© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

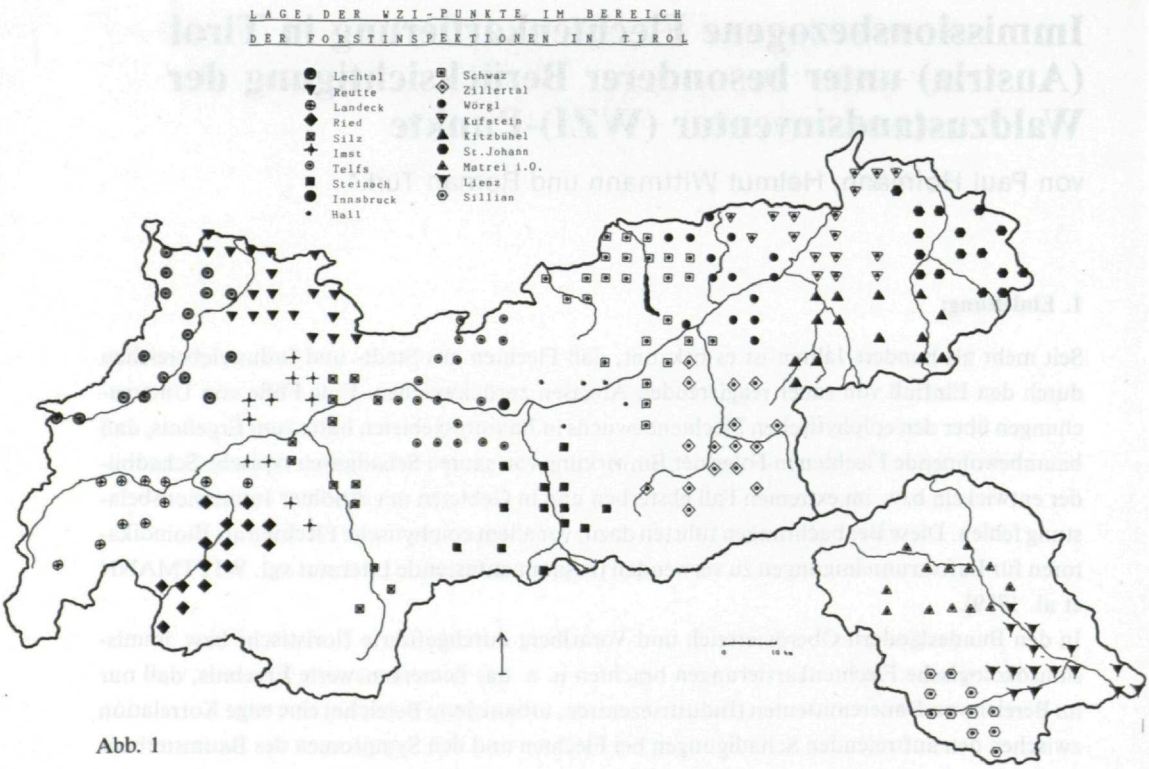

Abb. 1

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 Talniveau 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

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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 toxitolerant, 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-

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

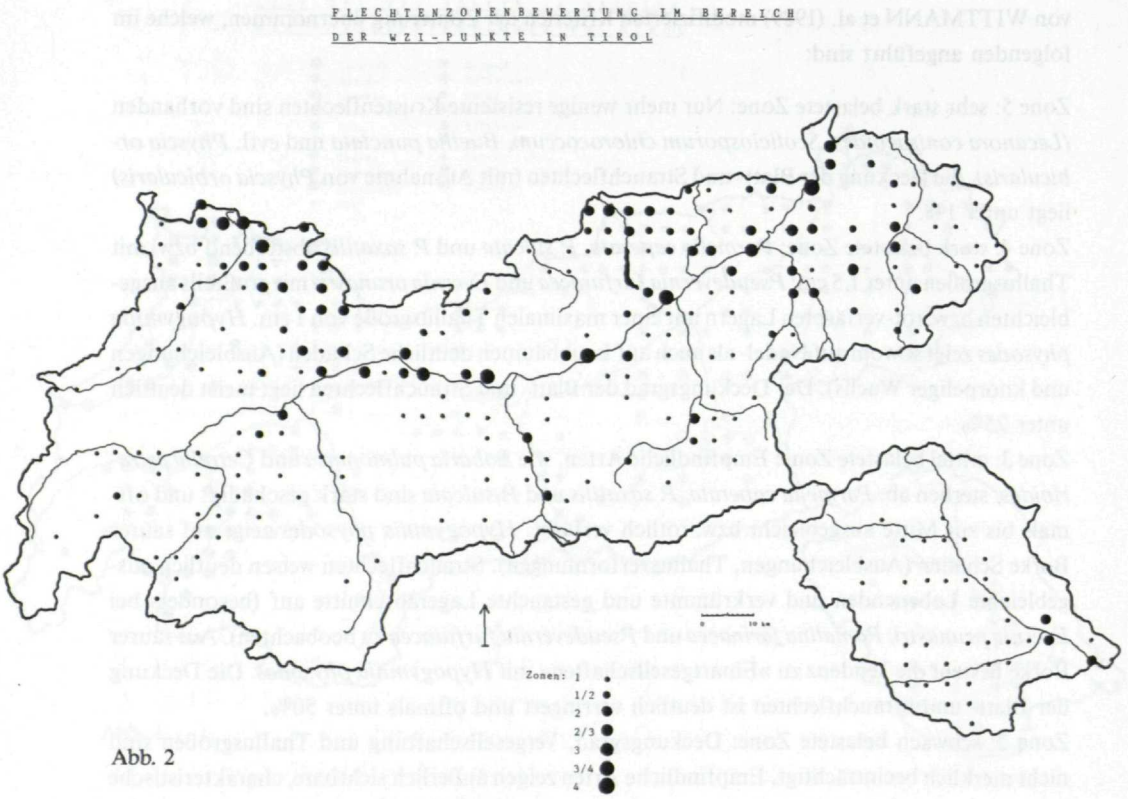

Abb. 2

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

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

sind keine wesentlichen Schädigungen feststellbar. Das *Parmelietum acetabuli* und das *Physcietum 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-

