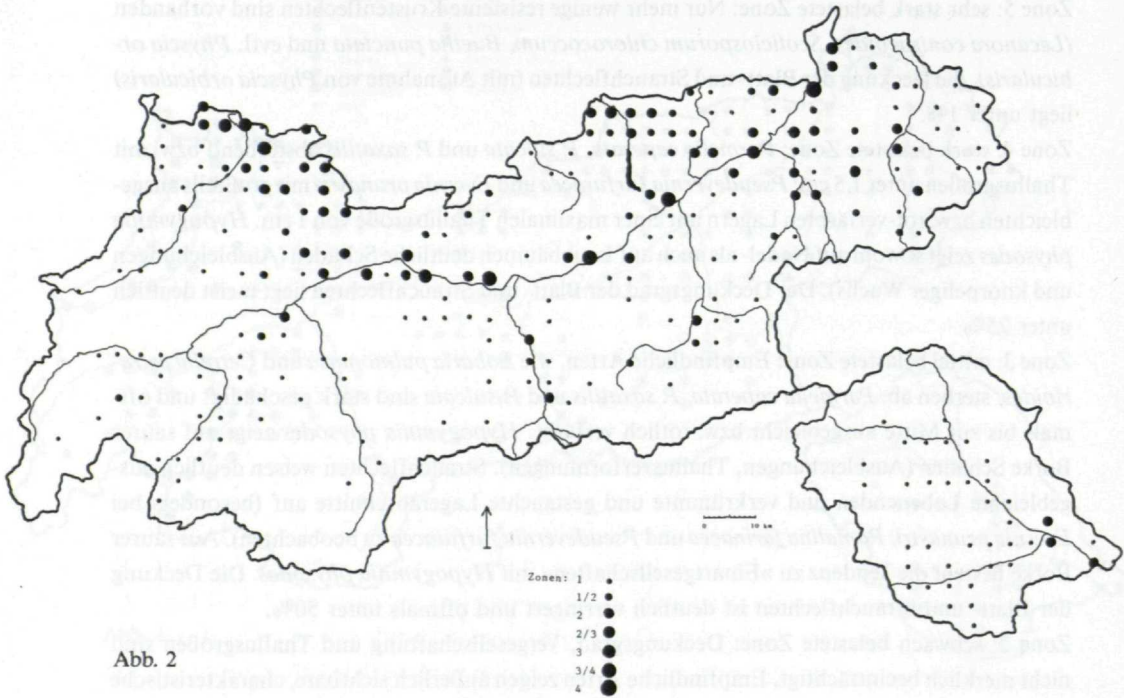


Abb. 2

tion und die durchgeführten Bewertungen jeder BFI-Einheit sind immer großräumig zu sehen. Zu jedem Teilgebiet werden noch ausgewählte Vegetationsaufnahmen angeführt. Die Begehung des Untersuchungsgebietes erfolgte in den Jahren 1987—1989.

### 3. Ergebnisse (siehe Abb. 2):

#### 3.1 WZI-Punkte im Bereich der BFI Lechtal:

Zonen: 1—2

0702: 1	0704: 1	0705: 1	0706: 1
0707: 1	0708: 1/2	0709: 1	0710: 1/2
0711: 1	0712: 1	0713: 1	0714: 1
0715: 1	0716: 1	0717: 1	0718: 1
0719: 1			

Im Gegensatz zum benachbarten Gebiet der BFI Reutte weist der Bereich des Lechtales nur geringe oder keine Belastung der Flechtenvegetation durch Schadstoffeinträge auf. Die Gesellschaften präsentieren sich in einer den natürlichen Bedingungen entsprechenden Ausbildung. Die Nadelbäume werden von deckungsstarken *Pseudevernieten* und *Usneeten* bewachsen. Dabei ist es nicht selten, daß die Bartflechten Längen bis zu 30 cm erreichen. Auch im Talgrundbereich

sind keine wesentlichen Schädigungen feststellbar. Das *Parmelietum acetabuli* und das *Physciatum adscendentis* sowie das *Lobarietum pulmonariae* in den Nebentälern des Lechtales bilden auf Laubbäumen die vorherrschenden Vereine. Die beobachteten Thallusgrößen von *Lobaria pulmonaria* (bis 25 cm), *Evernia prunastri* (bis 13 cm) oder *Menegazzia terebrata* (bis 12 cm) verdeutlichen die gute Situation.

### 3.2 WZI-Punkte im Bereich der BFI Reutte:

Zonen: 1—3

1001: 1	1002: 2	1003: 2/3	1004: 3
1005: 1	1006: 2	1007: 3	1008: 2
1009: 1/2	1010: 2	1011: 2	1012: 1
1013: 1	1014: 2	1015: 2	1016: 2
1017: 1/2	1018: 2	1019: 2	

Der Großraum Reutte gehört zu den am stärksten belasteten Teilen Tirols. Kaum ein WZI-Punkt, an dem die Flechtenvegetation ungeschädigt ausgebildet ist! Meist machen sich die negativen Einflüsse allerdings weniger in der Zusammensetzung der Vereine als in den deutlich ausgeprägten Schadbildern bemerkbar. Auf Nadelbäumen dominiert in höheren Lagen ein reichhalti-

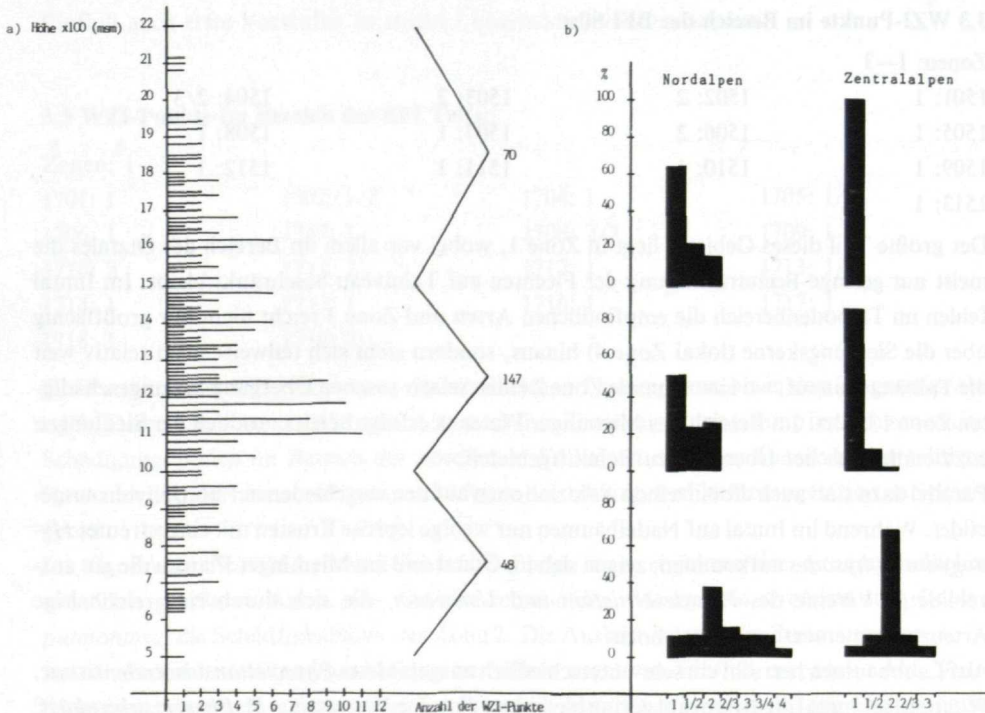


Abb. 3

a) Anzahl der WZI-Punkte in unterschiedlichen Höhenlagen

b) Vergleich der prozentuellen Verhältnisse der einzelnen Flechtenzonen in unterschiedlichen Höhenbereichen (1000 msm, 1000—1500 msm, 1500 msm) im Nordalpen- und Zentralalpenbereich.

