© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

SIGMAR BORTENSCHLAGER UND HELMUT SCHMIDT:

UNTERSUCHUNG ÜBER DIE EPIXYLE FLECHTENVEGETATION IM GROSSRAUM LINZ

Mit zehn Abbildungen und einer Karte

Kurz bevor Anton De Bary *und sein Schweizer Schüler Simon* Schwendener *die Doppelnatur der Flechten erkannten (1867), machte der Finnländer* W. Nylander *in Paris (1866) eine andere bedeutsame Entdeckung, die bald auch in anderen Städten bestätigt wurde: die meisten Flechten meiden die Stadtluft. Besonders die größeren, an stärker saure, reine Substrate gebundenen Blatt- und Strauchflechten erwiesen sich als außerordentlich empfindlich gegen jegliche Luftverunreinigung, weniger die düngerliebenden (nitrophilen) und mehr oder weniger neutrale Unterlagen vorziehenden (subneutrophilen) Arten. Die Verbreitung der für den Luftzustand bezeichnenden Flechtenarten ist in vielen Städten auch kartographisch aufgenommen worden, zuerst in Oslo (*Haugsia *1930), Stockholm (*Hoeg *1936) und Helsingfors (*Vaarna *1934), in Mitteleuropa zuerst von meinen Schülern V.* Vareschi *(Zürich 1936) und Roland* Beschel *(Salzburg, Innsbruck, Landeck, Dornbirn und Bregenz 1958), die seither auch amerikanische Städte untersucht haben. Eine Flechtenkartierung von Wien hat Adele* Sauberer *begonnen (vorläufige Mitteilung 1951). Weitere Flechtenkartierungen liegen aus deutschen, holländischen, englischen, polnischen, ungarischen, nord- und südamerikanischen Städten vor. Dabei werden nach dem Flechtenbewuchs vor allem der Bäume meist vier oder fünf Zonen unterschieden: von der Reinluftzone der umliegenden größeren Waldgebiete, für die besonders Bartflechten und gewisse „edle" Blattflechten bezeichnend sind, bis zur ganz oder fast flechtenfreien „Flechtenwüste" der Stadtkerne und Industriezonen.*

Wie weit für diese Verödung, wie die Mehrzahl der Flechtenforscher annimmt, hauptsächlich Stickstoff-, Schwefel-, Chlor- und Fluorverbindungen der Rauchgase oder auch mechanische Schädigung durch Ruß und anderen Staub sowie Trockenheit und Hitze schuld sind, ist oft schwer zu beurteilen, aber so viel steht fest, daß Karten

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

der Flechtenzonen ein ausgezeichnetes, auf andere Weise kaum ebenso rasch und zuverlässig erhältliches Bild vom Reinheitsgrad der Stadtluft geben und damit für die Gesundheitspflege und jede Stadtplanung von besonderem Wert sind.

Es ist daher wärmstens zu begrüßen, daß nunmehr auch das Stadtgebiet von Linz dank dem Verständnis des Gesundheitsamtes und dem Eifer meiner Schüler Sigmar Bortenschlager *aus Wels und Helmut* Schmidt *aus Linz in entsprechender Weise kartiert worden ist.*

*Bei der ersten Stadtflechtenkartierung (in Oslo) sind 126, bei den weiteren meist zwischen 50 und 300 Stationen bzw. Bäume oder Baumgruppen untersucht worden, in wenigen Städten, wie Bonn (*Schulz-Horn *1955), Lublin (*Rydzak *1953), Salzburg und Innsbruck (*Beschel *1958) und nunmehr auch Linz (mit 627 Stationen) noch mehr.*

Damit ist die Stadt Linz, deren Großindustrie besondere Schutzmaßnahmen notwendig macht, zu einer der am gründlichsten auf die Verbreitung jener lebenden Indikatoren für den Reinheitsgrad der Luft und die durch Verunreinigung drohenden Gefahren untersuchten Städte geworden.

Univ.-Prof. Dr. H. Gams

In den Jahren 1961 und 1962 führten wir im Auftrag der Stadtklimauntersuchungsstelle des Gesundheitsamtes von Linz Untersuchungen über das Vorkommen und Wachstum der Flechten und Flechtenvereine im Großraum Linz durch, um aus ihrem Auftreten oder Fehlen Rückschlüsse auf das Stadtklima, im besonderen aber auf die Luftverunreinigung ziehen zu können.

Besonderer Dank gebührt der Klimastelle Linz und dem Magistrat, der uns für die Außenarbeit einen VW-Bus zur Verfügung stellte. Dadurch wurde es uns möglich, eine große Anzahl von Stationen aufzunehmen und ein verhältnismäßig lückenloses Bild von der Flechtenverbreitung im Raume Linz zu gewinnen.

Bei den Flechtenaufnahmen wurden die Blattflechten am Standort bestimmt, ebenso die Krustenflechten, soweit es ging. Die im Gelände nicht bestimmbaren Krustenflechten wurden abgelöst und im Institut mikroskopisch und an Hand von Vergleichsmaterial nachbestimmt. Berücksichtigt wurden nur die baum- und holzbewohnenden Flechten, und zwar quantitativ bis zu einer Stammhöhe von drei Metern, qualitativ soweit sie uns zugänglich waren. Weiter wurde —

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

um die Substratverschiedenheit, die ja auch einen Einfluß auf die Verbreitung hat, auszugleichen — ein Großteil der Aufnahmen auf Birnbäumen gemacht. Dadurch wurde die Auswertung auch etwas vereinfacht. Extreme Standorte wurden dementsprechend bewertet, hierher gehören vor allem Alleebäume.

Die Flechten bilden wohl die eigenartigste Gruppe unter den Pflanzen. Obwohl sie aus Pilz und Alge bestehen, sind sie doch eine morphologische und physiologische Einheit. Durch diese Symbiose eines heterotrophen und eines autotrophen Lebewesens sind sie besonders befähigt, extreme Standorte zu besiedeln. Dies aber bedingt wiederum eine außerordentlich starke Spezialisierung, und dadurch werden diese Flechten wieder besonders anfällig für bestimmte Einflüsse. Hiezu gehören, wie schon vorher erwähnt, die besonders in der Stadt auftretenden Faktoren, wie Trockenheit und Überwärmung, Abgase, die durch den Staub bedingte Änderung der Wasserstoffionenkonzentration (pH) der Unterlage und noch einige andere, nicht restlos geklärte Faktoren.

Besonders sei hier noch auf die Änderung des p_H der Unterlage hingewiesen. Sie muß nämlich auch bei der Auswertung berücksichtigt werden. Von Du Rietz, Beschel und Barkman wird diese Änderung auch für eine Reihe von Erscheinungen verantwortlich gemacht. Wohl fand Vareschi eine *Evernia prunastri* mit $p_H = 4{,}4$ auf einer Eichenrinde mit $p_H = 6{,}45$ und Mattick gibt sogar eine *Rhizocarpon geographicum* mit $p_H = 7{,}53$ auf Gestein mit $p_H = 3{,}9$ an. Dies sind aber Extremwerte, und normal übersteigt der Unterschied nicht den Wert von 1. Eine Änderung des p_H um zwei bis drei Stufen macht es den meisten Flechten schon unmöglich, diese Unterlage überhaupt zu besiedeln.

