© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Linzer biol. Beitr.	9/2	213-224	31.3.1978

DER FLECHTENBEWUCHS VON BIRN- UND APFELBÄUMEN ALS INDIKATOR FÜR DIE LUFTVERUNREINIGUNG IM GROSSRAUM LINZ

Von Roman TÜRK, Salzburg,
und Gottfried HOISLBAUER, St. Florian

Die Kartierung von Flechten zur Erfassung von Luftverunreinigungen und stadtklimatischen Veränderungen wird bereits seit vielen Jahren erfolgreich angewandt (Zusammenstellung diesbezüglicher Arbeiten bei LeBLANC und RAO, 1973). So wurde auch im Großraum Linz in den Jahren 1961 und 1962 eine Untersuchung über die epiphytische und epixyle Flechtenvegetation in Hinblick auf Luftverunreinigungen von BORTENSCHLAGER und SCHMIDT (1963) nach der Methode von BESCHEL (1958) durchgeführt. In dieser Arbeit stellen die Autoren eine relativ großflächige Flechtenwüste fest, die dem Einfluß der Großindustrie und z.T. des Stadtklimas angelastet werden.

In der Zwischenzeit wurden die Methoden zur Erfassung von Immissionen mit Flechtenkartierungen verfeinert, sodaß es von großem Interesse war, eine neuerliche Aufnahme des

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Flechtenbewuchses zur Ausweisung von Immissionsschadgebieten vorzunehmen. Ein direkter Vergleich mit den Ergebnissen von BORTENSCHLAGER und SCHMIDT (1963) ist in vorliegender Arbeit nicht unmittelbar gegeben, da eine andere Methode angewandt wurde.

Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfaßt eine Fläche von ca. 490 km^2 und wird im Westen von der Linie Großamberg-Zeitlham bei Nettingsdorf, im Norden von der Linie Großamberg-St.Magdalena-Schwertberg-Perg, im Osten und Süden von der Linie Perg-Naarn-St.Valentin-Zeitlham bei Nettingsdorf begrenzt. In diesem Untersuchungsgebiet lassen sich drei landschaftliche Zonen unterscheiden:

1) Das Donau-, Traun- und Kremstal mit einer durchschnittlichen Seehöhe von ca. 250 m bis 300 m ü. NN,
2) der submontan bis montan geprägte Anstieg der Böhmischen Masse nördlich und südlich der Donau mit Pfenningberg (616 m), Pöstlingberg (539 m) und Kürnberg (525 m) als höchste Erhebungen und
3) die Traun-Enns-Platte, die etwa 50 bis 100 m über dem Talniveau der Donau liegt.

Diese orographische Differenzierung bedingt naturgemäß klimatische Unterschiede, die sich im natürlichen Flechtenbewuchs äußern.

Methode der Aufnahmen

Das Untersuchungsgebiet wurde in quadratische Felder von 1 km Seitenlänge unterteilt (1 km^2 = 1 Station). Wir untersuchten pro Station den Flechtenbewuchs auf der Borke von mindestens drei Birnbäumen, in einigen Fällen auch von Apfelbäumen.

Die Beschränkung auf eine Baumart ist notwendig, um Substratgleichheit zu gewährleisten. Birnbäume wurden gewählt,

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

weil sie im Untersuchungsgebiet am weitesten verbreitet sind. Ihre Borke stellt ein weitgehend saures Substrat dar, das eine geringe Pufferkapazität gegenüber sauren Beeinflussungen hat (vgl. BARKMAN, 1958), sodaß saure Immissionen gerade auf Birnbäumen besonders stark auf den Flechtenbewuchs wirken. Denn es hat sich gezeigt, daß Verfälschungen der Ergebnisse auftreten können, wenn alle Baumarten in Betracht gezogen werden, da es Baumarten gibt (z.B. Fraxinus excelsior, Acer spec., Aesculus hippocastanum), deren Borke neutral bzw. schwach basisch reagiert und ein Überleben von bestimmten Flechtenarten ermöglicht, selbst wenn höhere Immissionsraten vorliegen, bei denen Flechten auf saurem Substrat bereits absterben. So konnten z.B. TÜRK und WIRTH (1975) experimentell aufzeigen, daß die SO_2-Schädigung von Flechten vom pH-Wert des Flechtenthallus und des Substrates abhängig ist. Ferner ist eine Korrelation der Verbreitungsgrenzen einer bestimmten Flechtenart mit einer bestimmten Immissionsbelastung, wie sie etwa in England (HAWKSWORTH und ROSE, 1970) aufgefunden wurde, im mitteleuropäischen Raum nur bedingt gültig, da die kleinklimatischen Unterschiede in unserem Raum zu groß sind. Daher zeigen bestimmte Flechtenarten in klimatisch begünstigten Gebieten aufgrund ihrer größeren Vitalität nicht die Empfindlichkeit gegenüber SO_2 und anderen Schadstoffen wie Flechten, die an klimatisch ungünstigen Stellen ein Grenzvorkommen haben (vgl. über Standort der Flechten und SO_2-Resistenz von Flechten, TÜRK et al. 1974).