ges *Pseudevernetum furfuraceae* mit vielen Begleitern. Dabei ist aber auch ein hoher Schadformenanteil zu beobachten. *Pseudevernia* mit ausgebleichten Spitzen, *Parmelia*-Arten mit bleichen Rändern und zum Teil rot verfärbten Zentren sind mancherorts bis über 1500 m NN zu erkennen. In Richtung Reutte verarmt das *Pseudevernetum* zusehends, wobei es schließlich bis auf *Hypogymnia physodes* und lepröse Krusten (*Lepraria incana*, *Loxospora elatina*, *Phlyctis argena*) reduziert ist. Nur an den Ästen alter Bäume kann sich auch hier die namengebende Art länger halten, wobei sie aber mit starken Ausbleichungen und eingeschränkter Wuchsform ein verkümmertes Aussehen bietet.

Die epiphytische Flechtenvegetation auf Laubbäumen weist neben dem *Parmelietum acetabuli*, welches meist an Straßenbäumen ausgebildet ist, und dem *Physcietum adscendentis* hauptsächlich ozeanische Vereine auf. Das *Lobarietum pulmonariae* überzieht in verschiedenster Zusammensetzung vor allem die Wetterseite von alten Bergahornen. *Lobaria* weist aber fast überall gelbbraune Verfärbungen der grubigen Thallusvertiefungen und Ränder auf. Auch die *Nephroma*-Arten zeigen typische nekrotische Randverfärbungen. Als weitere ozeanische Assoziation ist sehr vereinzelt das *Parmelietum revolutae* vertreten.

Im gesamten Bereich ist ein deutlicher Einfluß sauer reagierender Immissionen zu erkennen, der sich im Vergleich zu anderen Teilen Tirols bis in wesentlich größere Höhen hinauf bemerkbar macht und sich im Großraum Reutte konzentriert.

### 3.3 WZI-Punkte im Bereich der BFI Silz:

Zonen: 1—3

1501: 1	1502: 2	1503: 2	1504: 2/3
1505: 1	1506: 2	1507: 1	1508: 1
1509: 1	1510: 1	1511: 1	1512: 1
1513: 1			

Der größte Teil dieses Gebietes liegt in Zone 1, wobei vor allem im Bereich des Ötztales die meist nur geringe Beeinträchtigung der Flechten auf Talniveau beschränkt bleibt. Im Inntal fehlen im Talbodenbereich die empfindlichen Arten und Zone 3 reicht nicht nur großflächig über die Siedlungskerne (lokal Zone 4) hinaus, sondern zieht sich teilweise auch relativ weit die Talhänge hinauf, wo eine schmale Zone 2 einen relativ raschen Übergang zur ungeschädigten Zone 1 bildet. Im Bereich des Mieminger Plateaus erfolgt bereits randlich der Siedlungen ein ziemlich rascher Übergang zu Reinluftgebieten.

Parallel dazu sind auch die einzelnen Assoziationen auf den verschiedenen Phorophyten ausgebildet. Während im Inntal auf Nadelbäumen nur wenige lepröse Krusten mit eingestreuter *Hypogymnia physodes* aufkommen, zeigen sich im Ötztal und am Mieminger Plateau die gut ausgebildeten Vereine des *Pseudevernetum* und *Usneetum*, die sich durch eine reichhaltige Artenzusammensetzung auszeichnen.

Auf Laubbäumen herrscht ein sehr unterschiedlich ausgebildetes *Physcietum adscendentis* vor. Während im Inntal die Artenzahl gering bleibt und einzelne Vertreter (z. B. *Physcia orbicularis*, *Candelariella xanthostigma*, *Xanthoria parietina*) dominieren, ist im Ötztal vorwiegend eine reichhaltige Zusammensetzung mit den charakteristischen Arten und einer Reihe von Begleitern ausgebildet.

### 3.4 WZI-Punkte im Bereich der BFI Imst:

Zonen: 1—2

0201: 1/2	0202: 1	0203: 2	0204: 1
0205: 1/2	0206: 1	0207: 1	0208: 1
0209: 1/2	0210: 1	0211: 1	

In diesem Bereich ist großräumig keine besondere Belastung mit sauer reagierenden Immissionen erkennbar, abgesehen vom lokalen Nahbereich von Imst. Stärkere Staubbilastung im Gebiet von Nassereith und entlang der Durchzugsstraße Fernpaß-Inntal begünstigt die nitrophytischen Gesellschaften des *Xanthorion parietinae* so, daß diese auch Nadelbäume als Substrat wählen, da deren Borkenchemismus durch eine dicke Staubschicht verändert wird. Der Vitalitätszustand der Blatt- und Strauchflechten zeigt in vergleichbaren Höhenlagen der Öztaler Alpen bessere Verhältnisse als in den nördlichen Abschnitten des Bezirkes.

Die vorherrschenden Assoziationen auf Nadelbäumen sind das *Pseudevernetum furfuraceae* (mancherorts durch *Hypogymnia physodes* gekennzeichnet und mit Schadbildern der Zone 2) sowie in größerer Höhenlage ein differenziert ausgebildetes *Usneetum* (meist *Usneetum filipendulae*) und das *Evernetum divaricatae*. Auf Laubbäumen ist neben dem *Physcietum adscendentis* und dem *Parmelietum acetabuli* (namengegebende Art fehlt) zum Teil noch das *Parmelietum caperatae* vertreten. In einigen Seitentälern bilden sich durch den lokalklimatischen Einfluß auch erste Vorstufen zu einem *Lobarium pulmonariae* aus.

### 3.5 WZI-Punkte im Bereich der BFI Telfs:

Zonen: 1—3

1701: 1	1702: 1/2	1704: 1	1705: 1/2
1706: 1	1707: 1	1708: 2/3	1709: 1
1710: 2	1711: 2	1712: 1	1713: 1/2
1714: 1	1715: 1	1716: 1	1717: 1
1718: 1	1719: 3		

Die Punkte dieser BFI reichen von der nördlichsten Landesgrenze bis in den Zentralalpenbereich. Dementsprechend differenziert ist auch ihre Zonenzuordnung: von ziemlich schwachen Schädigungsgraden im Bereich der nördlichen Kalkalpen über den massiv beeinträchtigten Raum des Inntales bis zur völlig ungeschädigten Ausbildung der Flechtenvegetation im Sellraingebiet.

