

Luftverunreinigung und Flechtenverbreitung in Linz

Von Sigmar Bortenschlager und Helmut Schmidt

Luftverunreinigungen und Abgase beeinträchtigen in Großstädten die Lebewelt, wofür insbesondere die Flechten ein guter Anzeiger sind. In Untersuchungen von HAUGSJÄ, HÖEG, VARESCHI und BESCHEL wurden Abhängigkeiten der Flechtenvegetation vom Grad der Verschmutzung festgestellt und kartographisch erfaßt. Die kartographische Methode vermag auf einfache Weise Aufschlüsse über das Bioklima einer Großstadt zu geben. Deshalb wurden wir von der Klimastelle der Stadt Linz beauftragt, die Verhältnisse im dortigen Stadtgebiet zu untersuchen.

Linz ist mit seinen über 200.000 Einwohnern und einer erst seit 20 Jahren bestehenden Großindustrie für die Kartierung der Flechtenzonen ein besonders günstiges Objekt, denn es werden dort seit sieben Jahren von der Klimastelle im Gesundheitsamt der Stadt laufend SO_2 -, Wind- und Staubmessungen durchgeführt. Neuerdings werden in der Luft auch Cl, F, nitrose Gase und Radioaktivität gemessen. Nebel wird laufend registriert. Deshalb ist es hier möglich, die biologischen Ergebnisse mit Meßwerten der physikalisch-chemischen Verhältnisse zu vergleichen.

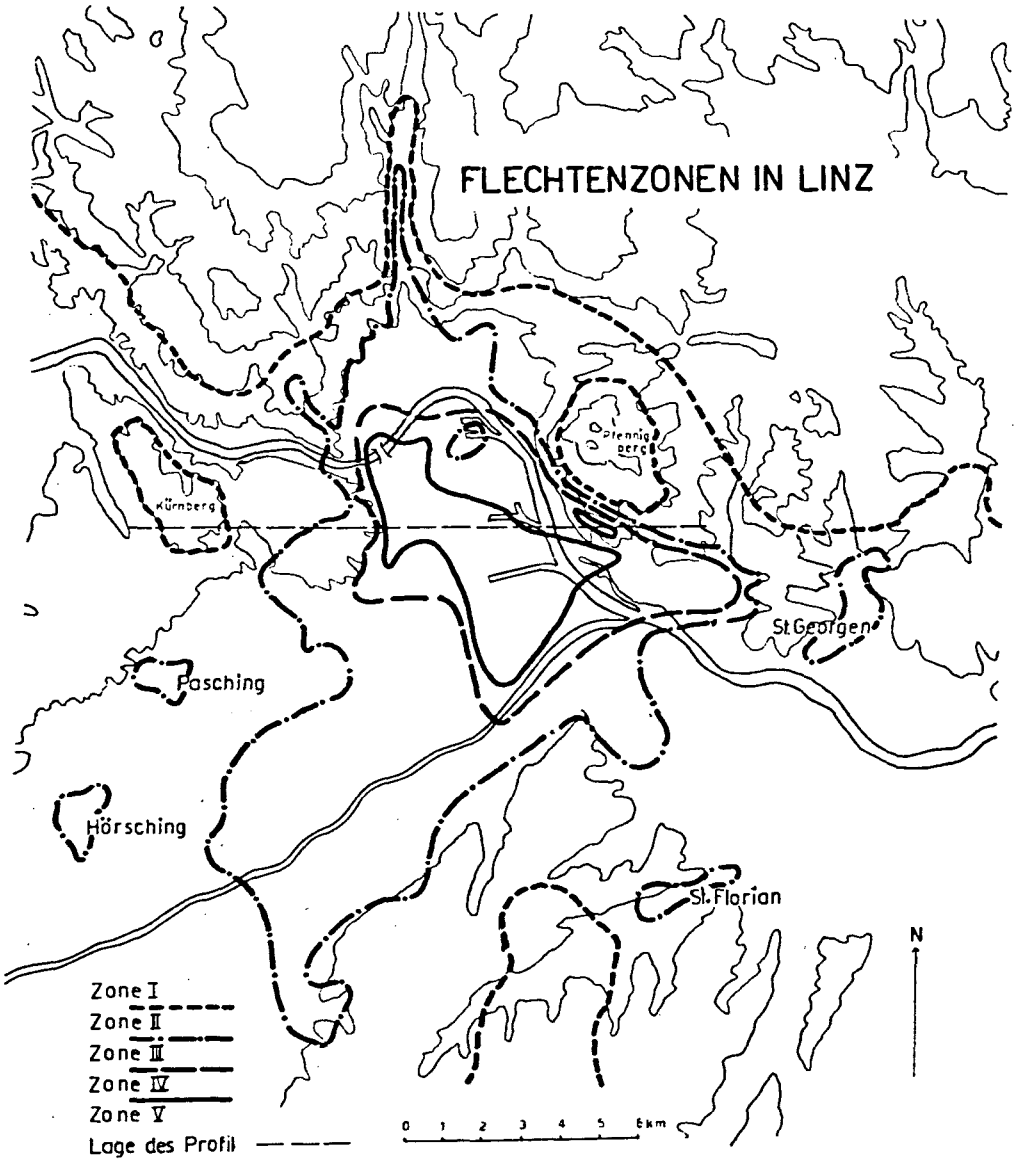
Abgase der Industrie im Osten der Stadt und Luftstauungen durch die Beckenlage wirken sich sehr nachteilig auf das Bioklima von Linz aus. Die Beckenlage bedingt auch, daß die in Linz häufigen Westwinde ungefähr 100 m über der Stadt als Oberwinde hinwegstreichen, ohne in der Stadt selbst viel zur Ventilation beizutragen. Schließlich sei noch auf die Nebelhäufigkeit in Linz hingewiesen. Hochnebel hat seine Untergrenze bei 400 m, Bodennebel erreicht kaum 350 m.