Auf alle oben genannten Einflüsse reagieren die Flechten äußerst empfindlich, sei es durch Summation der Wirkung oder durch eine einmalige „Katastrophe". So kann eine kurzdauernde, höhere Abgaskonzentration im Sommer eine wesentlich geringere schädigende Wirkung haben als eine niedrige, langandauernde im Winter. Es muß aber hiezu noch erwähnt werden, daß die Flechten im Sommer bei großer Trockenheit und Wärme eine Ruheperiode durchmachen, während sie im Herbst, Winter und Frühling bei größerer relativer Luftfeuchtigkeit ihr Lebensoptimum finden. Darum sind gerade in dieser Zeit die Flechten gegen schädigende Einflüsse am empfindlichsten. Die

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Schädigung kann dann natürlich den geringen Zuwachs — BESCHEL gibt das Alter eines *Rhizocarpon geographicum* Thallus von einem Zentimeter Durchmesser mit 60 Jahren an, bei den häufigsten Blattflechten übersteigt der jährliche Zuwachs kaum einen Millimeter — bald überwiegen, und die Flechte stirbt ab. Durch diese empfindliche Reaktion der Flechten ist es nun möglich, mit geringsten Mitteln ein beliebig dichtes Netz von Stationen über das Stadtgebiet zu legen und ein einwandfreies Bild der Luftreinheit bzw. -unreinheit zu erhalten.

Bei der Zoneneinteilung schlossen wir uns weitgehend BESCHEL an.

Zone I ist die durch Abgase und Besiedlung nicht gestörte Normalzone. In ihr dominieren die oxyphilen Vereine (BESCHEL spricht hier von azidiphilen Vereinen) auf saurer Laub- und Nadelbaumrinde, Holz und Silikat. Für Linz waren hier folgende Vereine charakteristisch: Parmelietum physodis mit der *Parmelia-exasperatula*-Variante und Parmelietum furfuraceae mit der *Evernia-prunastri*-Variante und den häufigsten Übergängen zum Parmelietum sulcatae und Parmelietum physodis, dies hauptsächlich auf Nadel- und Laubbäumen. Auf Buche fanden wir noch das Graphidetum scriptae. Subneutrophile Vereine fehlten natürlich in Zone I.

Auch in Zone II dominieren noch die oxyphilen Vereine, doch werden sie schon von einigen nitrophilen bzw. subneutrophilen Arten begleitet. Als charakteristisch für Zone II nahmen wir das Auftreten von *Evernia prunastri,* die oft an der Grenze zu Zone III in der var. *retusa* auftritt. Daneben kommen noch Parmelien, wie *P. scortea, caperata, dubia, sulcata, fuliginosa, exasperatula* und *Physcia pulverulenta, aipolia* und *stellaris* vor, um die häufigsten zu nennen (*Physcia stellaris* fanden wir eher am Übergang zu Zone III und auch in dieser).

Optimal sind die subneutrophilen Vereine in Zone III entwickelt. Es sind dies das Physcietum orbicularis, Physcietum ascendentis und Lecanoretum subfuscae, sämtliche in der *Xanthoria-parietina*-Variante. In allen tritt auch *Candelaria concolor* auf.

Die Zone IV enthält nur mehr sehr stark verarmte subneutrophile Vereine auf Laubholzrinde. Es treten nur mehr Physcien und Krustenflechten auf: hauptsächlich *Physcia orbicularis* und *ascendens* und *Lecidea parasema.* Nadelbaumrinde ist kaum besiedelt. Außerdem fiel uns auf, daß ab Zone IV die Flechten teilweise von einer dicken

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Staub- und Rußschicht bedeckt sind. Schon dadurch tritt eine Schädigung der Flechtenthalli ein, da ja diese „Schutzschicht" die Assimilationsfähigkeit fast auf Null herabsetzt.

Zone V ist die Flechtenwüste. Epiphytisch kommen noch sehr selten Leprarien vor. Die Stämme sind teilweise noch mit Luftalgen, wie *Protococcus* u. a. besetzt, diese sind aber meist unter einer Schicht von Staub und Ruß begraben. Einzig auf Kalk, Mörtel und Zement können sich noch einige epipetrische Flechten halten. Zieht man auch diese noch in Betracht, so gibt es nach KLEMENT und BESCHEL keine vollkommen flechtenfreie Zone.

Zone I

Sie erreicht das engere Stadtgebiet nirgends und ist auch in der Umgebung von Linz an die Höhenstufe über rund 350 bis 400 Meter gebunden. Daraus folgt, daß Zone I im Norden, Osten und Westen wesentlich näher an die Stadt heranrückt als im Süden. Daher ist der westlich von Linz gelegene Kürnberger Wald eine inselartige Erhebung der Zone I mitten in Zone II. Durch das Relief bedingt, ergibt sich hier keine glatte Begrenzung der Zone I, da Zone II in den Taleinschnitten mehr oder weniger tief in Zone I hineinreicht. Die gleichen Verhältnisse treten auch noch entlang der Straßen auf. Auf die „Tunnelwirkung" der Straße, auf die speziell BESCHEL hinwies, kommen wir noch bei Zone III zu sprechen. Charakteristisch für Zone I im Kürnberger Wald ist das Parmelietum physodis mit Übergängen zum Parmelietum furfuraceae, wie wir es z. B. an den Stationen 598 bis 607 mit einem durchschnittlichen Deckungsgrad von mehr als 60 Prozent fanden. Daneben tritt auch noch das Graphidetum scriptae mit geringerem Deckungsgrad an Station 390 auf. Wir fanden diesen Flechtenverein nur an dieser Station. Ob das einmalige Auftreten von *Graphis scripta* mit der extremen Empfindlichkeit gegenüber Luftverunreinigung eine Rolle spielt oder auch noch andere ökologische Faktoren mitspielen, wurde nicht untersucht. Ein weiteres inselartiges Vorkommen von Zone I befindet sich im Osten von Linz am Pfenningberg, jedoch hier erst in einer Höhe von mehr als 500 Metern. Dieses starke Hinaufrücken von Zone I im Vergleich mit dem Kürnberger Wald und der noch näher zu besprechenden nördlichen Umgebung von Linz findet seine Erklärung in der geringen Distanz zum Industriegebiet. Durch

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

die im Winter häufig vorhandene Temperaturinversion, auf die FRENZEL und WEISS aufmerksam machten (Weiß, Frenzel 1959), und die dadurch bedingte stabile Luftschichtung mit minimaler Turbulenz findet fast keine Verdünnung der Abgase statt. Diese treffen dann, von der fast immer vorhandenen Westströmung getrieben, in voller Konzentration am Westabhang des Pfenningberges auf und verursachen dort stärkste Schäden an der gesamten Vegetation. Dadurch wird auch das Auftreten von Zone V (Station 621, 622 und 625), die sich hier nicht nur durch das Fehlen jeglicher epixyler Vegetation bemerkbar macht, sondern auch im Auftreten schwerster Waldschäden, wie sie von HUFNAGL (HUFNAGL 1957) festgestellt wurden, erklärt. Auf diese Erscheinung werden wir noch bei Besprechung der Zone V zurückkommen. Zone I tritt noch geschlossen nördlich der Donau auf. Einzig der leider schon teilweise verbaute und vielbesuchte Pöstlingberg, der auf jeden Fall den Linzern als Erholungsgebiet erhalten bleiben sollte, der tiefeingeschnittene Haselgraben und die doch im Nordosten von Linz vorhandene minimale Luftverunreinigung drängen Zone I weiter als zu erwarten wäre zurück.