Im Großraum Seefeld-Leutasch-Scharnitz findet man streckenweise an empfindlichen, ozeanisch geprägten Arten, wie *Cetrelia cetrarioides*, *Menegazzia terebrata* und *Lobaria pulmonaria*, die Schadformbilder der Zone 2. Die Ausbildung und die Zusammensetzung der Assoziationen lassen hingegen keinen besonders negativen Einfluß erkennen. Auf Nadelbäumen dominiert ein meist artenreiches *Pseudevernetum furfuraceae*, das nur selten nahe den Siedlungen von der vorherrschenden *Hypogymnia physodes* gekennzeichnet ist. Auch das *Parmeliopsidetum ambiguae* kann lokal am Mittelstamm aspektbildend sein.

Die Vereine des *Xanthorion parietinae*, vor allem das *Parmelietum acetabuli*, bilden an straßen-

nahen Bäumen dichte Überzüge mit hohen Deckungswerten der Blattflechten. Das empfindliche *Lobarietum pulmonariae* ist mit wenigen Ausnahmen nicht in der optimalsten Entwicklung vorhanden, da die namengebende Art weitgehend fehlt.

Ein stark verändertes Bild der Flechtenvegetation zeigt sich demgegenüber im Inntal, wo auf Nadelbaumrinde wieder lepröse Krusten und Algenanflüge vorherrschen und nur hie und da auf alten Zweigen die kläglichen Überreste von *Hypogymnia physodes* haften. Auch auf Laubbäumen wachsen hier meist nur noch Restbestände von Flechtengesellschaften, deren Erscheinungsbild durch resistente Krustenflechten und einige toxtolerante Blattflechten (z. B. *Physcia orbicularis*) geprägt wird.

Überaus reich präsentiert sich im Vergleich dazu die Flechtenflora des Sellrain. Neben bestens entwickelten *Pseudeverneten furfuraceae*, *Letharieten vulpinae* und *Parmeliopsideten ambiguae* zeigen hier in der montanen und vor allem hochmontanen Stufe Massenbestände der ungeschädigten Bartflechtenvereine des *Usneetum* und *Evernetum divaricatae* zum Teil Nebelwaldcharakter, welcher eine Einordnung in Zone 1 leicht macht.

### 3.6 WZI-Punkte im Bereich der BFI Steinach:

Zonen: 1—2

1602: 1	1603: 1	1604: 2	1605: 1/2
1606: 1	1607: 1	1608: 1	1609: 1
1610: 1	1611: 2	1612: 1	1613: 1
1614: 1	1615: 1		

Abgesehen von wenigen Punkten, die im engeren Einflußbereich des Wipptales liegen, ist vor allem in den Seitentälern desselben eine ungestörte Flechtenflora und -vegetation ausgebildet. Alle hier von Natur aus vorkommenden Flechtengesellschaften an Nadel- und Laubbäumen sind bestens ausgebildet. Von den Blatt- und Strauchflechtenvereinen sind auch hier wieder das *Pseudevernetum* und das *Usneetum*, die vor allem an Lärchen höchste Deckungsgrade aufweisen, dominierend.

Im Talbereich des Wipptales ist durch die vielfältige Beeinflussung (Siedlung, Landwirtschaft, Autobahn) ein vor allem auch topographisch und lokalklimatisch bedingter, engmaschiger Verlauf der verschiedenen Flechtenzonen vorhanden. Die ausgewerteten WZI-Punkte liegen allerdings weitgehend an begünstigten Stellen, sodaß mit Zone 2 bereits die schlechteste Bewertung gegeben wurde.

### 3.7 WZI-Punkte im Bereich der BFI Innsbruck:

Zone: 3/4

0301: 3/4

Obwohl in rund 1000 m NN und damit zirka 400 m über dem Talboden liegend, sind im Bereich dieses einzigen WZI-Punktes die Flechtengesellschaften sehr stark geschädigt. An Nadelbäumen findet man meist nur mehr kleine Exemplare von *Hypogymnia physodes* und lepröse Krusten (v. a. *Phlyctis argena*, *Lepraria incana*). An Laubbäumen erkennt man noch die Überreste



eines *Parmelietum caperatae*, wobei vor allem *Parmelia caperata* schwer geschädigt ist und zum Teil nur noch in ausgebleichten, kleinen Exemplaren am Stamm haftet.

Es muß hierzu bemerkt werden, daß in etwas tieferer Höhenlage eine bereits bessere Zonenausbildung beobachtet wurde, die aber in diesem Höhenbereich wieder schlechter wird. Ähnliches konnte auch im Bereich Hall in Tirol (HOFMANN 1989) nachgewiesen werden und hängt vermutlich mit Inversionsschichten zusammen, die im Bereich von Innsbruck vor allem im Winterhalbjahr häufig auftreten.

### 3.8 WZI-Punkte im Bereich der BFI Hall in Tirol:

Zonen: 1—4

0101: 1                      0102: 2                      0103: 3/4                      0104: 1  
0105: 1

Hier zeigen sich große Unterschiede in der Bewertung der einzelnen Punkte. Diejenigen über 1200 m NN weisen eine ungeschädigte Flechtenvegetation auf, die an Nadelbäumen vor allem durch die, den Bedingungen entsprechend ausgebildeten Vereine des *Pseudevernetum furfuraceae* und *Usneetum barbatae* repräsentiert werden.

Der Bereich von 0102 auf der Gnadenwaldterrasse weist direkt am Punkt Verhältnisse auf, die eine Zuordnung in Zone 2 erlauben (verarmtes, aber wenig geschädigtes *Pseudevernetum*), wohingegen die weitere Umgebung in Zone 3 gestellt werden muß (starker Schadanteil bei Strauch- und Blattflechten, auch auf Laubbäumen). Auf Nadelbäumen ist zum Teil ein reduziertes *Chaenothecetum ferrugineae* ausgebildet.

Noch schlechter ist die Situation bei Punkt 0101, der mit seiner Lage am Terrassenhang noch voll im Einflußbereich von Fritzens liegt und wo keine deutlich entwickelten Blattflechtengesellschaften mehr ausgebildet sind. Man findet nur noch kümmerliche Reste ausgebleichter Thalli von *Hypogymnia physodes* und einige lepröse Krusten. An Nadelbäumen wachsen bevorzugt am Stammgrund die toxisoleranten Krustenflechtenvereine *Hypocenomycetum scalaris* und *Buellietum punctatae*, wobei letzteres häufiger an Laubbäumen vorkommt. Diese tragen zum Teil kaum noch erkennbare Reste eines *Parmelietum caperatae* und mit zunehmender Deckung das *Pleurococetum vulgare*. Selbst das nitrophile *Physcietum adscendentis* tendiert in Richtung Stammbasis und erreicht kaum Deckungswerte über 15—20%.

### 3.9 WZI-Punkte im Bereich der BFI Schwarz:

Zonen: 1—3

1301: 2                      1302: 2/3                      1303: 2                      1304: 1/2  
1305: 1/2                      1306: 2                      1307: 1/2                      1308: 1/2  
1309: 1                      1310: 1                      1311: 1                      1312: 1/2  
1313: 1                      1314: 1/2                      1315: 1                      1316: 1  
1317: 2                      1318: 1/2                      1319: 1                      1320: 1  
1321: 1                      1322: 1                      1323: 2                      1324: 1  
1325: 1

Hier stehen sich wieder recht unterschiedlich ausgebildete Zonen gegenüber. Während im nördlichen Teil, dem Grenzgebiet zu Deutschland, sowohl eine großflächige Beeinflussung an Hand der deutlichen Schadbilder indiziert werden kann, aber auch völlige Reinluftgebiete vorkommen, sind im Inntal die Schädigungen an den Flechten wesentlich stärker ausgebildet, wobei sie hier jedoch auf kleineren Raum beschränkt bleiben. Im Zentralalpenanteil sind die Einwirkungen auf die Flechtenvegetation wieder nur im Nahbereich von Straßen und Siedlungen zu erkennen.