Wir haben die Flechtenvegetation im Stadtgebiet von Linz in den Monaten April bis Juli 1962 untersucht. Dabei hielten wir uns in Methodik und Terminologie an die Arbeiten von BESCHEL. Da wir für die Arbeiten den Dienstwagen der Klimastelle zur Verfügung hatten, konnten wir an über 600 Bäumen (besonders Birnbäumen und Linden) Bestandsaufnahmen im ganzen Großraum von Linz durchführen und so ein ziemlich lückenloses Bild der Flechtenverbreitung in und um Linz gewinnen. Die Details der Analysen sind bei den Autoren hinterlegt.

Mit fortschreitender Verschlechterung der Luftverhältnisse unterscheiden wir folgende 5 Zonen. Sie sind auf einer Karte und einem Westost-Profil durch die Stadt dargestellt.

In ZONE I sind die Flechtenvereine nicht geschädigt. Als charakteristische Gesellschaften fanden wir *Parmelietum physodis* und *P. furfuraceae*, beide auch in der

Evernia prunastri Variante. Am Kürnberger Wald fanden wir auch noch das *Graphidum scriptae*. Nicht selten waren 80% der Stammoberflächen von Flechten bedeckt. Diese Zone ist in Linz nur über der Höhenlinie von 400 m, der Untergrenze des



Hochnebels, vertreten; entsprechend der Topographie also im Westen am Kürnberger Wald und im Osten am Pfennigberg als Inseln im Gebiet von Zone II. Nur im Norden besteht ein geschlossenes Areal von Zone I auf dem Hochplateau des

Mühlviertels, allerdings vom Haselgraben tief eingeschnitten. Im Süden wird Zone I erst weit außerhalb des Stadtgebietes im Forstholz erreicht.

ZONE II findet sich außerhalb des direkten Stadteinflusses im unverbauten Gebiet des Linzer Stadtrandes, vertreten durch Angebiete, landwirtschaftliche Kulturflächen und kleinere Wälder. In ihr fanden wir verschiedenste *Parmelieten*, sämtliche auch in der *Evernia prunastri* Variante. Wir zogen die Grenze zu Zone III mit dem letzten Auftreten von *Evernia prunastri*. Diese fanden wir in Linz öfters in der *var. retusa*, die offensichtlich, wie KEISSLER in Rabenhorsts Kryptogamenflora vermutet, wesentlich weiter verbreitet ist als bisher angenommen wurde. Nach KEISSLER wurde sie für ganz Österreich nur einmal von einer Holzwand eines Heuschuppens in Windischgarsten (Oberösterreich) angegeben. Wir fanden diese Varietät nicht nur in Linz, sondern auch in der Umgebung von Wels, und zwar auf bearbeitetem Holz (wie auch KEISSLER) und an lebenden Birnbäumen. Sie ist eigentlich nur eine Kümmerform der Typusart, die wir wohlausgebildet erst in größerer Entfernung von der Stadt fanden. Gegen die Stadtmitte hin werden die Exemplare kleiner und unscheinbarer bis zur Grenze von Zone III, wo wir oft Exemplare von nur 0,5 cm Durchmesser fanden. Trockenheit, Luftverunreinigung und Wind dürften für den Kümmerwuchs verantwortlich sein. Eine ähnliche Oekomorphose dieser Art hat B. SCHMID für München beschrieben.