Zone I ist im Norden von Linz ebenso durch das Auftreten des Parmelietum physodis mit Übergang zum Parmelietum furfuraceae und letzteres auch in der *Evernia-prunastri*-Variante besonders auf Fichte, aber auch auf Kirsche, Birne und Eiche charakterisiert. Der Deckungsgrad nimmt stark zu und erreicht nicht selten 100 Prozent. Gewisse epigäische Flechten, z. B. Peltigeraceaen und Cladonien, treten im Großraum Linz selten auf. Im Süden von Linz tritt auch noch Zone I im Forstholz westlich von St. Florian auf.

In der Ebene konnte Zone I weder im Westen noch im Osten von Linz angetroffen werden.

Die folgende Liste enthält eine kleine Auswahl von Stationen der Zone I aus verschiedensten Teilen des Untersuchungsgebietes. Der Deckungsgrad wurde in Prozent angegeben, + bedeutet, daß die Art weniger als fünf Prozent Deckungsgrad hat.

Untersuchungsstationen

356 in der Mitte zwischen Kristein und St. Florian, südlich der Bundesstraße in der Höhe von Asten - 365 Forstholz zwischen Wambach und St. Florian - 390 Hainzenbachgraben - 493 südlich Gallneukirchen, zwischen Wolfing und Unter-Reichenbach - 495 Amberg, südöstlich von 493 - 515 und 516 südlich Gramastetten (Türkstetten) - 535 nördlich Puchenau - 598 nordwestlich Leonding (Bergham) - 602 und 605 Kürnberger Wald.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

	356	365	390	493	495	515	516	535	598	602	605
Parmelia acetabulum	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
caperata	—	25	30	5	—	—	+	—	—	—	—
dubia	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—
exasperatula	+	+	15	—	—	—	+	—	—	—	—
fuliginosa	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
furfuracea	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	—
physodes	15	—	10	—	—	70	+	5	—	80	60
scortea	—	—	—	60	30	—	—	60	—	—	—
subaurifera	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—
sulcata	+	+	—	—	—	—	60	5	+	—	—
Evernia prunastri	+	15	+	20	+	—	—	+	60	—	—
Physcia aipolia	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
ascendens	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
orbicularis	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
pulverulenta	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
stellaris	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
Lecanora subfusca	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
viride	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Lepraria aeruginosa	5	+	—	—	5	—	—	+	—	+	+
latebrarum	—	+	10	—	—	—	+	—	—	—	—
Lecidea parasema	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Candelaria concolor	+	—	—	+	+	—	+	+	10	—	—
Ramalina farinacea	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Graphis scripta	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Pertusaria globulifera	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—

Zone II

Sie ist die Zone des unverbauten Gebietes des Linzer Stadtrandes außerhalb des direkten Einflusses der Stadt, aber noch nicht ganz frei davon. Stadtnahe Augebiete, landwirtschaftliche Kulturflächen und auch kleine Wälder in nächster Nähe der Stadt gehören dazu. Wir begrenzten diese Zone mit dem Auftreten von *Evernia prunastri*, die wir an der Grenze zu Zone III in einer igelartigen, halbkugeligen Form *(Evernia prunastri* var. *retusa)* fanden.

In der Ebene der Welser Heide tritt Zone II auf. Die Grenze zu Zone III verläuft ungefähr parallel dem Beginn der Besiedlung. Daraus ergibt sich schon, daß Zone II im Gebiet des Bauernberges wesentlich näher an die Stadt herankommt als in der Ebene bei Traun. Auch am Pöstlingberg reicht Zone II bis an das enger verbaute Gebiet heran, nur die Pöstlingbergstraße bildet einen Schlauch von Zone III in

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Zone II, was jedoch verkehrsbedingt ist. Daß im Donautal Zone II noch so nahe an die Stadt heranreicht, mag etwas verwundern, hier liegen aber günstigere topographische Verhältnisse vor. Die Durchlüftung ist hier bedeutend besser, sie bringt vom Westen her immer frische Luft, und so werden die Abgase des Verkehrs entfernt und kompensiert. Wenn wir jetzt beim Pöstlingberg weiter mit der Beschreibung fortfahren, so sehen wir, daß Zone II an die Höhengrenze von ungefähr 300 Metern gebunden ist. Zone II zieht weit in den Haselgraben hinein, dann entlang des Nordhanges oberhalb von St. Magdalena, steigt dann östlich des Auhofes herab und dringt in der Pleschinger Au fast bis zur Donau vor. Der Hauptbewuchs fand sich in diesem Gebiet meist nord- bis ostexponiert. Hier spielen lokale Windströmungen eine bedeutende Rolle.

(Wie in den zitierten Arbeiten von Weiss und Frenzel ausgeführt wurde, stellen sich im Linzer Becken häufig sehr komplizierte Windströmungen ein. Es kommt zu walzenförmigen Drehbewegungen um vertikale und horizontale Achsen, die die Luftverunreinigungen auch auf Umwegen an die Befallsstellen heranbringen können.

Bei windruhigeren Wetterlagen wird im allgemeinen nachtsüber die erkaltende Luft an den Berghängen abfließen und zur Reinigung beitragen. Dies gilt besonders für die schwachen, kühlen Nordwinde aus dem Mühlviertel. Allerdings reicht ihre Wirkung in Tälern mit stärkerer Verkehrsfrequenz nicht aus, um etwa im Haselgraben die Zunge von Zone II hintanzuhalten. Es soll auch nicht unerwähnt bleiben, daß zum Beispiel die abfließende Kaltluft bei Vorhandensein einer niedrigen Temperaturinversion an deren Berührungslinien die in der Inversion angereicherten Verunreinigungen herabzieht und so den bodennahen Luftschichten zuführen kann.)

Zone II zieht dann wieder weiter am Pfenningberg entlang und biegt scharf gegen Osten ab. Erst östlich von Götzelsdorf macht sich der Einfluß der Industrieabgase nicht mehr so stark bemerkbar. Auch der Luftenberg liegt schon außerhalb des Industrieeinflusses. Von hier zieht die Grenze dann über die Donau zur Schweigerau, klammert den Schiltenberg noch aus und zieht weiter der Autobahn entlang nach Ansfelden. Dieses liegt noch in Zone III, ebenso noch Nettingsdorf. Von hier zieht dann die Grenze entlang der Straße wieder zur Westgrenze des Siedlungsgebietes.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Zone III

Sie ist für das Großstadtklima am interessantesten, stark beeinflußt, jedoch noch nicht gefährlich verunreinigt. Zone III ist typisch für das locker verbaute Gebiet um eine Großstadt und hat in den kleineren Siedlungen rund um Linz ihre weiteste Verbreitung. Die Verbauungsdichte, die dadurch bedingte größere Luftverunreinigung durch Hausbrand, die Motorisierung und auch kleinere Industrien sind verantwortlich für das Auftreten der subneutrophilen bzw. nitrophilen Flechtenvereine und für das Ausbleiben anspruchsvollerer Flechten. Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt aber auch noch das Kleinklima, die starke Überhitzung der asphaltierten Straßen und der gestörte Wasserhaushalt. Besonders interessant ist auch noch der Tunneleffekt, der sich äußerst deutlich in Zone III entwickelt. Es handelt sich hier um die besonders starke Beeinflussung der Epixylenvereine entlang der Ausfallsstraßen von Städten. Entlang der Straßen zieht Zone III noch weit in Zone II hinein und Beschel spricht sogar von einem „typisch sternförmigen Stadtbild". Sehr schön kommt das bei seiner Kartierung von Salzburg heraus. Einen gut ausgeprägten Querschnitt durch einen solchen Tunnel fanden wir bei Station 191 a beim Weingartshof. Hier verläuft die Straße an einem Hang entlang und ist zu beiden Seiten mit Birnbäumen bepflanzt, wodurch wir Substratgleichheit vorfanden. Während der südliche Baum an der straßenabgewandten Seite nur subneutrophile Vereine, zur Hauptsache Phys-