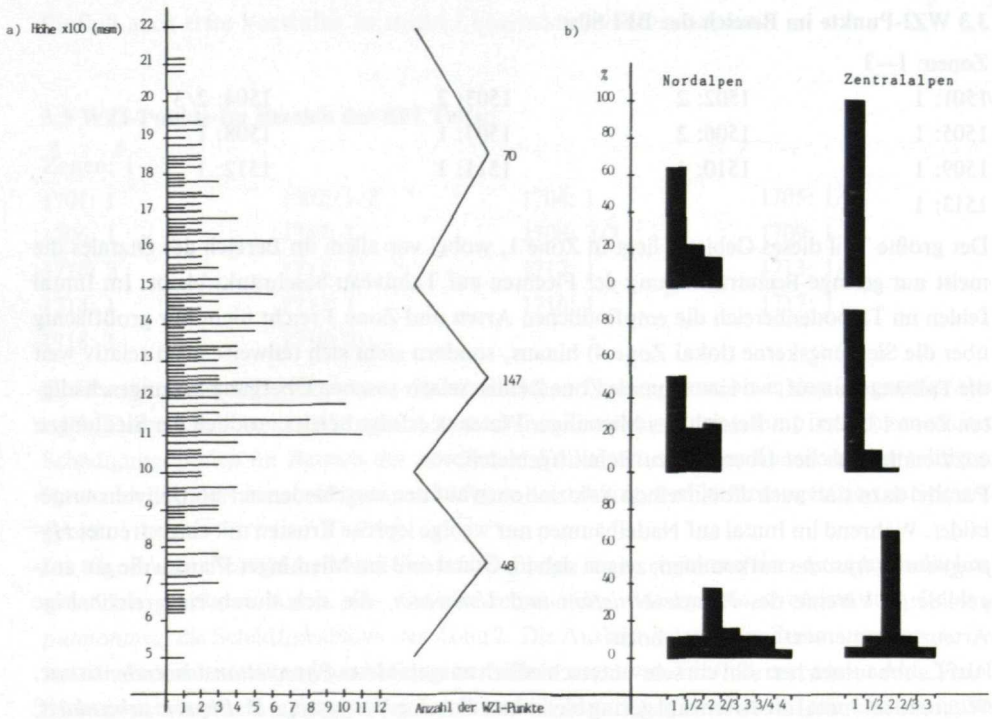

Abb. 3
a) Anzahl der WZI-Punkte in unterschiedlichen Höhenlagen
b) Vergleich der prozentuellen Verhältnisse der einzelnen Flechtenzonen in unterschiedlichen Höhenbereichen (1000 msm, 1000—1500 msm, 1500 msm) im Nordalpen- und Zentralalpenbereich.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

ges *Pseudevernietum 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 *Pseudevernietum* 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 *Pseudevernietum* 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.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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 Staubbelastung im Gebiet von Nassereith und entlang der Durchzugsstraße Fernpaß-Inntal begünstigt die nitrophytischen Gesellschaften des *Xanthorion parientinae* 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 Ötztaler Alpen bessere Verhältnisse als in den nördlichen Abschnitten des Bezirkes.

Die vorherrschenden Assoziationen auf Nadelbäumen sind das *Pseudevernietum 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 *Evernietum divaricatae.* Auf Laubbäumen ist neben dem *Physcietum adscendentis* und dem *Parmelietum acetabuli* (namengebende Art fehlt) zum Teil noch das *Parmelietum caperatae* vertreten. In einigen Seitentälern bilden sich durch den lokalklimatischen Einfluß auch erste Vorstufen zu einem *Lobarietum 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 *Pseudevernietum 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-

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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 toxitolerante Blattflechten (z. B. *Physcia orbicularis)* geprägt wird.
Überaus reich präsentiert sich im Vergleich dazu die Flechtenflora des Sellrain. Neben bestens entwickelten *Pseudevernieten furfuraceae, Letharieten vulpinae* und *Parmeliopsideten ambiguae* zeigen hier in der montanen und vor allem hochmontanen Stufe Massenbestände der ungeschädigten Bartflechtenvereine des *Usneetum* und *Evernietum 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 *Pseudevernietum* 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

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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 *Pseudevernietum 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 *Pseudevernietum),* 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 toxitoleranten 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 *Pleurococcetum 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 Schwaz:

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			

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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 *Pseudevernietum furfuraceae* und auf Laubbäumen das *Lobarietum pulmonariae,* das *Thelotremetum 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-

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

ter Bewuchs von *Pseudevernietum 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 Brandenbergtales 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*

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

pulmonariae ausgebildet. Die Nadelbäume dienen einem *Pseudevernietum 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, Thelotremetum 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

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Die häufigste Assoziation auf Nadelbäumen stellt die nitrophobe Gesellschaft des *Pseudevernietum furfuraceae* dar, die an den meisten Aufnahmepunkten in Zusammensetzung und Vitalität fast optimal ausgebildet ist und teilweise sehr hohe Deckungswerte erreicht. Auch das *Parmeliopsidetum 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 Staubbelastung 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 *Pseudevernietum* soweit, daß oft nur *Hypogymnia physodes* und verschiedene Krustenflechten übrig bleiben.
Auf Laubbäumen sind von den Blattflechtengesellschaften im gesamten Bereich das *Parmelietum acetabuli,* das *Physcietum adscendetis,* 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	