Die vorherrschenden Assoziationen im Nordalpenbereich sind auf Nadelbäumen das *Pseudevernetium furfuraceae* und auf Laubbäumen das *Lobarietum pulmonariae*, das *Thelotrema lepadini* sowie das *Parmelietum revolutae*. Im Großraum nördlich des Achensees zeigen letztere deutliche Anzeichen für eine Immissionseinwirkung. Vor allem *Lobaria pulmonaria* weist hier starke Thallusnekrosen auf, die teilweise bis zum Absterben führen. Auch andere empfindliche Arten, wie z. B. *Cetrelia cetrarioides*, verschiedene *Nephroma* sp. und die hochozeanischen *Sticta* sp., zeigen ausgeprägten Schadformcharakter mit Randnekrosen und vermindertem Wachstum.

Anders ist die Situation z. B. im Rißtal, wo vor allem im hinteren Teil für den Flechtenbewuchs auch lufthygienisch optimale Bedingungen herrschen. In diesem Teil des Naturschutzgebietes Karwendel bildet der Große Ahornboden mit seinen alten Bergahornen den idealen Standort für die so empfindlichen, ozeanischen Flechtenvereine. *Lobaria pulmonaria* kann in völlig ungeschädigter Form bis über 50! cm Durchmesser erreichen. Trotz des regen motorisierten Touristenansturms im Sommer und Herbst präsentiert sich hier eine Flechtenflora und -vegetation, wie sie früher wahrscheinlich im gesamten Nordalpenbereich verbreitet war und heute nur noch an begünstigten Stellen aufkommt.

Der Inntalanteil weist im Talbereich wieder die starken Veränderungen der floristischen Zusammensetzung und Ausbildung der Flechtengesellschaften (Dominanz toxitoleranter Arten, Verarmung ...) auf, wie sie bereits für andere BFI beschrieben wurden. Auch hier bessert sich der Zustand in Richtung Süden (Tuxer Alpen) relativ rasch; es sind dort keine immissionsbezogenen Schädigungen feststellbar.

### 3.10 WZI-Punkte im Bereich der BFI Zillertal:

Zonen: 1—2

1901: 1	1902: 1	1903: 1	1904: 1
1905: 1	1906: 1	1907: 1	1908: 2
1909: 1	1910: 1	1912: 1/2	1913: 1
1914: 1/2	1915: 1/2	1916: 1	1917: 1

Die gitternetzmäßige Situierung der WZI-Punkte ergibt im Zillertal eine Häufung von Punkten in Höhenlagen weit über 1000 m NN. Es ist dort beinahe überall eine optimal ausgebildete Flechtenvegetation vorhanden, wenn man von den wenigen Ausnahmen absieht, wo wahrscheinlich die unmittelbare Nähe von Autostraßen oder Siedlungen einen schädlichen Einfluß ausübt. In diesem von Fernemissionen bereits ziemlich abgeschirmten Gebiet, in dem auch großflächig wirkende Lokalemittenten fehlen, findet sich auf Nadelbäumen ein reich entwickel-

ter Bewuchs von *Pseudevernetum furfuraceae* und *Usneetum*. Auch das *Letharietum vulpinae* ist vereinzelt ausgebildet.

An Laubbäumen zeigen sich die gut ausgebildeten Vereine des *Parmelietum acetabuli* sowie vor allem des *Physcietum adscendentis*, wie es in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten meist der Fall ist.

### 3.11 WZI-Punkte im Bereich der BFI Wörgl:

Zonen: 1—4

1801: 1/2	1802: 2	1803: 1/2	1804: 1
1805: 1/2	1806: 2	1807: 2	1808: 2
1809: 3	1811: 2	1813: 3/4	1814: 1
1815: 1	1816: 1		

Im Nordalpengebiet, wo der Bereich westlich des Brandenbertales mit dem Gebiet der BFI Schwaz zusammentrifft, sind zwar nur leichte, aber doch großräumig auftretende Schädigungen an Blatt- und Strauchflechten ersichtlich. Die floristische Zusammensetzung der Gesellschaften ist allerdings den natürlichen Bedingungen entsprechend.

Beträchtliche Auswirkungen von Schadgasen zeigen sich im Talbodenbereich des Inntales, wo auf Nadelbäumen meist nur noch ein Algenüberzug gedeiht und wo auch auf Laubbäumen die empfindlichen Arten entweder vollkommen verschwunden sind oder nur noch in Schadformen mit Krüppelwuchs und Totalverfärbung des Thallus auftreten. An der südlichen Talseite kommt es hangwärts zu einem relativ raschen Übergang in bessere Zonen, wobei im Alpbachtal nur mehr kleinräumig Schadformen ausgebildet sind, die sich v. a. auf jene Flechten beschränken, welche an Fichtenstämmen siedeln.

### 3.12 WZI-Punkte im Bereich der BFI Kufstein:

Zonen: 1—4

0501: 2/3	0502: 1	0503: 1	0504: 2
0505: 1	0506: 1/2	0507: 2	0508: 4
0510: 1	0511: 1	0512: 1/2	0513: 2/3
0514: 2	0515: 1/2	0516: 1	0517: 1/2
0518: 1/2			

Der Bereich der BFI Kufstein gehört zu den stärker belasteten Gebieten Tirols, wobei vor allem das Inntal einen hohen Schadformenanteil bei den Blatt- und Strauchflechten aufweist. Im Inntal sind die Flechten auch nur mit geringen Deckungsgraden vertreten, wobei auf Nadelbäumen bereits die Grünalgenkrusten dominieren.

Im Bereich nördlich des Kaisergebirges überziehen die verschiedenen Flechtenassoziationen überall mit hoher Deckung die Stämme von Laub- und Nadelbäumen, wobei aber westlich des Walchsees bis zum Inntal ein höherer Prozentsatz von Schadbildern an Flechten zu beobachten ist. Wo der landwirtschaftliche Einfluß und damit auch die Dominanz der Vereine der *Xanthorion parietinae* abnimmt, sind auf Laubbäumen vor allem verarmte Varianten des *Lobarietum*

pulmonariae ausgebildet. Die Nadelbäume dienen einem *Pseudevernetum furfuraceae* als Träger, das manchmal nur in einer artenarmen, aber weitgehend ungeschädigten Form auftritt. Nach Norden hin, abgeschirmt durch das Kaisergebirge, sind im Sölland eher die lokalen Emissionen der Siedlungen für die dortige geringe Belastungssituation verantwortlich (GOLDBERGER & TÜRK 1982). In höheren Bereichen ist hier eine den natürlichen Bedingungen entsprechende, gut ausgebildete Flechtenvegetation vorhanden.