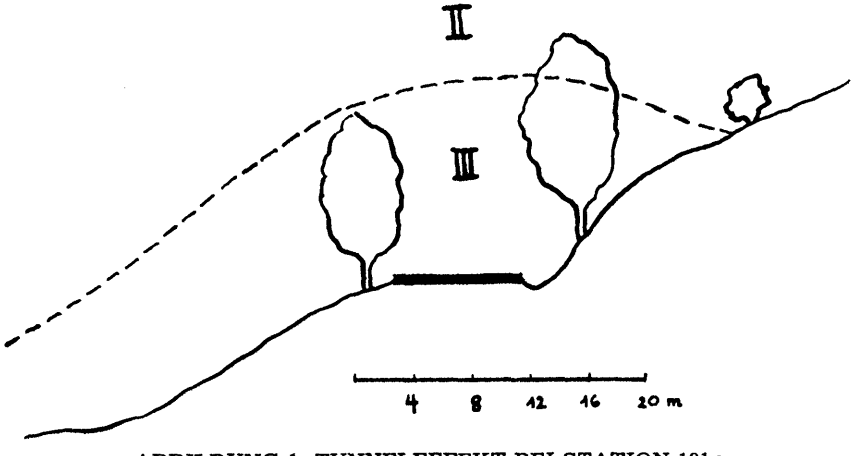


ABBILDUNG 1: TUNNELEFFEKT BEI STATION 191a

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

cietum ascendentis in der *Xanthoria-parietina*-Variante trug, fanden wir am nördlichen Baum in einer Höhe von rund sieben Metern ebenfalls an der straßenabgewandten Seite charakteristische Vereine der Zone II, so daß Parmelietum sulcatae in der *Evernia-prunastri*-Variante noch mit *Parmelia scortea, fuliginosa, dubia* und *caperata* vergesellschaftet. Eine Skizze (Abbildung 1) soll diese Erscheinung verdeutlichen. Verursacht wird dieser Tunneleffekt durch die verschiedensten Faktoren. An erster Stelle wohl durch die Abgase, die hohe Staubentwicklung und die dadurch bedingte p_H-Änderung des Substrats und nicht zuletzt durch das Kleinklima.

Wenn wir bei Beschreibung von Zone III wiederum im Westen beginnen, so verläuft die Grenze an der oberen Geländekante des Bauernberges, sich meist eng an das Relief anpassend, überschreitet dann südwestlich vom Schloß Hagen die Donau, zieht weiter entlang dem Pöstlingbergfuß, ungefähr in der gleichen Höhe wie am Bauernberg, nach Osten, steigt herunter nach Urfahr und biegt bei der Karlhofsiedlung nach Süden, quert die Donau, biegt beim Parkbad stark nach Osten und zieht fast geradlinig nach Plesching. Die Grenze verläuft dann entlang der Straße am Pfenningberg; im Nordosten des Industriegebietes zieht sie scharf nach Osten quer über den Pfenningberg. Dieser Streifen der Zone III zieht sich weit nach Osten bis Pulgarn, erst dort tritt wieder Zone II auf. Von Pulgarn verläuft dann die Grenze weiter zum Luftenberg und von dort direkt zur Traunbrücke in Ebelsberg. Dann zieht sie ungefähr der Wiener Reichsstraße entlang bis zur Muldenstraße, nördlich am Bindermichl vorbei und schließlich zu ihrem westlichsten Punkt, der Abzweigung der Kremstalbahn. Diese breite Ausdehnung der Zone III im Südwesten des Stadtgebietes ist rein siedlungsbedingt. Durch die Verbauung wird Zone II, wie schon erwähnt, bis südlich der Autobahn zurückgedrängt. Somit ist die Besiedlung natürlich auch für das starke Zurückweichen der Zone I im Süden des Stadtgebietes mitverantwortlich. Von der Abzweigung der Kremstalbahn zieht dann die Grenze in einem Bogen nach Norden und findet am Freinberg wieder den Anschluß. Zone III weist auch noch einige andere interessante Erscheinungen neben dem Tunneleffekt auf. So treten in Zone II Inseln von Zone III auf. Solche Inseln bilden sich vor allem um kleinere Ortschaften und Industrien in sonst ungestörten Verhältnissen aus. In der Umgebung von Linz fanden wir solche Inseln um Ottensheim, St. Georgen, Pasching, Hörsching und St. Florian.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Sehr schön sieht man diesen Effekt bei der Glockengießerei in Sankt Florian. Hier wirkt sich der Einfluß dieses Industriebetriebes auf ein kleines, eng begrenztes Gebiet aus. Aus diesen Tatsachen kann man schließen, daß eine Verschlechterung der Zone um eine Stufe im Gebiet einer Ortschaft oder eines kleinen Industriebetriebes noch nicht als Verunreinigung bezeichnet werden muß, es ist vielmehr noch eine natürliche Erscheinung. Wenn jedoch zwei oder mehrere Zonen auf kleinstem Gebiet (siehe Pfenningberg) übersprungen werden, so ist der Grund dafür eine bedrohliche Luftverunreinigung. Ein weiterer interessanter Befund ist noch das Auftreten einer Insel von Zone III in Zone IV im Gebiet südlich des Hafens. Diese Insel dringt noch als schmaler Keil tief in die Stadt ein. Ob hier der Rest einer ehemals viel größeren Zone III im Stadtgebiet vorliegt oder ob diese Insel durch besondere klimatische Faktoren, eventuell günstige Wind- und Belüftungsverhältnisse, bedingt ist, bleibt noch zu klären.

Anschließend noch eine kurze Auswahl von Aufnahmen der Zone III:

	Untersuchungsstation										
	184	193	209	251	266	385	411	438	451	505	551
Xanthoria parietina	15	5	+	15	+	+	+	+	—	5	30
Candelaria concolor	5	—	+	—	—	+	+	—	—	+	—
Phiscia aipolia	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—
ascendens	+	—	—	+	+	5	+	+	—	5	+
obscura	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—
orbicularis	—	15	+	10	30	15	15	25	—	10	15
pulverulenta	—	—	—	40	15	—	—	—	—	—	—
stellaris	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
tenella	—	—	80	—	—	—	—	—	—	—	—
Parmelia caperata	+	10	+	—	—	—	—	—	—	—	—
fuliginosa	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
dubia	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
scortea	—	—	—	—	—	—	+	—	—	15	—
sulcata	—	+	+	—	+	—	—	+	+	+	—
Lecanora subfusca	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
viride	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Lecidia parasema	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Placodium saxicola	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
Lepraria aeruginosa	—	—	+	+	+	—	—	30	60	+	—
latebrarum	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—

184 Hart - 193 Doppl - 209 Gründberg - 251 Ebelsberg - 266 zwischen Sankt Martin und der Linzer Stadtgrenze - 385 zwischen Wilhering und Ufer - 411 bei

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Lungitz - 438 Pöstlingberg, neben der Kirche - 451 zwischen Bachl und Pöstlingberg - 505 Pöstlingberg (Haltestelle Schableder) - 551 zwischen Berg an der Krems und Kremsdorf.