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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 innralpinen 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 *Pseudevernietum furfuraceae, Evernietum 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 *Pseudevernietum furfuraceae, Parmeliopsidetum ambiguae, Evernietum 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.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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 Lokalemittenten 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.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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 Makrolichenenvegetation 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 Makrolichenenvegetation 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.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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 Lichenen 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_2. — 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 Salzb. Landesreg. Schriftenr. Luftgüteuntersuchung 7: 78-141

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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 — Landesumweltanwaltschaft
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

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Schwaz:

Zone	1	1	2	2	2	2/3	2	3	4	1	2	2	2/3	1
Baumart	F	Ap	F	Ap	Fx	Fx	F	Qr	Qr	Lx	A	Ap	Pa	Ap
Stammdurchmesser (cm)	50	35	40	35	20	50	70	60	60	40	20	40	35	25
Gesamtdeckung (%)	100	100	80	40	80	40	90	40	40	100	80	90	25	70
Seehöhe x 10 (msm)	113	112	75	80	70	90	89	70	71	130	75	115	77	110
Exposition	NW	S	NE	SW	S	S	N	E	W	SE	NW	NW	N	SW
Menegazzia terebrata	2b		2a									+		1
Cetrelia cetrarioides	3	3	2b				3					4		r
Parmelia saxatilis	2a		2a											
Hypogymnia physodes	2a				2b					2a			2a	
Pseudevernia furfuracea	+									+				
Lecidella elaeochroma	1											+		
Pertusaria albescens	+		2a				1				1			
Pertusaria waghornei	1													
Lecanora argentata	1											+		
Lobaria pulmonaria		3		2a										
Heterodermia speciosa		1										1		
Parmeliella triptophylla		+												
Moose		2a	2b	2b			3		+		2a	2a		2b
Collema flaccidum		1												
Sticta sylvatica		+												
Peltigera collina		1		+										
Gyalecta ulmi		+												
Gyalecta truncigena		+												
Lepraria incana			1				2a	+	2a		1			
Grünalgen			2a											
Graphis scripta			2a	1								1		2a
Arthonia radiata			2a									+		+
Phlyctis argena				1				+	1				2a	
Nephroma resupinatum				+										
Parmelia sulcata					3	1		2a			2b	r	+	
Parmelia exasperatula					1									
Hypogymnia tubulosa					+									
Xanthoria parietina					1			r						
Physcia adscendens					2a						+			
Physcia tenella					1						+			
Lecanora chlarotera					1			+			1			
Candelariella xanthostigma					+			+			2b			
Candelaria concolor						1								
Physcia orbicularis						2b								
Physconia distorta						2a								
Xanthoria fallax						2a								
Parmelia subrudecta							2a				2a			
Parmelia fuliginosa								1			2a			
Buellia punctata								1	1		1			
Algenkruste								2b	3					
Usnea filipendula										4				
Cetraria pinastri										1				
Parmeliopsis ambigua										2a				
Bryoria fuscescens										+				
Cladonia cenotea										+				
Evernia prunastri										r	2a			
Hypocenomyce scalaris										+				
Platismatia glauca													1	
Pertusaria amara													+	
Thelotrema lepadinum														3

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Zillertal:

Zone	2	2	1	1	1	2	1	1/2	1	1	1	1	1
Baumart	Ap	T	Qr	Aa	Pa	Pa	Fx	Ap	Fx	Lx	Lx	Lx	Pa
Stammdurchmesser (cm)	15	70	20	60	60	45	30	50	50	55	30	50	40
Gesamtdeckung (%)	80	90	90	80	60	80	70	80	80	70	70	100	60
Seehöhe x 10 (msm)	100	74	78	115	115	93	108	95	83	158	159	168	146
Exposition	E	E	NW	S	SW	W	SE	S	SE	W	NW	S	N
Cetrelia cetrarioides	2b												
Evernia prunastri	2a		2a			+		+					
Parmelia sulcata	2b	1	3				2b	1	1				
Parmelia fuliginosa	2b	2a	2b					2b	+				
Phlyctis argena	2a	3		+		1		2b					1
Moose	1	2a							1				r
Algenkruste	1				1				1				
Pertusaria albescens		2b			+								
Caloplaca holocarpa		2a											
Caloplaca cerina		1	1										
Lepraria incana		1		+			+		+				
Candelariella xanthostigma		+					1		2b				
Lecanora chlarotera		1						2a	1				
Lecanora argentata			2b										
Physcia adscendens			2a				2a		2a				
Candelelariella reflexa			+										
Chrysothrix candelaris				1									
Bryoria fuscenscens				1						1	+	2a	
Usnea subfloridana				2a									
Usnea filipendula				4	2a					2b	2a	2b	2a
Hypogymnia physodes				1	2a	4	r	1		1	2a	3	3
Cetraria pinastri				+							1	+	
Chaenotheca trichialis				+									
Pseudevernia furfuracea					3	r				3	3		2b
Hypogymnia tubulosa					+								
Opegrapha rufescens					+								
Parmeliopsis ambigua						+						1	
Parmelia tiliacea							2a	2b	3				
Xanthoria parietina							2b		1				
Parmelia subargentifera							1		+				
Physcia stellaris							1						
Physconia distorta							2b		2a				
Physcia tenella							+						
Letharia vulpina										2a	r		
Cladonia digitata										1			
Hypocenomyce scalaris										1			
Hypogymnia bitteri										r			
Buellia schaereri										+			+
Parmelia saxatilis											2a	1	
Evernia divaricata											1		1
Lecanora varia											+		
Buellia punctata											+		
Chaenotheca chrysocephala											+		
Cetraria laureri												2a	
Bryoria capillaris												r	
Hypogymnia farinacea												2a	
Lecanora coilocarpa													+
Cladonia coniocraea													+