Zone II bildet einen geschlossenen Ring um Linz, der im Norden am schmalsten ist, wo er das Stadtgebiet nur beim Auhof in Urfahr erreicht. Im weit hinaus besiedelten Süden und Westen der Stadt ist er von Zone III stark zurückgedrängt.

ZONE III ist für locker verbaute Gebiete charakteristisch. Wie auch in anderen Städten dominieren die nitro- und subneutrophilen Vereine: vor allem das *Physcietum ascendentis*, *Ph. orbicularis* und *Ph. pulverulentae*. Alle drei traten hauptsächlich in der *Xanthoria parietina* Variante auf. Die Grenze gegen Zone IV zogen wir mit dem Ausbleiben dieser *Xanthoria*-Varianten. Zone III hat ihre größte Ausdehnung im Süden und Südwesten der Stadt in den großen Linzer Siedlungsgebieten Binder-
michel, Wegscheid und Traun. BESCHEL machte darauf aufmerksam, daß sie um kleinere Ortschaften oft Inseln im Gebiet der Zone II bildet und außerdem entlang den Hauptausfallsstraßen nach außen verlagert ist. Dieser „Tunneleffekt“ ergibt nach BESCHEL für Salzburg geradezu ein „sternförmiges Stadtbild“. Ähnliches gilt auch für Linz. Südlich des Linzer Hafens bildet Zone III weit im Stadtinneren eine Insel in Zone IV; sie dürfte sich dort früher viel weiter ausgedehnt haben. Dieses Gebiet ist durch Fallwinde aus dem Mühlviertel begünstigt, was sich auch im weiten Herabsteigen von Zone II am anderen Donauufer bei Plesching und Auhof zeigt.

In ZONE IV ist die Flechtenvegetation bereits stark geschädigt und zeugt von empfindlicher Verunreinigung der Luft. Wir fanden nur mehr sehr verarmte subneutrophile Vereine, vor allem noch das *Physcietum orbicularis*, daneben noch Arten der Gattung *Lecidea*, *Candellaria* und *Lepraria*. Oft waren die Flechten von einer

dicken Ruß- und Staubschicht bedeckt und nur schwer zu erkennen. Häufig schienen sie am Absterben zu sein.

Zone IV erreicht in Linz eine verhältnismäßig große Ausdehnung. Sie ist im Westen eher schmal, bedeckt dafür aber im Osten der Stadt eine große Fläche und reicht weit über das engere Stadtgebiet hinaus bis zu ihrem östlichsten Punkt in Pulgarn und Luftenberg. Diese Ausweitung im Osten ist durch die Westwinde bedingt, die die Industrieabgase mit sich führen.

ZONE V, die völlige Flechtenwüste, ist in Ausdehnung begriffen. Sie tritt in zwei Arealen auf, einmal in der Stadt im Industriegebiet und außerdem am Südwestabhang des Pfennigberges. In der Stadt selbst weist sie zwei Schwerpunkte auf,

W-O PROFIL DURCH DIE FLECHTENZONEN IN LINZ



einen über dem Industriegebiet, den anderen über dem Stadtkern. In dem völlig unverbauten Gebiet am Südwestabhang des Pfennigberges, ungefähr 100 m über dem Stadtniveau, sind vor allem Industrieabgase als Ursache für das Fehlen der Flechten verantwortlich zu machen; Zone V zieht sich dort als schmaler Streifen unmittelbar östlich des Industriegeländes in Höhe der Schornsteine hin. Bei der im Winter häufigen Temperaturinversion werden die Abgase am Aufsteigen gehindert und treffen fast unverdünnt am Hang auf. Dabei schädigen sie nicht nur die Flechten, sondern auch den Wald ganz empfindlich. Die Exposition des Hanges spielt hier eine entscheidende Rolle. Wir fanden an westnordwestexponierten Hängen in dieser Insel völlig entnadelte Fichten, während an Ost-südost-Hängen noch keine auffälligen Waldschäden aufgetreten waren. Im darüber liegenden Gebiet erfolgt der Übergang zu den Zonen III und II dann auf ganz kurzer Strecke.