Zone IV

Diese stark beeinflußte und empfindlich verunreinigte Zone ist durch das Auftreten von ärmeren subneutrophilen Vereinen charakterisiert. Es fehlen vor allem die *Xanthoria-parietina*-Varianten. Sie ist die typische Zone des dicht verbauten Gebietes mit starkem Einfluß der Abgase und des Staubes auf die Vegetation. So fanden wir oft kümmerliche Exemplare von *Physcia orbicularis* mit einer dicken Staub- und Rußschicht bedeckt. Daneben treten noch häufiger *Physcia ascendens, Candelaria soncolor,* Lecideen und Leprarien auf.

Zone IV zieht sich, wenn wir im Westen beginnen, als schmales Band am Fuß des Froschberges, der Gugl und des Bauernberges entlang. Sie erreicht dann im Gebiet von Urfahr eine etwas größere Ausdehnung. Bei der Eisenbahnbrücke zieht die Grenze wieder zurück in das Stadtgebiet ungefähr der Linie Gruberstraße, Prinz-Eugen-Straße entlang. Nördlich des Industriegebietes verläuft sie nach Osten weiter bis knapp nach Steyregg. Dort biegt sie wieder zurück nach Westen südlich der VÖEST vorbei zum Südende des Verschiebebahnhofes. Von dort entlang der Wiener Reichsstraße zur Bulgariplatzkreuzung und zum Hauptbahnhof, klammert diesen noch aus zu Zone V und findet dann wieder am Abhang des Froschberges Anschluß an unseren Ausgangspunkt.

Es fällt bei dieser Zone besonders deutlich die schmale Ausbildung im Westen auf, während sie im Osten der Stadt unverhältnismäßig breit entwickelt ist. Dies mag wohl wieder an den häufigen Westwinden liegen, die vom Westen her viel gute Luft bringen, im Osten aber die Gegend mit Abgasen verseuchen.

Besonders schmal ist Zone IV östlich des Wasserwerkes Scharlinz ausgebildet. Hier vollzieht sich der Übergang von Zone III mit gut entwickelten subneutrophilen Vereinen zur Flechtenwüste auf einer Strecke von weniger als 250 Metern. Dieser Unterschied ist besonders augenfällig, da auf der einen Seite der große Park, auf der anderen der Verschiebebahnhof liegt.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Zone V

Sie tritt in zwei Gebieten auf: 1. im Stadtkern, dem Industriegebiet im Osten des Stadtgebietes mit einer Ausstülpung nach Steyregg, den Anlagen der Bundesbahn und 2. im völlig unverbauten Gebiet am Westabhang des Pfenningberges. Das Auftreten von Zone V im dichtverbauten Gebiet ist „natürlich", sie wird durch die Überwärmung und die Abgase verursacht. Ebenso sind die Abgase für Zone V im Industrie- und Bahngebiet verantwortlich.

Wir fanden in Zone V noch vereinzelt Luftalgen, diese aber nur am äußeren Rand dieser Zone. Im Inneren des dichtverbauten Stadtgebietes sind die Bäume frei von jeglichem Bewuchs, oft fanden wir die Baumstämme dicht bedeckt von einer Staub- und Rußschicht.

Das Auftreten von Zone V am Pfenningberg im völlig unverbauten Gebiet von Obernbergen muß einzig und allein der Industrie angelastet werden. Hier liegt eine langgestreckte Insel von Zone V fast in Zone II. Der Übergang von Zone II zu Zone III ist äußerst stark und kurz. In dieser Insel sind die Bäume nicht nur von Bewuchs frei, sondern weisen auch noch empfindliche Schäden auf, teilweise sind sie sogar völlig entnadelt.

Es spielen hier auch noch das Kleinrelief und die lokalen Windströmungen eine bedeutende Rolle, so sind in kleinen Taleinschnitten die Fichten am WNW-Abhang entnadelt, während am OSO-Abhang keine auffälligen Baumschäden wahrgenommen wurden. Im Maßstab der Karte kann dieses Kleinmosaik der Zonierung nicht aufgelöst werden. Es wirkt sich hier der zu kleine Abstand des Industriegebietes vom Pfenningberg und dadurch die zu geringe

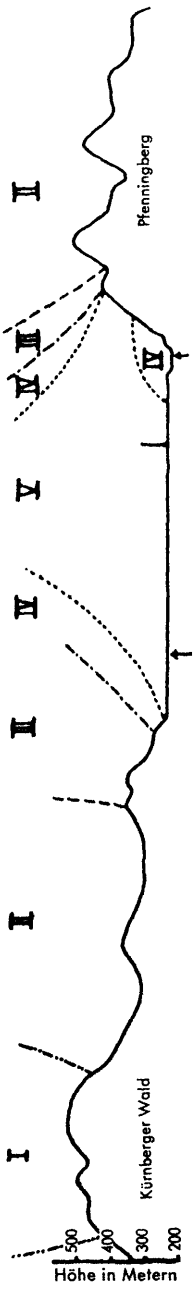


Abbildung 2: Westost-Profil durch die Linzer Flechtenzonen

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Möglichkeit der Abgase, sich zu verdünnen, aus. Diese Verdünnungsmöglichkeit wird dann im Winter, der stoffwechselaktivsten Zeit der Flechten, wenn Temperaturinversion auftritt, fast völlig unterbunden, und die Abgase treffen nahezu in unveränderter Konzentration der Emissionsquelle am Pfenningberg auf.

Ein anschauliches Bild gibt auch noch das Profil (Abbildung 2) quer durch Linz vom Kürnberger Wald zum Pfenningberg. Die oberste Kuppe des Kürnberger Waldes stellt eine Insel der Zone I dar, es folgt anschließend Zone II in breiter Ausdehnung, der oberste Teil des