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Hall in Tirol:

Zone	2	2	2	2	2	2	2	3/4	1/2	1	1	1
Baumart	Ap	Ap	Ap	Ap	Lx	Aa	Fx	Lx	Sb	Lx	Lx	Lx
Stammdurchmesser (cm)	50	30	70	60	20	60	15	50	20	30	60	50
Gesamtdeckung (%)	90	80	80	90	60	80	90	30	80	80	70	100
Seehöhe x 10 (msm)	90	90	90	91	85	87	85	65	95	98	104	107
Exposition	N	S	S	SW	E	N	N	SE	SW	W	W	S
Cetrelia cetrarioides	2a											
Candelariella xanthostigma	2a		1									
Parmelia sulcata	3	2b	1	4		+	4		+	1		
Parmelia subrudecta	1											
Parmelia caperata	2a			1								
Phlyctis argena	2a			+		2b	2a					
Lecanora argentata	+											
Pertusaria albescens	1	2b		+								
Evernia prunastri	+		1	2a			+			+		
Parmelia fuliginosa	2a	2a	2a	1								
Moose	2b	2a	1	+					1		1	
Parmelia tiliacea		2b										
Physconia distorta		2a	4									
Physcia tenella			+	+								
Physconia perisidiosa			1									
Hypogymnia physodes				1	3	2b		1		2b	3	2a
Lecidella elaeochroma				2a								
Parmelia saxatilis				1		+						
Cetraria pinastri					2a	+					r	
Usnea hirta					+							
Parmeliopsis ambigua					1	+					1	+
Hypogymnia tubulosa					+					1		
Cladonia digitata					1						2a	+
Menegazzia terebrata						2b						
Parmeliopsis hyperopta						+						
Lecanora chlarotera							1					
Buellia disciformis							+					
Hypocenomyce scalaris								2b			+	1
Lepraria incana								1				
Xanthoria parietina									2b			
Physcia orbicularis									2a			
Physcia stellaris									2a			
Physcia adscendens									1			
Caloplaca cerina									1			
Lenania cyrtella									1			
Caloplaca cerinella									1			
Algen									2b			
Usnea filipendula										4	1	4
Bryoria fuscescens										1	+	1
Chrysothrix candelaris											+	
Imshaugia aleurites											+	
Pseudevernia furfuracea											1	
Usnea subfloridana											+	2b
Cetraria laureri												1

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Kufstein:

Zone	2	2	1	1	2	3/4	2	1/2	1
Baumart	F	F	Aa	A	Pa	Ap	Fx	Fx	Pa
Stammdurchmesser (cm)	60	30	30	25	60	65	40	35	70
Gesamtdeckung (%)	90	90	100	80	70	30	60	50	70
Seehöhe x 10 (msm)	94	98	110	112	135	55	64	74	138
Exposition	N	W	NW	N	SE	NW	N	S	N
Menegazzia terebrata	3	2a	3	+					
Parmelia saxatilis	2b								
Pertusaria albescens	1								
Hypogymnia tubulosa	+								
Parmelia sulcata	1	2b				1	1		
Graphis scripta	1								
Lecanora argentata	2b	2a		2a					
Algenkruste	3				1	+			
Caloplaca herbidella	1								
Lecanora elaechroma	+								
Buellia disciformis	+								
Cetrelia cetrarioides	+	2a	1	3					
Parmelia glabratula		2a							
Parmelia saxatilis		1							
Pertusaria albescens		1		+					
Moose		3	1	2a		2b	+	2a	r
Arthonia leucopellaea			3						
Haematomma ochroleuca			+						
Pertusaria amara			+						
Peltigera collina				+					
Evernia prunastri				2a					
Hypogymnia physodes				2b	3	+			2a
Phlyctis argena				1	2a				
Lepraria incana				+				+	
Nephroma resupinatum				1					
Pseudevernia furfuracea					2b				4
Usnea filipendula					1				1
Cetraria pinastri					+				
Cladonia digitata					+				
Buellia punctata						2a			+
Xanthoria parietina							2a		
Parmelia tiliacea							3		
Physcia adscendens							+	1	
Physconia distorta							2b	r	
Parmelia glabra							1		
Candelariella xanthostigma							2b	1	
Lecanora chlarotera							1		
Candelaria concolor								3	

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI St. Johann:

Zone	1/2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2
Baumart	Ap	Ap	Lx	A	Fx	F	Lx	F	Pa	Aa	Pa
Stammdurchmesser (cm)	35	30	40	20	35	25	45	40	60	50	45
Gesamtdeckung (%)	90	70	80	100	100	80	60	80	40	70	60
Seehöhe x 10 (msm)	73	72	90	71	79	128	93	141	108	112	101
Exposition	S	SW	SW	W	NW	SW	N	W	N	NE	SE
Parmelia sulcata	3							3		2b	
Parmelia glabratula	+							2a			
Hypogymnia physodes	2a		3				1		2b		
Parmeliopsis ambigua	+		2a				2a	1			
Evernia prunastri	1						2b	+	r		
Parmelia caperata	2a										
Phlyctis argena	2b										+
Pertusaria amara	+										
Lecanora carpinea	1			+							
Lecanora argentata	1					2b		2b			
Moose	1	2a			2b	1		+		2b	
Lobaria pulmonaria		4									
Parmeliella triptophylla		1									
Ramalina farinacea		+								1	
Peltigera collina		r									
Cetrelia cetrarioides		1		2b						2a	
Imshaugia aleurites			+								
Pseudevernia furfuracea			2b						2b		
Usnea filipendula			1				2a		1		
Cetraria pinastri			+								
Graphis scripta				4		1					
Arthonia radiata				1							
Lecanora chlarotera				2b						+	
Lepraria incana				1					+	+	
Lecanora chloropolia				+							
Xanthoria parietina					2b						3
Parmelia tiliacea					3						
Physconia distorta					2a						
Physconia perisidiosa					2a						
Physcia adscendens					1						2b
Physcia stellaris					+						
Physcia tenella					1						1
Candelariella xanthostigma					2a						1
Xanthoria fallax					1						
Pertusaria amara						3					
Pertusaria albescens						2b				1	
Lecanora allophana						+					
Chaenotheca ferruginea							2a				
Buellia schaereri							1				
Cladonia digitata							2a				
Lecidella euphorea								2a			
Caloplaca herbidella								2a			
Platismatia glauca								1	+		
Lecanora circumborealis									+		
Buellia punctata											+
Haematomma ochroleucum										2a	
Menegazzia terebrata										2b	

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Kitzbühel:

Zone	2	2/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2
Baumart	Ap	Aa	B	Lx	Pa	Fx	Pa	T	Ap	Ap	Pa	Aa	Ap	Lx	Ap
Stammdurchmesser (cm)	15	60	35	60	70	40	40	70	35	65	40	30	60	35	50
Gesamtdeckung (%)	70	50	50	70	60	80	100	90	90	80	50	50	70	70	50
Seehöhe x 10 (msm)	83	88	105	159	157	105	120	81	106	99	110	82	82	150	133
Exposition	NW	E	NW	N	N	NW	N	W	E	W	W	SW	E	W	N
Platismatia glauca	2a	1	1								+	+	+	1	
Hypogymnia physodes	3	1	2b	3	3		2a	2a			2a	2a	2a	2b	2a
Parmelia sulcata	2a		2a			2a		2b	4	2a					
Graphis scripta	2a														
Lecanora argentata	2a														
Phlyctis argena	2a		2b		1				1	1	2b	2a			2a
Pertusaria albescens	1														
Parmelia saxatilis	1	2a			r			1	+				2b		
Moose	+					3		+	+	2b		2b	2a		2b
Menegazzia terebrata		2b													+
Usnea filipendula		+		+			4	2b			2b			2a	
Parmeliopsis ambigua		1	+	2a							1	+		2a	
Cetraria pinastri		+	1		+									1	+
Bryoria fuscescens		+		1	1		1	2a						2b	
Algenkruste		2b													
Cetrelia cetrarioides			1							+					
Hypogymnia tubulosa			1												
Parmelia fuliginosa			1						2a	r					
Cladonia digitata			+	1									1		
Hypogymnia vittata				2b											
Chaenotheca chrysocephala				+											
Pseudevernia furfuracea					2b		+				1			1	+
Cetraria laureri					2a										
Evernia divaricata					1										+
Hypogymnia bitteriana					+						1				
Physconia distorta						2b									
Parmelia glabra						2b									
Ramalina fraxinea						+									
Lecanora chlarotera						1									
Bryoria capillaris							+								
Bryoria setacea							r								
Usnea sp.							2a								
Evernia prunastri	+							2a	+		+		+		
Parmelia glabratula								1							
Candelariella xanthostigma								+		+					
Ramalina farinacea									2a						
Candelariella reflexa									+						
Lecanora carpinea									+						
Lobaria pulmonaria										3					
Pertusaria amara										2a		2a	2a		
Peltigera collina										1					
Parmelia pastillifera										+					
Parmelia caperata												2a	2b		
Lepraria incana												1			
Parmelia amoldii													1		
Usnea subfloridana														2a	
Cetraria chlorophylla														+	
Hypocenomyce scalaris														+	
Cetrelia olivetorum															2a

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Lechtal:

Zone	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baumart	Pa	Lx	Pa	Pa	Ap	S	Pa	Lx	Pa	Ps	Ap	Pa	Fx
Stammdurchmesser (cm)	50	60	40	70	30	15	70	65	40	60	50	50	30
Gesamtdeckung (%)	60	80	100	60	80	100	80	50	50	60	90	80	90
Seehöhe x 10 (msm)	119	116	116	118	120	122	108	117	136	135	120	140	105
Exposition	S	W	E	W	W	W	N	W	E	E	N	N	N
Parmelia saxatilis	2a		3	3			4		2b	1			+
Hypogymnia physodes	2b		2a	+		1	2a	2a	1	1		1	
Hypogymnia farinacea	2b	2b	2b				+		2a	2b			
Platismatia glauca	2a		+						2a	2b			
Cetraria pinastri	r	+	+				+						
Bryoria fuscescens	+	2b	+										
Usnea sp.	1		+					+					
Evernia prunastri	1	r	+	r			1	+			2a	+	
Parmelia sulcata	1	1	2b	2b		5	2b	r	1		4		3
Pseudevernia furfuracea	1	2a	2a					1				4	
Imshaugia aleurites	+	1						2a	1			1	
Parmeliopsis ambigua	1	2a		+			1	2b	1	2a			
Pertusaria amara	+						+		+				
Hypogymnia bitteri	1												
Usnea subfloridana		2b											
Usnea filipendula		1					+					2a	
Cladonia digitata		2a						1		+			
Hypocenomyce scalaris		1						1					
Menegazzia terebrata			2a										
Parmelia fuliginosa				2a			+						2b
Lobaria pulmonaria					3								
Parmeliella triptophylla					2a								
Pertusaria albescens					1						+		
Lepraria incana					1				1		+		
Lecanora carpinea					1						+		
Pannaria conoplea					+								
Lecidella elaechroma					1								
Peltigera collina					+								
Normandina pulchella					+								
Buellia disciformis					+								
Lecanora argentata					1	+					1		
Moose					2b								
Lecanora chlarotera					+	1					+		1
Lecidella euphorea						+							
Candelariella xanthostigma						+							1
Parmelia glabra						+							+
Ochrolechia alboflavescens									+				
Chaenotheca ferruginea										+			
Phlyctis argena					+					1	1		
Cetrelia cetrarioides											2a		
Leptogium saturninum											+		
Ochrolechia pallescens											+		
Graphis sripta											1		
Arthonia radiata											+		
Ramalina farinacea											r		
Evernia divaricata												+	
Xanthoria parietina													2b
Caloplaca herbidella													+
Physconia distorta													1
Physcia adscendens													1