Vergleiche mit den Messungen der Klimastelle

Es zeigt sich gute Übereinstimmung der Flechtenzonen mit den Grenzen gleichen Schwefelgehaltes. Die Grenze von Zone V deckt sich weitgehend mit der Grenze von Schwefelwerten über 3 mg pro 100 Stunden und 100 cm²; Werte von über 6 mg pro 100 Stunden und 100 cm² charakterisieren die beiden Zentren in der Stadt und im Industriegebiet. In Zone V wurde außerdem ein Staubbiederschlag von über 30 mg pro m² und Monat festgestellt. Das zeigt noch einmal, daß die Karte der Flechtenzonen ein gutes Bild von der Reinheit der Luft gibt, wie es mit keiner

anderen Methode so schnell und genau gewonnen werden kann, da mit der Beobachtung des Flechtenwachstums die gesamten schädigenden Wirkungen über lange Zeit integriert erfaßt werden.

Vom Standpunkt der Flechtenökologie ist es allerdings sehr schwierig, im einzelnen zu beurteilen, welche schädigenden Einflüsse ausschlaggebend sind. Die Mehrzahl der Flechtenforscher macht Abgase: SO_2 , Cl, F und nitrose Gase für die Zonenbildung verantwortlich, der Pole RYDZAK (1953) stellt dagegen die Trockenheit in den Vordergrund. Es dominiert wohl manchmal dieser, manchmal jener Faktor, wenn er ins Extrem gerät. Z. B. wird die Insel von Zone V am Pfennigberg nur von den Abgasen der Industrie bedingt; dieses Gebiet ist nämlich eines der nebelreichsten von Linz. Im allgemeinen kann man wohl annehmen, daß das Zusammenwirken der verschiedenen Faktoren die entscheidende Wirkung tut.

Wir danken der Klimastelle der Stadt Linz für die uns gewährte Unterstützung bei dieser Arbeit.

Literaturverzeichnis

- BARKMAN, J. J. (1958): On the Ecology of cryptogamic Epiphytes. Veröffentlichungen an der Rijksuniversiteit te Leiden. Auf das ausführliche Literaturverzeichnis darin sei verwiesen.
- BESCHEL, R. E. (1950): Stadtflechten und ihr Wachstum. Diss. Innsbruck (1957/58): Flechtenvereine der Städte. Stadtflechten und ihr Wachstum. Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck, Bd. 52.
- HAUGSJÄ, P. K. (1930): Über den Einfluß der Stadt Oslo auf die Flechtenvegetation der Bäume. *Nyt. Mag. Naturvidensk.* Oslo, Bd. 68, p. 1—116.
- HØEG, O. A. (1936): Zur Flechtenflora von Stockholm. *Nyt. Naturvidensk.* Oslo, Bd. 75, p. 129—136.
- KEISSLER, K. (1960): Kryptogamenflora, Dr. L. Rabenhorsts, *Usneaceae*, 5. Abt., 4. Teil.
- RYDZAK, J. (1953): Rozmieszczenie i ekologia porostow miasta Lublina. (Dislokation und Ökologie von Flechten der Stadt Lublin.) *Ann. Univ. Mar. Curie-Sklod.* 8 (9), sect. C, p. 233—357.
- SCHMID, B. (1956): Die epixyle Flechtenvegetation von München. Diss. München.
- VARESCHI, V. (1936): Die Epiphytenvegetation von Zürich. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, Festband Rübel, Bd. 46, p. 445—488.
- (1953): La influencia de los bosques y parques sobre el aire de la ciudad de Caracas. *Acta Cientifica Venezolana*, Bd. 4 (3), p. 89—95.
- WEISS, E. und FRENZEL, J. W. (1959): Lokalklimatische und luftchemische Untersuchungen im Raume von Linz. *Witterung und Klima von Linz*, Wien, p. 153—174.
- (1961): Windströmungen im Linzer Becken und ihre Bedeutung für luftchemische Probleme des Stadtklimas. *Wetter und Leben*, Jg. 13, Heft 9/10, p. 215—220.

Anschrift der Verfasser: S. Bortenschlager, H. Schmidt, Innsbruck, Botanisches Institut.