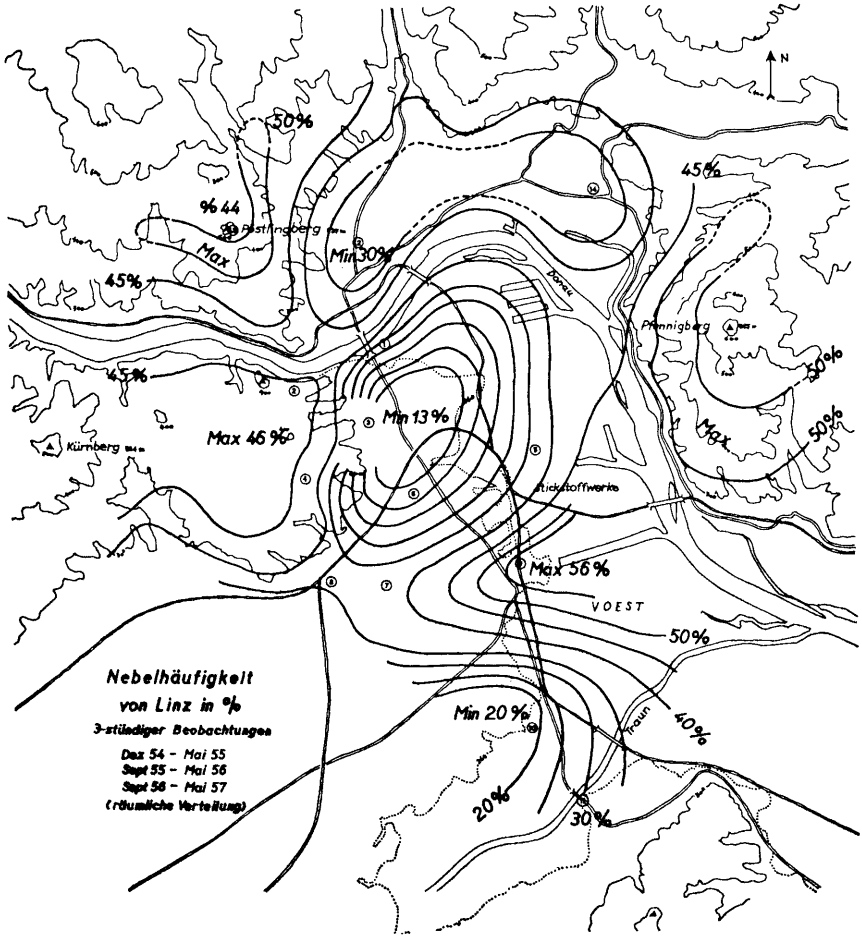


ABBILDUNG 3

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Bauernberges stellt Zone III dar, während der Steilabhang zur Stadt Zone IV bildet. Der unterste Teil jedoch gehört schon zur Flechtenwüste. Ihr gehört dann die ganze Ebene an, nur das Gebiet im Osten der Industrie, die Donau und der unterste Hang des Pfenningberges gehören wieder zu Zone IV. Hier tritt ein umgekehrter Tunneleffekt auf. Dann folgt am Westabhang die schon erwähnte Insel von Zone V; sie bildet eigentlich, wenn man auch den Luftraum miteinbezieht, keine richtige Insel. Anschließend folgt der äußerst rasche Übergang zu Zone II und erst weit im Nordosten der Stadt folgt auch noch Zone I. Das Profil wurde südlich des Hauptgipfels des Pfenningberges gelegt, und so tritt die Insel von Zone I am Pfenningberggipfel in der Abbildung nicht auf.

Vergleich der Flechtenkarte mit der Nebel- bzw. SO_2-Karte der Stadtklimastelle

Wenn man die Nebelkarte (Abbildung 3) betrachtet, so sieht man deutlich, daß die Zone I weitgehend mit den Gebieten mit Nebelmaximum zusammenfällt. Hier steht die relativ hohe Luftfeuchtigkeit im Winter in engem Zusammenhang mit der Lebensaktivität der Flechten. Klar ist diese Beziehung am Kürnberger Wald und Pfenningberg, aber auch noch hinter dem Pöstlingberg. Etwas weniger deutlich

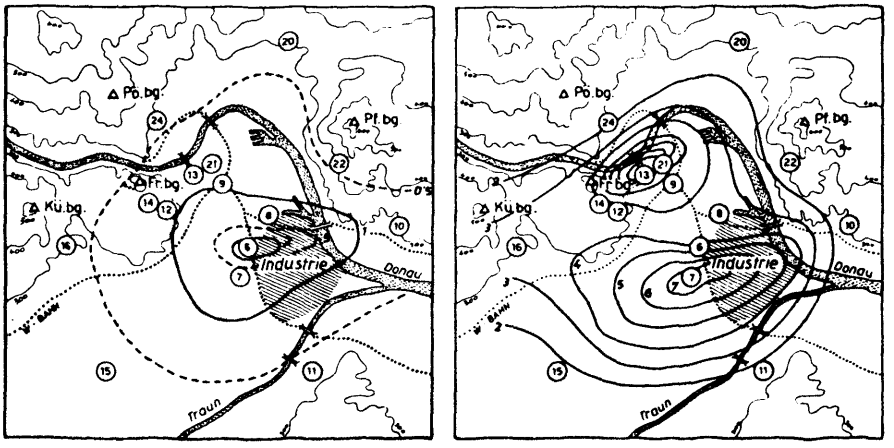


ABBILDUNG 4a, b: VERTEILUNG DER SCHWEFELWERTE IM SOMMER (a) UND IM WINTER (b)

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

erscheint die Beziehung an den nördlichen Begrenzungsbergen des Linzer Beckens.

Daß auch die Insel von Zone V am Pfenningberg in einer Zone mit einem Nebelmaximum liegt, widerspricht dem eben Gesagten nicht. Denn die oben erwähnten Gebiete liegen oberhalb der von der Stadt und ihren Abgasen stark beeinflußten Zone im Bereich der Oberwinde (Weiß, Frenzel 1961) und die durch die Luftfeuchtigkeit besonders hohe Aktivität der Flechten macht diese nur um so anfälliger für die schädigenden Einflüsse.

Auch beim Vergleich mit der Schwefelwertekarte (Abbildung 4a, 4b) (Weiß, Frenzel 1959) fällt eine Ähnlichkeit auf, hier aber von Zone V mit den beiden Maxima der Schwefelwerte auf der Winterkarte. Wohl ist Zone V nicht so deutlich getrennt, wie es die beiden Schwerpunkte auf der Schwefelwertekarte sind, das liegt aber daran, daß die Werte der Schwefelkonzentration schon zu hoch sind, um noch differenzierte Wirkungen auf die Flechten auszuüben. Diese sind als Indikatoren viel zu empfindlich, und es scheint schon eine Menge von 3 mg pro 100 Stunden und 100 cm^2 für die meisten Flechten tödlich zu sein. Denn mit dieser Linie fällt die Grenze der Flechtenwüste ungefähr zusammen.

Schrifttum:

Barkman J. J., 1958: On the Ecology of cryptogamic Epiphytes. Veröffentlichung an der Rijks-Universität te Leiden (es sei vor allem auf das ausführliche Literaturverzeichnis darin verwiesen).

Hufnagl H., 1957: Rauchschäden am Walde im Raume von Linz. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz.

Ried A., 1960: Stoffwechsel und Verbreitungsgrenzen von Flechten I, II. Flora, Band 148, 1949.

Ried A., 1960: Nachwirkung der Entquellung auf den Gaswechsel von Krustenflechten. Botanisches Zentralblatt, Band 79, Heft 6.

Skye E., 1958: Luftförorenigars invarkan på busk-och bladlafvloran kring skifferoljeverket i närkes kvarntrop. Svensk Botanisk Tidskrift.

Weiß E., Frenzel J. W., 1959: Witterung und Klima von Linz. III. Lokalklimatische und luftchemische Untersuchungen im Raume von Linz.

Weiß E., Frenzel J. W., 1960: Erfahrungen mit einer bioklimatischen Untersuchungsstelle. Mitteilungen der österreichischen Sanitätsverwaltung, Heft 3, Jahrgang 61, S. 1—5.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Weiß E., Frenzel J. W., 1961: Windströmungen im Linzer Becken und ihre Bedeutung für luftchemische Probleme des Stadtklimas. Wetter und Leben, Jahrgang 13, Heft 9—10, S. 215—220.

Es seien noch besonders Arbeiten angeführt, in denen auch Zonierungskarten enthalten sind:

Beschel R. E., 1950: Stadtflechten und ihr Wachstum. Diss. Innsbruck. (Mit Karten von Innsbruck, Salzburg, Landeck, Dornbirn und Bregenz.)

Beschel R. E., 1957: Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum, Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck, Band 52. (Es sei auch hier auf das ausführliche Literaturverzeichnis verwiesen.)

Felföldy L., 1942: A varosi levegö hatása az epiphytonzuzmó-vegetátióra Debrecenben (über den Einfluß der Stadtluft auf die Flechtenvegetation der Bäume in Debrecen). Acta Geobot. Hung. 4, S. 332—349.

Haugsjå P. K., 1930: Über den Einfluß der Stadt Oslo auf die Flechtenvegetation der Bäume, Nyt. Mag. Naturvidensk. Oslo 68, S. 1—116.

Hoeg O. A., 1936: Zur Flechtenflora von Stockholm. Nyt. Mag. Naturvidens. Oslo 75, S. 129—136.