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Reutte:

Zone	1/2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	3/4
Baumart	Ps	Pa	Ap	Pa	Fx	Ap	Aa	Pa	Ap	Ap	Ap	F	Pa	Pa
Stammdurchmesser (cm)	50	60	40	30	60	30	70	35	20	15	35	60	30	100
Gesamtdeckung (%)	50	70	50	90	80	30	80	80	70	70	80	90	40	10
Seehöhe x 10 (msm)	100	158	125	160	98	95	100	112	114	110	104	91	85	90
Exposition	N	N	N	E	E	S	N	S	S	S	N	W	W	N
Hypogymnia physodes	2b		2a	2a			2b	2b			2a		3	1
Parmeliopsis ambigua	2a	2a		+			+							
Imshaugia aleurites	2a	2a												
Cetrelia cetrarioides	+			+		+			2b	1				
Usnea filipendula	1			+										
Pseudevernia furfuracea	1	+		3										
Platismatia glauca	2b	2a					1	2a					1	
Hypogymnia farinacea	+	2a		2a			+	1						
Phlyctis argena	+						2b							
Parmelia sulcata		1	2a	1	+	2b		2a	2a	+	2a		2a	
Cladonia coniocraea		+												
Parmelia saxatilis		2b	1	+			3	3	2b					
Pertusaria amara		1			+		+	1		2a	1			
Chaenotheca chrysocephala		+												
Evernia divaricata		+		1										
Evernia prunastri			2a			+	+	1	2a	+	2a			
Parmelia fuliginosa			2b		2a	+					2b			
Lecidella euphorea			+											
Heterodermia speciosa			+											
Lecanora argentata			+		+						1			
Arthonia radiata			+											
Lecanora chlarotera			+											
Phyconia distorta			r		+									
Cetraria chlorophylla				1										
Parmelia tiliacea					3									
Parmelia subargentifera					2b									
Parmelia subrudecta					2b									
Physcia stellaris					1									
Physcia orbicularis					2b									
Xanthoria parietina					1									
Pertusaria albescens						2a			1					
Menegazzia terebrata							+			+	2b			
Lecanora carpinea							+			2b		1		
Cetraria pinastri							+	+						
Opegrapha rufescens							+							
Lobaria pulmonaria									2b	2b				
Pannaria conoplea									+	+				
Moose									1	1		2b		
Parmeliella triptophylla										2b	+			
Laxospora elatina									+	1	1	+		
Lecidella elaechroma										+	+	+		
Caloplaca herbidella											+			
Graphis scripta											+	1		
Parmelia revoluta												3		
Parmelia crinita												1		
Lepraria incana												+	1	1
Algenkruste														5

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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
Pseudevernia furfuracea	2b	2b			1	r
Hypogymnia physodes	2b		r		3	1
Phlyctis argena	2a			+	2b	
Lecanora pulicaris	+					
Cetraria pinastri	+	+				+
Chaenotheca chrysocephala	+					
Usnea hirta	r					
Usnea filipendula		3				2b
Bryoria fuscescens		1				2b
Cetraria chlorophylla		+				
Hypocenomyce scalaris		2a				+
Ramalina pollinaria		r				
Buellia schaereri		+				
Xanthoria parietina			2b			
Parmelia sulcata			2b	2a		
Candelariella xanthostigma			2a	+		
Lecanora chlarotera			1	+		
Physconia distorta			3			
Physcia adscendens			1	+		
Physcia tenella			r			
Moose			+	1		
Xanthoria fallax			1			
Parmelia tiliacea			1			
Parmelia caperata				3		
Parmelia subrudecta				2b		
Lecidella euphorea				+		
Algenkruste					2a	
Usnea subfloridana						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
Phlyctis argena	4	2a	2a
Parmelia fuliginosa	1	2a	
Lecanora argentata	1		
Moose	2b	1	r
Algenkruste	+		2b
Lepraria incana	2a		+
Parmelia caperata		2b	
Pertusaria albescens		2a	
Parmelia sulcata		2a	

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Steinach:

Zone	2	1	1	1/2	1	1	1	1	1	1	1	1
Baumart	Fx	Pa	Pa	Lx	Fx	Pa	Lx	Lx	Fx	Pa	Fx	Lx
Stammdurchmesser (cm)	50	45	55	50	20	30	70	60	30	40	30	60
Gesamtdeckung (%)	100	60	70	90	100	70	70	80	100	60	70	90
Seehöhe x 10 (msm)	103	142	140	120	123	125	120	122	129	143	125	130
Exposition	E	N	N	W	N	E	NW	NW	SW	N	SW	W
Xanthoria parietina	3				1				2a		+	
Xanthoria fallax	2b								+			
Parmelia fuliginosa	2a											
Physcia stellaris	2b				1				1			
Lecanora chlarotera	1											
Physconia distorta	2a				3				2b		3	
Hypogymnia physodes		3	3	1		3	2a	3		+		2b
Pseudevernia furfuracea		2a	1	4		2a	1	2a		1		1
Parmeliopsis ambigua		1		+		+	+					+
Usnea filipendula		2a	2a	1		1	2a	+				
Bryoria fuscescens		+	+	+				2b				+
Hypogymnia farinacea		1	1				+					
Hypogymnia tubulosa		+				1						
Usnea subfloridana			1				3					
Cetraria pinastri			+					r				+
Parmelia sulcata			1		3				2b			1
Lecanora pulicaris			+									
Hypocenomyce scalaris				1				1				1
Cyphelium lucidum				+								
Parmelia flaventior				1								
Evernia prunastri				r	+			2a				1
Parmelia saxatilis				r								
Xanthoria candelaria				+							2a	
Physcia tenella					+				1		1	
Candelariella xanthostigma					2a				+			
Lecidella elaeochroma					1							
Rinodina corticola					+							
Lecanora argentata					1				2a		2a	
Candelariella reflexa					+							
Caloplaca holocarpa					+				+			
Caloplaca cerina					+							
Lepraria incana						2a						
Phlyctis argena						2a				1		
Cladonia digitata							1					
Hypogymnia vittata								1				2a
Parmelia exasperatula									2a			
Lecidella euphorea									2a			
Lecanora hagenii									+			
Physcia ciliata									+			
Caloplaca cerinella									+			
Evernia divaricata										3		
Bryoria capillaris										1		
Platismatia glauca										2a		
Parmelia subargentifera											1	
Parmelia glabratula											1	
Usnea hirta												2b
Evernia mesomorpha												2a
Usnea sp.												2a
Catillaria nigroclavata												+

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Telfs:

Zone	1/2	1	1	1	1	1	1	1	3	3/4	2	1
Baumart	Fx	Lx	Aa	Pa	U	Lx	Pa	Ap	M	M	Fx	Lx
Stammdurchmesser (cm)	35	60	50	60	40	40	50	60	30	40	30	70
Gesamtdeckung (%)	90	60	80	70	50	60	40	70	20	30	40	60
Seehöhe x 10 (msm)	110	125	128	121	118	108	166	128	63	59	61	171
Exposition	SE	S	W	NE	NW	SE	N	W	N	SW	NW	
Parmelia sulcata	3		+		1						2b	
Parmelia tiliacea	2b											
Physconia distorta	2a				2b						+	
Xanthoria parietina	+								2a		r	
Physcia stellaris	1											
Physcia adscendens	+				2a							
Physcia orbicularis	+								+	3	+	
Parmelia glabra	r											
Xanthoria polycarpa	+											
Lecanora argentata	1		+									
Candelariella xanthostigma	1				+				2a	1	+	
Letharia vulpina		3										
Parmeliopsis ambigua		2a		1								
Imshaugia aleurites		1										
Evernia mesomorpha		1										
Algenkruste		+		1			+					
Cladonia digitata		+										
Menegazzia terebrata			3									
Cetrelia cetrarioides			3					2a				
Loxospora elatina			2a									
Buellia disciformis			1					+				
Caloplaca herbidella			1									
Moose			1		2b		1	2b				
Phlyctis argena			1	2a				+				
Pseudevernia furfuracea				3		2a	1					+
Hypogymnia physodes				2b	+	1	3					
Ramalina farinacea				1				r				
Ramalina pollinaria				1								
Lecanora allophana					+							
Caloplaca cerina					+							
Collema nigrescens					1							
Mycomicrothelia micula					+							
Lecanora chlarotera					+							
Usnea filipendula						3						
Lecanora cadubriae						+						
Chaenotheca chrysocephala						+						
Bryoria fuscescens						1						2a
Evernia divaricata							2a					
Lobaria pulmonaria								2b				
Peltigera collina								1				
Parmelia triptophylla								2a				
Lecanora hagenii									+			
Lepraria incana										+		
Evernia prunastri											1	
Usnea subfloridana												3
Cetraria pinastri												+
Hypocenomyce scalaris												+
Cladonia digitata												+
Cetraria laureri												1

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Wörgl:

Zone	1	2	2	1/2	1	1	1	1	2	2	1
Baumart	Sa	Ap	Pa	Ap	Lx	Aa	Aa	Pa	Ap	Ap	Ap
Stammdurchmesser (cm)	25	50	45	80	50	25	30	70	50	40	50
Gesamtdeckung (%)	60	70	60	40	100	90	70	50	60	60	80
Seehöhe x 10 (msm)	120	119	131	117	137	124	105	120	108	97	158
Exposition	S	N	W	N	E	N	NW	S	NE	NW	W
Cetrelia cetrarioides	2a									3	2a
Nephroma parile	2a										
Pertusaria amara	1							+		+	+
Parmelia sulcata		3		1			3		3	+	
Parmelia glabratula	2b	2a							2a	+	
Moose	2b	+		2b		3	+			2a	2b
Candelariella xanthostigma	+										+
Evernia prunastri	1	2a							2a		+
Lepraria incana	+						2a		+	1	
Arthonia radiata	+										
Lecanora carpinea	+								+		1
Phlyctis argena		1					+	+			1
Parmelia tiliacea		2b									
Physconia distorta		2a							1		
Pseudevernia furfuracea			2a		1		r	2b			
Bryoria fuscescens			1			1					
Hypogymnia physodes			3			2b		2b			
Hypogymnia tubulosa			1								
Evernia divaricata			1			r		+			
Usnea filipendula			+		3	1					
Platismatia glauca			1			2b		+			
Hypogymnia farinacea			1		2b			+			
Xanthoria fallax				2a							
Xanthoria parietina				1							
Physcia orbicularis				2b							
Physcia adscendens				1					+		
Candelaria concolor				+							
Usnea subfloridana					2b			1			
Hypogymnia bitteri					2a			1			
Hypocenomyce scalaris					1						
Cetraria pinastri					1			+			
Parmeliopsis ambigua					1			+			
Pertusaria albescens						1					2a
Loxospora elatina						+					+
Buellia griseovirens						1					
Parmelia arnoldii							1				
Parmelia saxatilis							2a	1			+
Parmeliopsis hyperopta								+			
Ramalina farinacea									1		
Lecanora chlarotera									1		
Opegrapha lichenoides										1	+
Leptogium saturninum										+	
Pertusaria corallina										1	
Graphis scripta											3
Lecanora argentata											2a
Calicium salicinum											+
Menegazzia terebrata											r
Normandina pulchella											+
Parmelia pastillifera											1
Physcia endophoenicea											1