Um kleinklimatische Unterschiede weitgehend zu umgehen, wählten wir für unsere Untersuchungen nur freistehende Bäume, sodaß - sofern überhaupt - nur die klimatischen Unterschiede der oben geschilderten Räume zu tragen kommen. Unseren Beobachtungen zufolge war kein wesentlicher Unterschied in der Artenzusammensetzung und der Abundanz der Flechten in weitgehend luftreinen Gebieten nördlich und südlich der Donau festzustellen.

Als eventuell zu untersuchender Trägerbaum hätte - von der Verbreitung her gesehen - auch die Fichte dienen können. Doch ist das natürliche Vorkommen der Fichte mehr auf die montanen

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

bis subalpinen Lagen beschränkt. Es hat sich gezeigt, daß Fichten in tieferen Tallagen auch in nicht verunreinigten Gebieten nur einen sehr spärlichen Flechtenbewuchs tragen, da die Wasserkapazität der Fichtenborke sehr gering ist und die Flechten nur dann gut auf Fichten gedeihen, wenn die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit hoch ist, wie etwa in den Staulagen der Nordalpen. So sind der Birnbaum und der Apfelbaum aufgrund ihrer höheren Wasserkapazität für emittentenbezogene Flechtenuntersuchungen besser geeignet als die Fichte.

Durch Staubanflug kann besonders in Gebieten mit kalkhaltigem Gestein im Untergrund und kalkreichem Boden der Einfluß saurer Immissionen auf den Flechtenbewuchs abgeschwächt werden. Denn die Wirkung saurer Abgase auf Flechten ist abhängig vom pH-Wert, da - im Falle von SO_2 - die Dissoziationsprodukte der Reaktion $SO_2 + H_2O$ "H_2SO_3" vom pH-Wert abhängen. So liegen im sauren Bereich mehr HSO_3^- - Ionen, im basischen Bereich mehr $SO_3^=$ - Ionen vor. Experimentelle Untersuchungen (HILL, 1970; TÜRK und WIRTH, 1975) ergaben, daß gerade das HSO_3^- - Ion das am stärksten schädigende Agens im Falle einer SO_2-Belastung ist. Durch Anflug von basisch reagierenden Stäuben kann der Einfluß des SO_2 abgepuffert werden. Aus diesem Grunde untersuchten wir nicht die Flechtenvegetation des gesamten Stammbereiches, sondern nur in einer Höhe von 1,15 - 1,65 m, wo der Staubeinfluß - sofern vorhanden - nicht mehr so gravierend ist wie etwa an der Stammbasis. Diese ist zumeist von neutrophytischen bis basiphytischen Flechtenvereinen bewachsen, wobei die Flechten oftmals eine große Artenzahl und hohe Abundanz aufweisen können, sodaß eine emittentenbezogene Flechtenkartierung ein verfälschtes Bild ergeben könnte.

Im einzelnen gingen wir folgendermaßen vor: An ausgewählten Birnbäumen, deren Stammdurchmesser 40 bis 70 cm betrug, bestimmten wir in einer Stammhöhe von 1,15 bis 1,65 m (vgl. WIRTH und LIEBOLD, 1976) den Anteil der von Flechten bedeckten Gesamtoberfläche und den Anteil der einzelnen Flechtenarten der bedeckten Fläche mittels einer gerasterten Pla-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

stikfolie. Für jede Station (3 bis 4 Bäume) wurde der Luftreinheitsindex (Index of Atmosperic Purity = IAP) nach LeBLANC und DeSLOOVER (1970) in abgeänderter Form nach dem Flechtenvorkommen und der Vitalität berechnet, und zwar

IAP = (Q . f) (vgl. KIRSCHBAUM et al., 1974).