Krusenstjerna E. von, 1945: Bladmossvegetation och Bladmossflora in Uppsalatrakten. Acts Phytogeogr. Suec. 19, S. 1—250.

Rydzak J., 1953: Rozmieszczenie i ekologia porostów miasta Lublina (Dislokation und Ökologie von Flechten der Stadt Lublin). Ann. Univ. Mar. Curie-Sklod 8 (9), sect. C, S. 233—357.

Sauberer A., 1951: Die Verteilung rindenbewohnender Flechten in Wien, ein bioklimatisches Großstadtproblem. Wetter und Leben 3 (5/7), S. 116—121.

Schmid B., 1956: Die epixyle Flechtenvegetation von München, Diss. München.

Steiner M. und D. Schulze Horn, 1955: Über die Verbreitung und Expositionsabhängigkeit der Rindenepiphyten im Stadtgebiet von Bonn. Decheniana 108, S. 1—16.

Vaarna V. V., 1934: Helsingin kaupingin puiden ja pensaiden jäkäläkasvisto (über die epiphytische Flechtenflora der Stadt Helsinki). Ann. Bot. Soc. Zool. — Bot. Fenn. Vanama 5 (6) 32 pp.

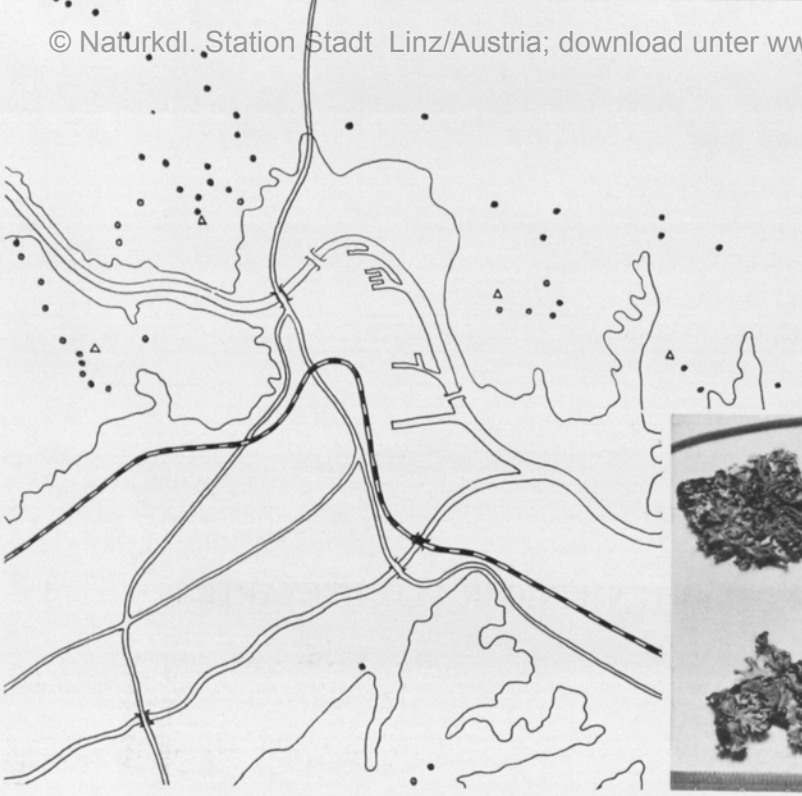
Vareschi V., 1936: Die Epiphytenvegetation von Zürich. Ber. Schweiz. Bot. Ges., Festband Rübel, 46, S. 445—488. 1953 Lainfluencia de los bosques y parques sobre el aire de la cuidad de Caracas. Acta Cientifica Venezolana 4 (3), S. 89—95.

Zurzycki J., 1949: Etude sur la flore des lichens de Cracovie et de ses environs. Acad. Pol. Sc. Lettr., C. R. Mens. Séanc. Cl. Sci. Msth. Nat., 1949 (3/5), S. 18.

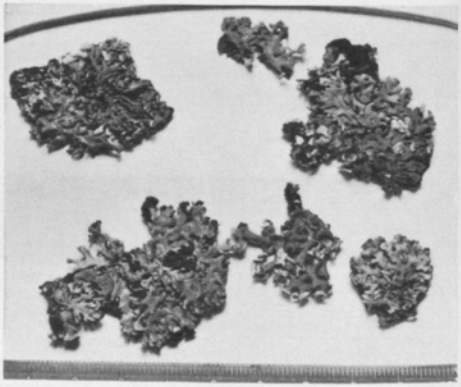
© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

VERBREITUNGSKARTEN EINIGER FLECHTENARTEN

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

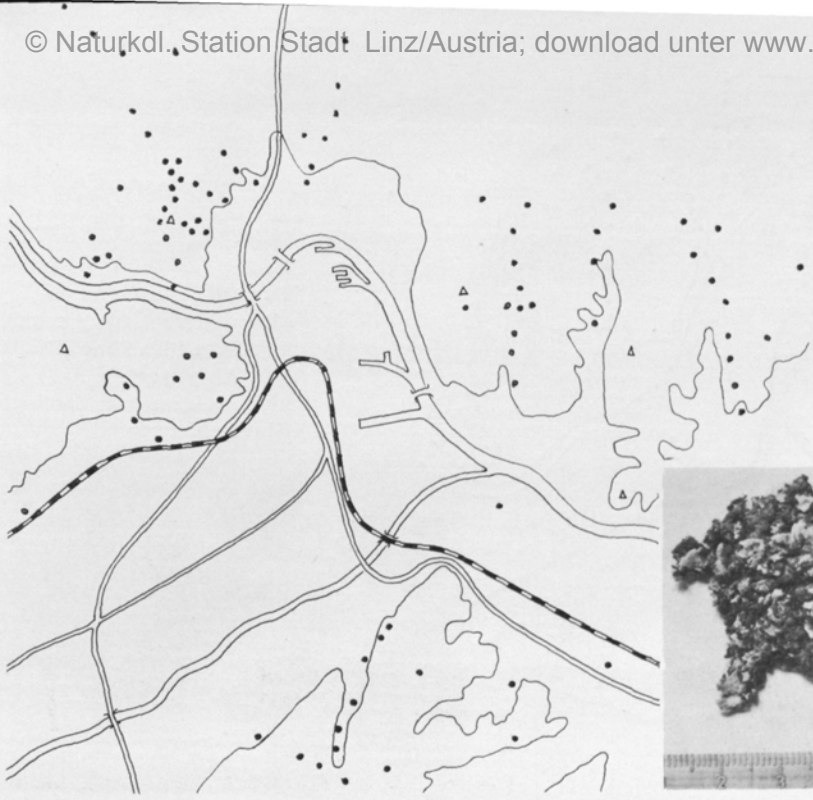


Parmelia physodes ist eine sehr anspruchsvolle Flechte und kommt nur in reiner Luft in der weiteren Umgebung von Linz vor. Sie ist die häufigste Flechte in den Fichtenwäldern um Linz.