### 3.13 WZI-Punkte im Bereich der BFI Kitzbühel:

Zonen: 1—3

0401: 2	0402: 1	0403: 2/3	0404: 1
0405: 2	0406: 2	0408: 2	0409: 1/2
0410: 1	0412: 1/2	0413: 1	0414: 1/2
0415: 1	0416: 1		

Dieser Teil Tirols weist meist nur in den unmittelbaren Talbereichen und Siedlungszentren größere Beeinträchtigungen der Flechtenvegetation auf. Im allgemeinen ist die Flächenausdehnung mit feststellbaren Flechtenschäden gering. So reicht z. B. Zone 1 teilweise sogar bis in den randlichen Siedlungsbereich der Stadt Kitzbühel.

Es tritt allerdings in diesem Bereich ein W-O-Gradient auf. Während im östlichen Anteil die Reinluftgebiete fast Talniveau erreichen, fällt in den westlichen N-S-gestreckten Seitentälern des Brixentales (Kelchsauer Tal, Windauer Tal) auf, daß ein störender Einfluß auf die Flechten, der sich insbesondere in den Schadbildern einzelner Arten zu erkennen gibt, wesentlich weiter in südliche Richtung vordringt und sich die Reinluftzone höhenmäßig etwa 150—200 m nach oben verschiebt.

Die verschiedenen Assoziationen, deren Spektrum hier zum Teil durch ozeanische Vertreter gebildet wird (*Lobarietum pulmonariae*, *Thelotrema lepadini*), sind überwiegend optimal ausgebildet. Auch dichte Bartflechtenvereine überziehen nicht nur in der hochmontanen, sondern bereits in der montanen Stufe die Stämme und Äste von Nadel- und auch Laubbäumen. Einige Individuen von *Usnea* können dabei Längen bis über 50 cm erreichen. Auch dichte *Evernia divaricata*-Thalli mit 25 cm Länge sind keine Seltenheit. An alten Bergahornen wächst mancherorts ein wunderbar ausgebildetes *Lobarietum pulmonariae*, dessen quantitativer Rückgang hier nicht auf starke Luftverunreinigung zurückzuführen ist, sondern eher auf den durch intensive Nutzung großflächigen Verlust von ungestörten Lebensräumen. Auf Laubbäumen in den Talbereichen überwiegen das *Parmelietum acetabuli* und das *Physcietum adscendentis*.

Die Gesamtsituation der Flechtenvegetation ist hier besser als sie sich bei der Darstellung der WZI-Punktbewertungskarte ausweist.

### 3.14 WZI-Punkte im Bereich der BFI St. Johann i. T.:

Zonen: 1—2

1201: 1/2	1202: 1/2	1203: 1	1204: 1
1205: 1	1206: 1	1207: 1	1208: 2
1209: 1	1210: 1/2	1211: 2	1212: 1
1213: 1/2	1214: 1/2	1215: 1	1216: 1

Die häufigste Assoziation auf Nadelbäumen stellt die nitrophobe Gesellschaft des *Pseudevernetium furfuraceae* dar, die an den meisten Aufnahmepunkten in Zusammensetzung und Vitalität fast optimal ausgebildet ist und teilweise sehr hohe Deckungswerte erreicht. Auch das *Parmeliopsisidum ambiguae* kommt vor und in höheren Lagen ein *Usneetum*. Die Beobachtungen zeigen aber, daß im nördlichsten Bereich sowie um St. Johann und nördlich von Hochfilzen die Grenze der unbelasteten Zone höhenmäßig gegenüber dem übrigen Gebiet etwas nach oben versetzt ist, zum Teil sogar bis um 300 Höhenmeter. Bei Hochfilzen trifft man auch das normalerweise nur an Laubbäumen wachsende *Physcietum adscendentis* auf dem Stamm und den Ästen von Fichte an, eine Situation, die auf größere Staubbilastung der Luft hindeutet, worauf auch bereits bei WITTMANN & TÜRK (1988) hingewiesen wird.

Wo die Luftbelastung lokal (v. a. um St. Johann) größer ist, verarmt das *Pseudevernetium* so weit, daß oft nur *Hypogymnia physodes* und verschiedene Krustenflechten übrig bleiben. Auf Laubbäumen sind von den Blattflechtengesellschaften im gesamten Bereich das *Parmelietum acetabuli*, das *Physcietum adscendentis*, das *Parmelietum caperatae* sowie das *Lobarietum pulmonariae* ausgebildet.

Während die ersten beiden Assoziationen überwiegend in den landwirtschaftlich stärker beeinflussten Bereichen vorkommen, bevorzugt das *Parmelietum caperatae*, welches weniger nitrophytisch ist und nur eine geringe Toleranz gegenüber Luftverunreinigungen aufweist (WIRTH 1980), Standorte an offenen, lichtreichen Waldlichtungen, wo es vor allem an *Acer pseudoplatanus* wächst.

Das *Lobarietum pulmonariae* konnte ebenfalls in optimaler Ausbildung mit 100% Deckung und einem hohen Anteil der namengebenden Art gefunden werden, wobei lokalklimatisch für sie günstige, weil luftfeuchte Standorte (z. B. kleinere, seitliche Taleinschnitte) als Lebensraum gewählt werden. Diese Gesellschaft reagiert schon bei geringer Belastung der Luft mit sauren Verunreinigungen, wobei vor allem bei *Lobaria* starke nekrotische Thallusverfärbungen einsetzen und sich die Artzusammensetzung sowohl quantitativ als auch qualitativ ändert.

Das *Thelotremetum lepadini* kommt hier meist nicht in der typischen Zusammensetzung vor, in welcher die namengebende Art vertreten ist, sondern nur in der verarmten Form, die durch die Dominanz von *Cetrelia cetrarioides* und *Menegazzia terebrata* gekennzeichnet ist (vergleiche auch KUPFER-WESELY & TÜRK 1987). Besonders im Großbereich von St. Johann weisen die letzten drei Gesellschaften lokal bis in eine Höhe über 1000 m NN eine mehr oder weniger starke Beeinflussung auf, die sich vor allem an den Schadbildern der empfindlichen Blattflechtenarten ausprägt.

### 3.15 WZI-Punkte im Bereich der BFI Ried:

Zone: 1

1101: 1	1102: 1	1103: 1	1104: 1
1105: 1	1106: 1	1107: 1	1108: 1
1109: 1	1110: 1	1111: 1	1112: 1
1113: 1	1114: 1	1115: 1	

Die WZI-Punkte dieser BFI liegen im weiteren Bereich des Oberinntales, also an den Abhängen der Ötztaler Alpen und der Samnaun-Gruppe. Das Oberinntal trägt den Charakter eines inneralpinen Trockentales, weshalb ozeanische Flechten auch bei extrem günstigem Substratangebot fehlen. So findet sich z. B. in der Umgebung der Wallfahrtskirche Kaltenbrunn (1105) nur ein *Parmelietum acetabuli* auf den uralten Bergahornen ein, während z. B. im Nordstau der Kalkalpen vergleichbare Ahornbäume stets mit Vertretern des *Lobarietum pulmonariae* bedeckt sind. Außer in unmittelbarer Siedlungsnähe sind sämtliche Großflechten völlig ungeschädigt und die Flechtenvereine in bezug auf ihre soziologische Struktur optimal entwickelt. Im Bereich des montanen und subalpinen Fichtenwaldes, in dem der überwiegende Teil der WZI-Punkte situiert ist, sind sowohl die Stämme als auch die Seitenäste deckend von Vereinen des *Pseudevernetium furfuraceae*, *Evernetium divaricatae* und *Usneetum filipendulae* bedeckt. Der gute Deckungsgrad, die unbeeinflusste soziologische Zusammensetzung und die oftmals bemerkenswerte Länge der Bartflechten (bis 30 cm bei *Usnea spec.*) indizieren diesen Bereich aus der Sicht der Flechten als ein unbeeinflusstes Reinluftgebiet.