"Q", der Toxitoleranzfaktor, stellt eine für jede Flechtenart unveränderliche Größe dar, die angibt, mit wievielen Flechtenarten sie im Untersuchungsgebiet im Durchschnitt zusammen vorkommt. Besitzt eine Flechte einen niedrigen Q-Wert, so bedeutet das, daß sie dort noch zu gedeihen vermag, wo andere Flechtenarten schon ausgestorben sind, da sie weniger empfindlich gegenüber Immissionen ist. "f" ist ein Kombinationswert aus Frequenz, Deckungsgrad und Vitalität; der f-Wert ist eine variable Größe und ändert sich je nach den Lebensbedingungen, die eine bestimmte Flechtenart von Station zu Station vorfindet. Hohe f-Werte geben eine gute Vitalität, hohe Frequenz (in vielen Stationen vorkommend) und starken Deckungsgrad wieder.

In unserem Fall schlüsselten wir den f-Wert folgendermaßen auf:

Anzahl der Bäume pro Quadrant mit der zu untersuchenden Art	1	2	3
generell	1	2	4
Vitalität überall +	1	3	4
Deckungsgrad über 25%.	2	3	5

Pro Quadrant wird die Summe aus dem für jede einzelne Flechtenart errechneten Produkt aus Q.f gebildet, was den IAP ergibt. Im Untersuchungsgebiet wurden IAP-Werte von 0 bis über 400 festgestellt.

Der Einfluß spezifischer Immissionen kann mit Hilfe von Flechten nicht erfaßt werden; es wirken alle vorhandenen Immissionen auf die Flechten ein, ebenso - besonders in

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

dicht verbauten Gebieten - die Veränderung der kleinklimatischen Bedingungen. So kann es nach WIRTH (1976) als Vorteil der Bioindikation durch Flechten gegenüber Meßinstrumenten angesehen werden, daß Flechten eine Vielzahl von schädigenden Faktoren erfassen, während Meßgeräte nur einige wenige Komponenten zu messen vermögen.

Ergebnisse

In beiliegender Abbildung sind die Ergebnisse der Flechtenkartierung dargestellt. Die errechneten LAP-Werte wurden in fünf Gruppen unterteilt, wobei jede Gruppe eine bestimmte Belastungszone wiedergibt. Mit ansteigenden IAP-Werten nimmt der Belastungsgrad ab. Für die Korrelierung einer bestimmten Gruppe mit einem bestimmten Belastungsgrad wurden der Deckungsgrad, der Grad der Schädigung und die Artenzusammensetzung herangezogen. Die Abstufungen der IAP-Werte wurden im Vergleich zu Untersuchungen in anderen Gebieten in Mitteleuropa (z.B. Frankfurt: KIRSCHBAUM et al. 1974) in größeren Intervallen vorgenommen, da der Großraum Linz günstigere klimatische Bedingungen für das Wachstum und die Entwicklung von Flechten bietet als andere Regionen in Mitteleuropa, die flechtenärmer sind.

IAP-WERT	Zone	Belastungsgrad
1 - 69	5	sehr hoch
70 - 139	4	hoch
140 - 209	3	mittelmäßig
210 - 279	2	gering
ab 280	1	nicht feststellbar

Bei der Ausweisung und Darstellung von Zonen muß aber immer beachtet werden, daß die einzelnen Zonen nicht scharf voneinander abgegrenzt sind, sondern daß ein gleitender Übergang von einer Zone zur anderen besteht. So ist es gerade

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

beim Übergang von der Zone 3 in die Zone 2 oftmals schwierig, exakte Grenzen zu ziehen, da die Zonen 1 bis 3 infolge von orographischen Gegebenheiten auf relativ kleinem Raum ineinander übergehen können.