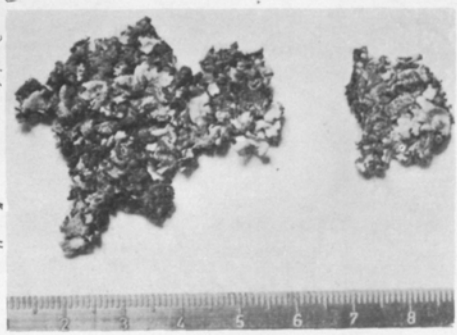


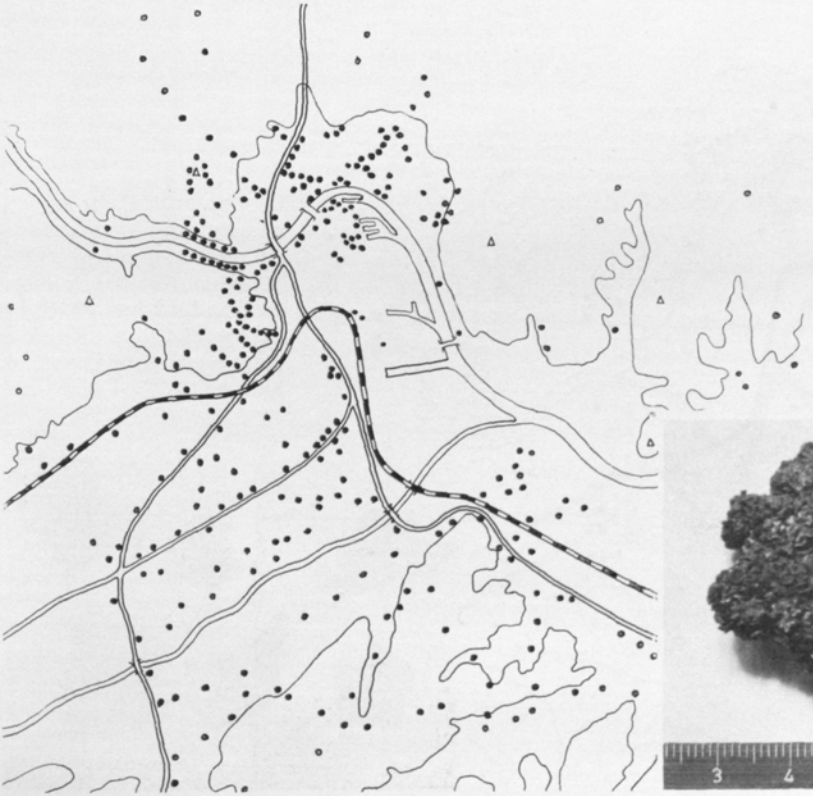
Evernia prunastri ist etwas anspruchsloser als *Parmelia physodes*. Sie dringt bis zur Grenze der Zone III als var. *retusa* (rechts) vor. Rund um Linz ist sie nicht selten.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

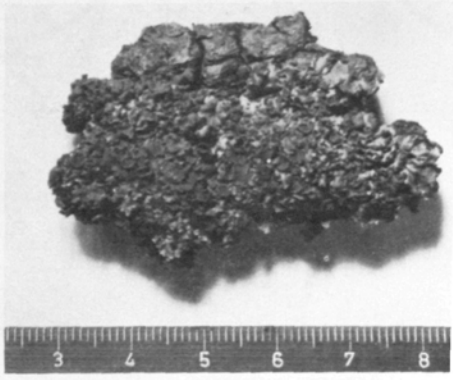


Parmelia scortea verhält sich ähnlich wie *Evernia prunastri*, dringt aber noch etwas weiter in das Stadtgebiet vor. Sie tritt teilweise noch häufig in Zone III auf.

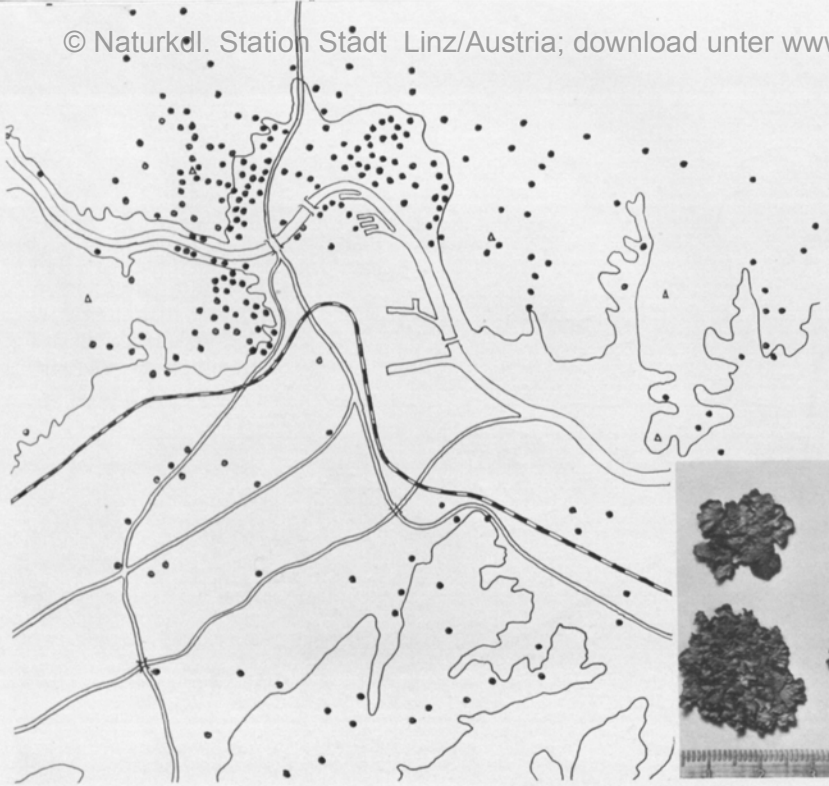




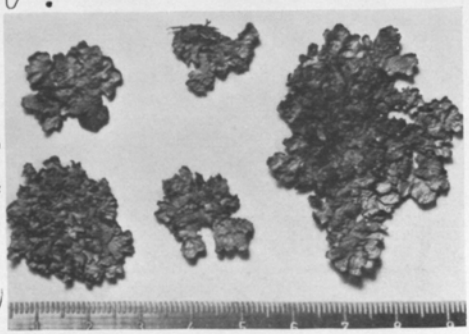
Xanthoria parietina, die gelbe Wandschüsselflechte, kommt als nitrophile Art auch noch weit in der Stadt vor. Sie geht bis zur Zone IV. In Linz ist sie sehr weit verbreitet.



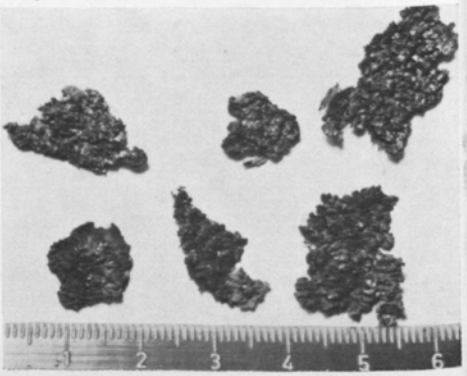
© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Parmelia sulcata ist ein „Durchläufer". Sie kommt von Zone I bis Zone IV vor. Als nitrophile Art zieht sie aber eher das Stadtgebiet vor.



Physcia orbicularis ist eine typische Stadtflechte. An und für sich ein „Durchläufer", hat sie aber doch in Linz im Stadtgebiet ihre Hauptverbreitung, äußerst häufig.



© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Bortenschlager, Schmidt:
Die Flechtenzonen von Linz, 1963

ZONE 5

ZONE 4

ZONE 3

ZONE 2

ZONE 1

LINZ

EBELSBERG

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz (Linz)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: 9

Autor(en)/Author(s): Bortenschlager Sigmar, Schmidt Helmuth

Artikel/Article: Untersuchung über die Epixyle Flechtenvegetation im Grossraum Linz 19-36