In den Siedlungsbereichen von Prutz, Serfaus, Ried, Pfunds, Nauders und in unmittelbarer Umgebung der Reschen-Scheideck-Bundesstraße sind neutrophytische bis nitrophile Flechtenvereine (*Parmelietum acetabuli*, *Physcietum adscendentis*) entwickelt, die auf eine leichte Beeinflussung durch Staub und erhöhtes Stickstoffangebot (durch Landwirtschaft und Verkehr) hinweisen. Schadbilder treten jedoch auch hier nur in sehr untergeordnetem Maße (im äußersten Falle Zone 2) auf. Anzeichen für einen Ferneintrag sind hier nirgends festzustellen.

### 3.16 WZI-Punkte im Bereich der BFI Landeck:

Zonen: 1—2

602: 1	603: 1	604: 1	605: 1
606: 1	607: 1	608: 1	609: 2
610: 1	611: 1	612: 1	

Die Punkte der BFI Landeck liegen in der weiteren Umgebung des Stanzer und des Paznauntales in der montanen bis subalpinen Stufe. Die vorherrschenden Fichtenwälder und die stellenweise vorhandenen Lärchen-Zirbenwälder lassen nur das Auftreten der acidophytischen Flechtenvereine *Pseudevernetium furfuraceae*, *Parmeliopsisidatum ambiguae*, *Evernetium divaricatae* und *Usneetum filipendulae* zu.

Die Flechtenvegetation der WZI-Punkte ist mit Ausnahme an einem Punkt (609) ungeschädigt und im Hinblick auf Thallusentwicklung und soziologische Zusammensetzung optimal entwickelt. Der Punkt 609 befindet sich im Paznauntal in unmittelbarer Umgebung des Ortes Lochau. Teilweise zeigt die empfindliche *Pseudevenia furfuracea* Ausbleichungen an den Lobenenden; auch die überdurchschnittliche Dominanz der relativ resistenten *Hypogymnia physodes* auf der Borke von Fichten deutet hier auf eine negative Beeinflussung durch saure Luftschadstoffe hin. Es handelt sich hier um einen lokal begrenzten Effekt in der unmittelbaren Talniederung, der schon 100 Meter über Talniveau nicht mehr nachzuweisen ist. Ähnliche lokale Beeinträchtigungen der acidophytischen Flechtenvereine sind auch in der Umgebung anderer größerer Siedlungsbereiche, wie z. B. von Ischgl und Pettneu, feststellbar.

Ein völlig anderes Bild zeigt sich im dicht verbauten Bereich von Landeck, wo im Zentrum lokal sogar die Flechtenzone 5 (Flechtenwüste) erreicht wird. Hier überleben nur mehr kleine Exemplare von *Phaeophyscia orbicularis* und lepröse Krusten. Bis etwa 150 Meter über Talniveau werden die Flechtenzonen 4—2 durchschritten. Ab ungefähr 300 Meter über Talniveau ist die Flechtenzone 1 ausgebildet.

### 3.17 WZI-Punkte im Bereich der BFI Matrei in Osttirol:

Zone 1:

801: 1	802: 1	803: 1	804: 1
805: 1	806: 1	807: 1	808: 1
809: 1	810: 1	811: 1	812: 1
813: 1	814: 1	815: 1	

Infolge der Abschirmung durch die Hohen Tauern (Venedigergruppe und Glocknergruppe) gegenüber Nord- und Nordwestströmungen und dem weitgehenden Fehlen größerer Lokalemittenden sind an den WZI-Punkten keinerlei Anzeichen von Schädigungen an baumbewohnenden Flechten festzustellen.

Die meisten WZI-Punkte liegen in Fichtenwäldern bzw. in lichten Lärchenbeständen in der hochmontanen bis subalpinen Höhenstufe. Vielerorts sind alte Individuen von Lärchen vorhanden, die ein geradezu ideales Substrat für anspruchsvolle acidophytische Flechtenvereine bilden. Gerade in den lichten Lärchenbestockungen sind die »Baumbärte« derartig gut entwickelt, daß sie hier auch einem nicht mit Flechten vertrauten Laien ins Auge fallen. Der Entwicklungszustand der Bartflechten ist optimal, Schädigungsmerkmale sind an den WZI-Punkten nicht vorhanden. Obwohl das Virgental zu den inneralpinen Trockentälern gezählt wird, finden sich an den N-exponierten Hängen ozeanische Arten wie z. B. *Sticta sylvatica* ein. Allerdings wachsen diese Flechten hier nicht epiphytisch sondern zwischen Moosen an feuchten Felsflächen.

### 3.18 WZI-Punkte im Bereich der BFI Sillian:

Zone 1:

1401: 1	1402: 1	1403: 1	1404: 1
1405: 1	1406: 1	1407: 1	1408: 1
1409: 1	1410: 1	1411: 1	

Die WZI-Punkte der BFI Sillian liegen an den Südabhängen des Defereggengebirges, an der Westdachung der Lienzer Dolomiten und an den N-exponierten Hängen der Karnischen Alpen. Die Flechten weisen an allen WZI-Punkten keinerlei Schädigungsmerkmale auf, auch die soziologische Zusammensetzung entspricht den vom Klima her zu erwartenden Ausbildungen. Sowohl von der Nord- als auch von der Südseite sind anhand der Flechten keine Ferneinträge festzustellen. Auch in den Talniederungen sind mit Ausnahme der unmittelbaren Siedlungsbereiche keine Beeinträchtigungen an den Flechten und deren Vergesellschaftung zu diagnostizieren.

### 3.19 WZI-Punkte im Bereich der BFI Lienz:

Zonen: 1—2

801: 1	802: 1	803: 1	804: 1
802: 2	806: 1	807: 1	808: 1
809: 1	810: 2	811: 1	812: 1
813: 1	814: 2	815: 1	

Während der Großteil der Flechten an den WZI-Punkten der BFI Lienz — wie im übrigen Osttirol auch — optimal entwickelt ist, zeigt der Flechtenbewuchs im Lienzer Becken sowie im Drautal an der Grenze zu Kärnten deutliche Schadbilder, die auf einen Eintrag von sauren Schadgasen hinweisen. Zudem ist in diesen Bereichen die soziologische Struktur acidophytischer Flechtenvereine verändert: Es dominiert auf der Borke von Fichte die relativ resistente *Hypogymnia physodes*, während *Pseudevernia furfuracea* deutlich zurücktritt und zudem ausgebleichte Lobenenden aufweist. Auf Laubbäumen sind hier vorwiegend neutrophytische bis nitrophile Flechtenvereine ausgebildet, diese zeigen allerdings keine ausgeprägten Schadbilder. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß die Wirkung von sauren Schadgasen zwar vorhanden ist, die Konzentration bzw. die Zeit der Einwirkung dieser jedoch nicht ausreicht, um schwere Schädigungen hervorzurufen.