Wie aus der Abbildung 1 hervorgeht, gehört ein Großteil des Untersuchungsgebietes den stark bis gering belasteten Zonen an. Die Zone 1 ist großflächig auf die höher gelegene Traun-Enns-Platte im Süden und auf Bereiche nördlich des Steyregger Waldes im Norden beschränkt. Eine sehr große Ausdehnung hat die Zone 2, die einen geringen Belastungsgrad anzeigt, in der aber durchaus schon äußere Schädigungen der Flechtenthalli und eine Verarmung der Artenzahl festzustellen sind. Sie ist als Streifen wechselnder Breite im Norden und Süden des Untersuchungsgebietes ausgebildet und nimmt zwischen Pichling und Mauthausen einen größeren Raum ein. Stellenweise ist sie von Inseln der Zone 1 durchsetzt, so etwa südlich von Ebelsberg, östlich von Pichling, westlich von Leonding, nördlich und südöstlich von Mauthausen und bei Stögen.

Die Zonen 3 bis 5 sind zumeist in den Tallagen ausgebildet. Die hohen Belastungsgrad anzeigende Zone 4 (ca. 60 km^2) folgt dem dicht besiedelten Gebiet von Traun bis Kleinmünchen, liegt ringförmig um die Zone 5 und erstreckt sich im Osten fast bis zur Spitze des Pfenningberges, zum Luftenberg und südlich davon bis Pichling. Ferner konnte sie in zungenförmiger Ausbildung bei Enns, Mauthausen und Lungitz festgestellt werden. Die Zone 5 umfaßt im Raum Linz eine geschlossene Fläche von etwa 29 km^2 und inselartig kleinere Flächen bei Traun, St. Martin, Neue Heimat und um Lungitz.

Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen eine großflächige Immissionsbelastung im Trauntal, nördlichen Kremstal und um die Städte Linz, Enns und um den Markt Mauthausen an. Die am stärksten belasteten Gebiete (Zone

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

5 und 4) sind auf die Tallagen beschränkt bzw. auf Gebiete, die in Abwindsystemen von Großemittenten liegen, wie etwa der Westabfall des Pfenningberges und des Luftenberges.

Eine erstaunlich gute Korrelation ist zwischen der Ausdehnung der Flechtenzonen 5 bis 3 und der mittleren SO_3-Belastung im Winterhalbjahr (STUBENRAUCH, 1976; S. 21 und 22) festzustellen. Zu beachten ist, daß durch lokale Gegebenheiten die Wirkung der Immissionen herabgesetzt werden kann, wie unten noch ausgeführt wird.

Die Lage und Erstreckung der Zonen 4 und 3 sind mit der im Jahresgang am häufigsten auftretenden Windrichtung korreliert, die ihrerseits von den orographischen Gegebenheiten bestimmt wird, was vor allem im Osten von Linz am Westabfall des Steyregger Waldes (mit dem Pfenningberg als höchste Erhebung) und am Luftenberg klar zum Ausdruck kommt. Zudem läßt die flächenmäßige Ausdehnung der Zone 4 im SW und E von Linz deutliche Zusammenhänge mit der Ausbreitung und Reichweite von Rauchfahnen (vgl. SCHMEISS, 1976) erkennen, wofür auch die Ausdehnung der Zone 3 nach St. Florian im Süden und über St. Georgen hinaus im Norden der Donau spricht. Die zusätzliche Wirkung von Kleinemittenten wird im Trauntal offenkundig. Neben den durch den Wind verbreiteten Rauchfahnen von den Industriebetrieben in und um Linz kommt gerade in den dichter verbauten Gebieten der Tallagen den Kleinemittenten eine bedeutende luftverunreinigende Rolle zu, wie die Inseln der Zone 5 im Trauntal zeigen.

Bei Lungitz, wo ebenfalls die Zonen 4 und 5 in kleinflächiger Ausbildung festgestellt wurden, steht ein vor einigen Jahren aufgelassenes Ziegelwerk. Es ist möglich, daß dort seit der Auflassung dieses Ziegelwerkes eine Verbesserung der Immissionssituation eingetreten ist, die aber noch nicht ihren Niederschlag in einem Neuaufkommen von Flechten gefunden hat. Untersuchungen zu einem späteren Zeitpunkt könnten Aufschluß darüber geben.

Überraschend gering ist der Einfluß der Papier- und Sulfat-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

zellulosefabrik Nettingsdorf auf den Flechtenbewuchs: Nur die Zone 3 breitet sich etwa 3 km nach Osten über die ersten Anhöhen der Traun-Enns-Platte aus, an den Flechten sind verhältnismäßig geringe Schäden festzustellen.