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Einige Aufnahmen von BFI Silz:

Zone	1	1	1	2	2	1	1	3
Baumart	Fx	Lx	Lx	M	Pa	Lx	Fx	Qr
Stammdurchmesser (cm)	35	60	70	25	40	60	30	70
Gesamtdeckung (%)	60	90	70	40	50	70	60	20
Seehöhe x 10 (msm)	87	145	123	88	100	135	98	63
Exposition	NW	SW	SE	W	SE	N	SW	NW
Parmelia glabra	2b							
Evernia prunastri	2a		3				r	
Parmelia tiliacea	2b						1	
Parmelia sulcata	2a			2b			2a	
Hypogymnia physodes	+	+	2b	+	3	2a		
Lecanora chlarotera	1						+	
Lepraria incana	1			+				
Candelariella xanthostigma	+			1			+	
Caloplaca cerinelloides	+							
Caloplaca cerina	+						+	
Parmelia glabratula	+							
Usnea filipendula		4	+			3		
Pseudevernia furfuracea		2a	2a		1	2a		
Bryoria fuscescens		1	1					
Usnea subfloridana		1				2b		
Cetraria pinastri		+				r		
Cetraria laureri		1						
Buellia schaereri		1						
Chaenotheca chrysocephala		+				1		
Evernia divaricata		1				2a		
Hypocenomyce scalaris			+					
Cladonia digitata			1					
Cladonia coniocraea			+					
Xanthoria parietina				+				
Physcia stellaris				1				
Physcia adscendens				2b				
Catillaria nigroclavata				+				
Lecanora hagenii				+				
Usnea hirta					r			
Algen					1			1
Phlyctis argena					1			
Schismatomma abietinum					+			
Pertusaria albescens					+			r
Parmeliopsis ambigua					+	1		
Cetraria chlorophylla						+		
Bryoria nadvornikiana						+		
Candelaria concolor							3	
Physconia perisidiosa							1	
Moose							2b	2a
Lecanora allophana							+	
Physcia orbicularis								1
Ramalina pollinaria								1

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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
Pseudevernia furfuracea	3		5	1	5	3	4	3	3
Usnea filipendula	2		1	2	1	+	1	2	+
Hypogymnia physodes	2	1	1	+	1	1	+	1	3
Cetraria pinastri	+								
Bryoria fuscescens	+		+	3	+	3		+	
Hypogym. farinacea	+								
Evernia prunastri		3	+						
Parmelia sulcata		2							
Lecanora chlarotera		+							
Lecanora carpinea		1							
Ramalina farinacea		+							
Cetraria laureri			+	1					
Cetraria chlorophylla		+	+		+				
Hypogymnia bitteri				+		+			
Imshaugia aleurites			+						
Bryoria nadvornikiana					+		+		
Evernia divaricata						1			+
Parmeliopsis ambigua							+		

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
Pseudevernia furfuracea	3	1	+	+	3	3	1
Hypogymnia physodes	2	1	3	3	1	1	1
Usnea filipendula	1	2		+	3	2	3
Cetraria pinastri	+	+					+
Bryoria capillaris	+				1	+	+
Bryoria fuscescens	+	2		+	1	1	2
Bryoria nadvornikiana	+			+	+		
Hypogym. farinacea	+	1			+		+
Evernia prunastri		+	+		+	+	
Cetraria laureri	+				+		
Cetraria chlorophylla			+	+	+	+	
Hypogymnia bitteri	+				+		+
Lecanora chlarotera		+					
Lecanora carpinea		+		+		+	
Ramalina farinacea		+					
Evenia divaricata	+					+	
Imshaugia aleurites		1				+	

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

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
Pseudevernia furfuracea	2	2	2	1	1	2	3
Hypogymnia physodes	2	2	2	1	1	1	1
Usnea filipendula	1	3	+	3	4	2	2
Bryoria nadvornikiana			+	+	1	1	
Hypogymnia bitteri				+	+		1
Hypogym. farinacea		1		+	+		1
Bryoria fuscescens	+	1	+	2	1	1	2
Evernia prunastri	+	+	+		+	+	
Cetraria pinastri	+	+	+				+
Bryoria capillaris		+		+	+	1	
Cetraria laureri				+	+		+
Cetraria chlorophylla			+	+	+	+	
Lecanora chlarotera	+	+					
Evernia divaricata		+		+		+	1
Imshaugia aleurites		1					
Lecanora carpinea		+		+		+	
Calicium viride		+					
Hypocenomyce scalaris	+						
Loxospora elatina			+		+		
Parmelia saxatilis				+			
Platismatia glauca		+					
Hypogymnia bitteri						+	
Letharia vulpina							1

ZOBODAT - 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