### 4. Zusammenfassung:

Die Schadstufen der Flechtenvegetation nach qualitativen und quantitativen Merkmalen ergeben in Tirol einen deutlichen Nord-Süd-Gradienten. Neben dem lufthygienischen Hauptbelastungsbereich, dem Inntal, wo sämtliche Punkte in Tallagennähe mit Zone 3 und 4 bewertet werden, ist es großflächig vor allem der Nordalpenbereich, der durch verstärkten Schadstoffeintrag negativ beeinflusst wird. Allerdings muß man auch dort eine Unterscheidung treffen zwischen jenen Gebieten, die Stauzonen darstellen oder wo abgasbelastete Luftmassen bei Luftströmungen aus dem Norden auf Grund topographischer Gegebenheiten weiter eindringen können, und denjenigen, die durch ihre geschützte, mehr oder weniger abgeschlossene Lage (einige Quertäler der Nordalpen) eine weitgehend unbeeinflusste Flechtenvegetation aufweisen. Großräumige Immissionsereignisse, die im Zusammenhang mit Ferntransport von nördlichen Emittenten (CSFR, BRD, Polen, . . .) stehen, hatten in den Wintersaisonen 1984/85 und 1985/86 verheerende Auswirkungen auf die Makrolichenvegetation zur Folge. In den darauffolgenden Winterhalbjahren traten diese episodischen Schadstoffereignisse nicht mehr oder nur in untergeordnetem Ausmaß auf. In den letzten zwei Jahren waren daher deutliche Tendenzen in Richtung auf eine Verbesserung der Makrolichenvegetation zu beobachten.

Demgegenüber weist der Tiroler Zentralalpenanteil nur in den Tallagen Belastungen auf, die noch dazu meist gering sind und nur lokale Bedeutung haben. Vergleicht man Abb. 3b, so ist deutlich zu erkennen, daß im Nordalpenbereich teilweise noch bis über 1500 m NN Schadstoffeinwirkungen auftreten, während in den Zentralalpen die Höhenlagen über 1000 m NN fast ausschließlich der Zone 1 zugeordnet werden können. Während der Schadstoffeintrag aus dem Norden bzw. Nordwesten anhand der Flechtenvegetation deutlich zum Ausdruck kommt, konnten in vorliegender Untersuchung Fernimmissionen aus dem Süden nicht diagnostiziert werden.



Die in mehreren Bereichen Tirols festgestellten, relativ hohen Ozonkonzentrationen beeinträchtigen die Flechtenvegetation offensichtlich nicht. Während nämlich die Ozonkonzentrationen durchwegs mit zunehmender Höhenlage ansteigen, ist bei Flechten im allgemeinen ein völliges Fehlen von Schadbildern in höheren Lagen zu beobachten. Darüber hinaus sind auch in Gebieten, in denen die Ozonvorsorgewerte zum Schutz der Vegetation nachweislich oft und in hohem Maße überschritten werden (z. B. Höhenlagen um das zentrale Inntal — vgl. ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN 1988) die Flechten in Hinblick auf Thallusausbildung und soziologische Zusammensetzung der Flechtensynusien optimal entwickelt. Wenn man die 265 WZI-Punkte repräsentativ für den gesamten bewaldeten Bereich des Bundeslandes wertet, sind hinsichtlich der Flechtenvegetation rund 65% als ungeschädigt, 30% als mittel bis leicht geschädigt und 5% als schwerer geschädigt einzustufen.

### 5. Danksagung:

Unser verbindlichster Dank gilt dem Amt der Tiroler Landesregierung/Landesforstdirektion und dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (P 5764) für die finanzielle Unterstützung. Vorliegende Studie wurde als Auftragsarbeit für die Tiroler Landesforstdirektion durchgeführt und mit deren Erlaubnis zur Drucklegung vorgelegt.

Weiters sind wir Frau Mag. S. ROTH und Frau Mag. E. SCHERNTHANER-BLIEBERGER (beide Universität Salzburg) für ihre Hilfe bei Geländearbeiten zu Dank verpflichtet.

### 6. Literatur:

- BESCHEL, R. (1958): Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum. — Ber. Naturwiss.-Med. Ver. Innsbruck 52: 1-158
- DE SLOOVER, J. & LE BLANC, F. (1968): Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity. — Proc. Symp. Recent Adv. Trop. Ecol. 1968: 42-56
- GOLDBERGER, Ch. & TÜRK, R. (1982): Kartierung epiphytischer Flechten im Raum Sölland (Tirol, Österreich) in Beziehung zur Luftgüte. — Ber. Naturwiss.-Med. Ver. Innsbruck 69: 7-18
- HOFMANN, P. (1989): Kartierung des epiphytischen Flechtenbewuchses im Raum von Hall in Tirol (Österreich) und Umgebung unter immissionsökologischen Gesichtspunkten. — Ber. Naturwiss.-Med. Ver. Innsbruck 76: 25-50
- KUPFER-WESELY, E. & TÜRK, R. (1987): Epiphytische Flechtengesellschaften im Traunviertel (Oberösterreich). — Stapfia 15: 1-138
- ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (1988): Stickstoffoxide in der Atmosphäre, Luftqualitätskriterien NO<sub>2</sub>. — Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie: 1-359
- TÜRK, R. & WITTMANN, H. (1984): Atlas der aktuellen Verbreitung von Flechten in Oberösterreich. — Stapfia 11: 1-98
- TÜRK, R. & ZIEGELBERGER, G. (1982): Die Luftqualität im Stadtgebiet von Salzburg — dargestellt anhand der Verbreitung epiphytischer Flechten. — In: Luftgüteuntersuchungen mit Bioindikatoren im Lande Salzburg. Amt der Salzbg. Landesreg. Schriftenr. Luftgüteuntersuchung 7: 78-141

- WIRTH, V. (1972): Die Silikatflechtengemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa. — Dissertationes Botanicae 17: 1-304
- WIRTH, V. (1980): Flechtenflora: Ökologische Kennzeichnung und Bestimmung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. — Ulmer, Stuttgart, 552 pp.
- WITTMANN, H. & TÜRK, R. (1988): Immissionsbedingte Flechtenzonen im Bundesland Salzburg (Österreich) und ihre Beziehungen zum Problemkreis »Waldsterben«. — Ber. ANL 12, 247-258
- WITTMANN, H., TÜRK, R., SCHERNTHANER-BLIEBERGER, E. & KUPFERWESELY, E. (1989): Immissionsökologische Studie über die epiphytische Flechtenvegetation in den geschädigten Wäldern Vorarlbergs (Österreich). — Lebensraum Vorarlberg, Grundlagenarbeiten zu Natur und Umwelt, Band 3, Waldforschung in Vorarlberg: 47-96

**Anschrift der Verfasser:**

Mag. Paul Hofmann  
Unterer Stadtplatz 8a  
A-6060 Hall in Tirol

Dr. Helmut Wittmann  
Institut für Ökologie — Landesumweltschutz  
Arenbergstraße 10  
A-5020 Salzburg

Univ.-Prof. Dr. Roman Türk  
Institut für Pflanzenphysiologie  
Universität Salzburg  
Hellbrunner Straße 34  
A-5020 Salzburg