Von großem Interesse ist die Frage nach der Ausbildung der Zone 4 am Ostabfall des Kürnberges. Möglicherweise treten dort bei Ostwinden Strömungssysteme auf, die stark verunreinigte Luft in etwas größere Höhen transportieren, wo es dann zu einem Stau kommt, was einen entsprechenden Einfluß auf die Flechtenvegetation hat. Doch müßte diese Beobachtung durch kleinflächige klimatische Untersuchungen und Immissionsmessungen bestätigt werden.

Der Verlauf und das Auftreten der Zonen 2 und 1 ist einerseits mit einer geringen Bebauungsdichte, andererseits mit dem Anstieg des Geländes, wie es sehr gut an den Anhöhen der Traun-Enns-Platte beobachtet werden kann, korreliert. Die Durchlüftung ist auf den Höhen durch das häufigere Auftreten von Winden weitaus besser als in den Tallagen, in denen häufiger Inversionen, die oft mit einem starken Anstieg der Schadstoffkonzentration verbunden sind, auftreten (vgl. SCHMEISS, 1976).

Im Leeschatten der Hauptwindrichtungen treten hinter ausgedehnten Wäldern (z.B. Mönchgraben, Raffelstetten, Albing) kleine Flächen, die der Zone 1 zuzuordnen sind, auf. Eine starke lokale luftverbessernde Wirkung ist auch den Hangabwinden und Talabwinden zuzuschreiben, wie das zungenartige Vorrücken der Zone 1 in niedere, belastete Tallagen zeigt.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchung kann zusammenfassend festgestellt werden, daß der Belastungsgrad und die Fläche der Ausdehnung der Emissionen im Untersuchungsgebiet groß sind. Die Zone 5, die eine Flechtenwüste darstellt, hat eine Gesamtausdehnung von ca. 36 km^2, die Zone 4, die eine starke Immissionsbelastung anzeigt, von ca. 60 km^2, insgesamt also etwa 100 km^2, in denen der Großteil der Bevölkerung lebt.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diese Studie stellt nur einen Teil einer demnächst erscheinenden Arbeit dar, in der die Flechtenausbreitung im Zusammenhang mit der Luftverunreinigung und vielen anderen Faktoren untersucht wird.

Literatur

BARKMAN, J.J., 1958: Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Assen: Van Gorcum & Comp. N.V.

BESCHEL, R., 1958: Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum. Ber.Naturwiss.-med.Ver.Innsbruck 52, 1-158.

BORTENSCHLAGER, S. und SCHMIDT, H., 1963: Luftverunreinigung und Flechtenverbreitung in Linz. Ber.Naturwiss.-med.Ver.Innsbruck 53, 23-27.

HAWKSWORTH, D.L. and ROSE, F., 1970: Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. Nature (Lond.) 227, 145-148.

HILL, D.J., 1971: Experimental study of the effect of sulfite on lichens with reference to atmospheric pollution. New Phytol.70, 831-836.

KIRSCHBAUM, U., KLEE, R. und STEUBING, L., 1974: Luftqualitätsmessungen infolge von Immissionswirkungen auf Flechten - Flechten als Bioindikatoren. In: Lufthygienisch-meteorologische Modelluntersuchung in der Region Untermain. 5. Arbeitsbericht. N. 6 Luftverschutzung; 116-127.

LeBLANC, F. and DeSLOOVER, J., 1970: Relation between industrialisation and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. Canad.J.Bot.48, 1485-1496.

LeBLANC, F. and RAO, D.N., 1973: Evaluation of the pollution and drought hypothesis in relation to lichens and bryophytes in urban environments. Bryologist 76, 1-19.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

SCHMEISS, L.-R., 1976: Wind, Nebel und Niederschlag im oberösterreichischen Zentralraum. Schriftenreihe des Amtes der o.ö. Landesregierung, Landesbaudirektion.

STUBENRAUCH, J., 1976: Umweltschutz in OÖ. Luftgütemessung. Amt der o.ö. Landesregierung, Landesbaudirektion. Schriftenreihe.

TÜRK, R., WIRTH, V. und LANGE, O.L., 1974: CO_2-Gaswechsel-Untersuchungen zur SO_2-Resistenz von Flechten. Oecologia (Berl.) 15, 33-64.

TÜRK, R. and WIRTH, V., 1975: The pH dependence of SO_2 damage to lichens. Oecologia (Berl.) 19, 285-291.