**Tabellenanhang**

Flechtensoziologische Aufnahmen aus den einzelnen Bezirksforstinspektionen



















## Einige Aufnahmen von BFI Imst:

Zone	2	1	2	1	1/2	1
Baumart	Pa	Lx	Fx	Ap	Pa	Lx
Stammdurchmesser (cm)	30	60	35	50	30	70
Gesamtdeckung (%)	40	80	70	80	50	100
Seehöhe x 10 (msm)	110	180	94	108	112	158
Exposition	SW	W	SE	SW	NW	N
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	2b	2b			1	r
<i>Hypogymnia physodes</i>	2b		r		3	1
<i>Phlyctis argena</i>	2a			+	2b	
<i>Lecanora pulicaris</i>	+					
<i>Cetraria pinastri</i>	+	+				+
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	+					
<i>Usnea hirta</i>	r					
<i>Usnea filipendula</i>		3				2b
<i>Bryoria fuscescens</i>		1				2b
<i>Cetraria chlorophylla</i>		+				
<i>Hypocomyce scalaris</i>		2a				+
<i>Ramalina pollinaria</i>		r				
<i>Buellia schaeereri</i>		+				
<i>Xanthoria parietina</i>			2b			
<i>Parmelia sulcata</i>			2b	2a		
<i>Candelariella xanthostigma</i>			2a	+		
<i>Lecanora chlarotera</i>			1	+		
<i>Physconia distorta</i>			3			
<i>Physcia adscendens</i>			1	+		
<i>Physcia tenella</i>			r			
Moose			+	1		
<i>Xanthoria fallax</i>			1			
<i>Parmelia tiliacea</i>			1			
<i>Parmelia caperata</i>					3	
<i>Parmelia subrudecta</i>					2b	
<i>Lecidella euphorea</i>					+	
Algenkruste					2a	
<i>Usnea subfloridana</i>						3

## Einige Aufnahmen von BFI Innsbruck:

Zone	2	3	3/4
Baumart	F	F	Pa
Stammdurchmesser (cm)	30	50	40
Gesamtdeckung (%)	100	60	30
Seehöhe x 10 (msm)	90	97	100
Exposition	N	S	NW
<i>Phlyctis argena</i>	4	2a	2a
<i>Parmelia fuliginosa</i>	1	2a	
<i>Lecanora argentata</i>	1		
Moose	2b	1	r
Algenkruste	+		2b
<i>Lepraria incana</i>	2a		+
<i>Parmelia caperata</i>		2b	
<i>Pertusaria albescens</i>		2a	
<i>Parmelia sulcata</i>		2a	









## Einige Aufnahmen von BFI Landeck:

Zone	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baumart	Pa	Ai	Pa	Lx	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa
Stammdurchmesser (cm)	40	20	30	50	30	30	35	30	30
Gesamtdeckung (%)	85	60	80	70	80	100	80	75	60
Seehöhe x 10 (msm)	145	145	150	190	155	150	184	184	156
Exposition	NW	S	W	NW	W	E	SW	SW	W
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	3		5	1	5	3	4	3	3
<i>Usnea filipendula</i>	2		1	2	1	+	1	2	+
<i>Hypogymnia physodes</i>	2	1	1	+	1	1	+	1	3
<i>Cetraria pinastri</i>	+								
<i>Bryoria fuscescens</i>	+		+	3	+	3		+	
<i>Hypogym. farinacea</i>	+								
<i>Evernia prunastri</i>		3	+						
<i>Parmelia sulcata</i>		2							
<i>Lecanora chlarotera</i>		+							
<i>Lecanora carpinea</i>		1							
<i>Ramalina farinacea</i>		+							
<i>Cetraria laureri</i>			+	1					
<i>Cetraria chlorophylla</i>		+	+		+				
<i>Hypogymnia bitteri</i>				+		+			
<i>Imshaugia aleurites</i>			+						
<i>Bryoria nadvornikiana</i>					+		+		
<i>Evernia divaricata</i>						1			+
<i>Parmeliopsis ambigua</i>							+		

## Einige Aufnahmen von BFI Lienz:

Zone	1	1	2	2	1	1	1
Baumart	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa
Stammdurchmesser (cm)	30	40	35	30	40	40	35
Gesamtdeckung (%)	75	60	40	50	70	80	75
Seehöhe x 10 (msm)	142	130	92	78	132	130	162
Exposition	W	W	S	SW	SW	W	W
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	3	1	+	+	3	3	1
<i>Hypogymnia physodes</i>	2	1	3	3	1	1	1
<i>Usnea filipendula</i>	1	2		+	3	2	3
<i>Cetraria pinastri</i>	+	+					+
<i>Bryoria capillaris</i>	+				1	+	+
<i>Bryoria fuscescens</i>	+	2		+	1	1	2
<i>Bryoria nadvornikiana</i>	+			+	+		
<i>Hypogym. farinacea</i>	+	1			+		+
<i>Evernia prunastri</i>			+		+	+	
<i>Cetraria laureri</i>	+				+		
<i>Cetraria chlorophylla</i>			+	+	+	+	
<i>Hypogymnia bitteri</i>	+				+		+
<i>Lecanora chlarotera</i>		+					
<i>Lecanora carpinea</i>		+		+		+	
<i>Ramalina farinacea</i>		+					
<i>Evenia divaricata</i>	+					+	
<i>Imshaugia aleurites</i>		1				+	



**Einige Aufnahmen von BFI Sillian:**

Zone	1	1	1	1	1	1	1
Baumart	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Lx
Stammdurchmesser (cm)	30	40	25	30	35	40	45
Gesamtdeckung (%)	50	70	50	80	90	80	90
Seehöhe x 10 (msm)	108	148	106	160	165	170	170
Exposition	W	NW	W	NW	NW	W	NW
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	2	2	2	1	1	2	3
<i>Hypogymnia physodes</i>	2	2	2	1	1	1	1
<i>Usnea filipendula</i>	1	3	+	3	4	2	2
<i>Bryoria nadvornikiana</i>			+	+	1	1	
<i>Hypogymnia bitteri</i>				+	+		1
<i>Hypogym. farinacea</i>		1		+	+		1
<i>Bryoria fuscescens</i>	+	1	+	2	1	1	2
<i>Evernia prunastri</i>	+	+	+		+	+	
<i>Cetraria pinastri</i>	+	+	+				+
<i>Bryoria capillaris</i>			+			1	
<i>Cetraria laureri</i>				+	+		+
<i>Cetraria chlorophylla</i>			+	+	+	+	
<i>Lecanora chlorotera</i>	+	+					
<i>Evernia divaricata</i>		+		+		+	1
<i>Imshaugia aleurites</i>		1					
<i>Lecanora carpinea</i>		+		+		+	
<i>Calicium viride</i>		+					
<i>Hypocenyomyce scalaris</i>	+						
<i>Loxospora elatina</i>			+		+		
<i>Parmelia saxatilis</i>				+			
<i>Platismatia glauca</i>		+					
<i>Hypogymnia bitteri</i>						+	
<i>Letharia vulpina</i>							1

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [71](#)

Autor(en)/Author(s): Hofmann Paul, Wittmann Helmut, Türk Roman

Artikel/Article: [Immissionsbezogene Flechtenkartierung in Tirol \(Austria\) unter besonderer Berücksichtigung der Waldzustandsinventur \(WZI\)-Punkte. 83-115](#)