WIRTH, V., 1976: Über den Einfluß des SO_2 auf die Flechtenvegetation in urbanen Räumen und die Indikation der SO_2-Belastung durch Flechten. Schriftenr.f.Veg.-Kunde, Heft 10, 203-213.

WIRTH, V. and LIEBOLD, B.: Statistical analysis of the lichen vegetation of an avenue at Freiburg (South-West Germany), with regard to injurious anthropogenous influences. (Im Druck).

Anschrift der Verfasser:

Dr.Roman TÜRK
Botanisches Institut
der Universität Salzburg
Lehrkanzel II
Lasserstraße 39
A-5020 SALZBURG

Mag.Gottfried HOISLBAUER
Niederfraunleiten 21
A-4490 St. FLORIAN

*Diese Arbeit wurde im Rahmen eines Landschaftskonzeptes für die Entwicklungsachse Linz - Enns - Perg im Auftrag der oberösterreichischen Landesregierung, Abt. Raumordnung und Landesplanung, über das Institut für Grünraumgestaltung an der Universität für Bodenkultur durchgeführt.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

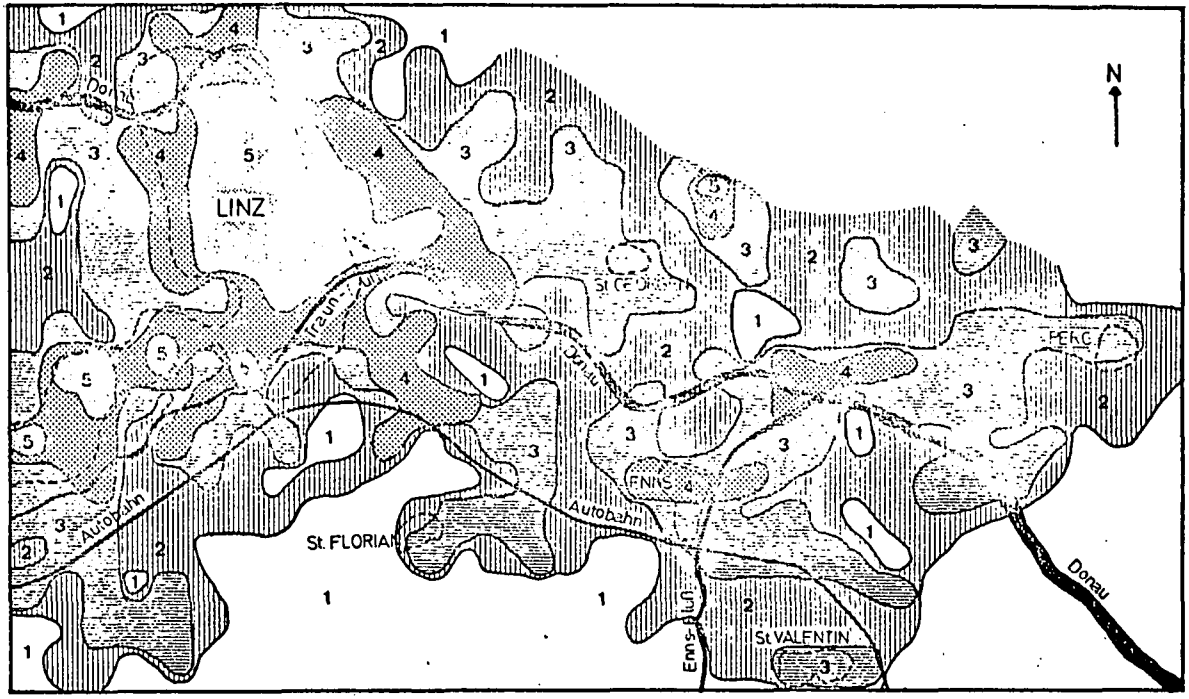

Abb. 1: IAP-Zonen im Großraum Linz (vgl. Text). Die gestrichelte Linie gibt die äußere Grenze der dichten Verbauung an.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Linzer biologische Beiträge

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: 0009_2

Autor(en)/Author(s): Türk Roman, Hoislbauer Gottfried

Artikel/Article: Der Flechtenbewuchs von Birn- und Apfelbäumen als Indikator für die Luftverunreinigung im Großraum Linz. 213-224