

Aus dem Institut für systematische Botanik der Universität Graz

# Rindenflechten und Luftverunreinigung im Stadtgebiet von Graz

Von Friedrich EHRENDORFER, Willibald MAURER, Rainer und Eleonore KARL  
Mit 3 Tabellen und 11 Karten (als Textabbildungen bzw. Beilagen)<sup>1)</sup>

Eingelangt am 1. August 1970

## Inhaltsübersicht:

- I. Einleitung
- II. Allgemeines über das Stadtgebiet von Graz
  1. Lage
  2. Geologie
  3. Klima
  4. Vegetation
  5. Räumliche Gliederung der Stadt
- III. Die Flechtenzonen von Graz
- IV. Die Rindenflechten von Graz und ihre Verbreitung
  1. Aufsammlung und Kartierung
  2. Verzeichnis der Arten (mit Stand- und Fundortsangaben)
- V. Rindenflechten in anderen Städten
- VI. Stadtklima und Flechtenwuchs
  1. Allgemeine und lokale Hinweise auf das Stadtklima
  2. Schädigung des Flechtenwuchses durch das Stadtklima
  3. Ursachen der Flechtenzonierung in Graz
  4. Vergleich mit anderen österreichischen Städten
- VII. Zusammenfassung
- VIII. Literatur

## I. Einleitung

Im Vergleich zu Samenpflanzen, besonders Angiospermen, sind Flechten Lichenes; Symbiosen aus Pilzen und Algen) gegenüber den Einflüssen des Stadtklimas recht empfindlich (GARBER 1967). Diese Erkenntnis konnte seit den Untersuchungen von NYLANDER 1866 in Paris für viele andere Städte bestätigt werden, zuletzt etwa für das rheinisch-westfälische Industriegebiet (DOMRÖS 1966), Long Island/New York (BRODO 1966) und Stockholm (SKYE 1968). Für die österreichischen Alpenländer sind in dieser Hinsicht besonders Arbeiten über

<sup>1)</sup> Die Karten 1—10 wurden in zwei Ausführungen gedruckt: einerseits auf durchsichtigen Folien zum Auflegen auf das Blatt 164 „Graz“ der Österreichischen Karte 1 : 50.000 (vgl. dazu S. 166), andererseits, verkleinert, als Textabbildungen. Auch letztere werden, da es sich jeweils um Reproduktionen von ein und derselben Vorlage handelt, im Text als Karte bezeichnet.

Wien (SAUBERER 1951), Bregenz, Dornbirn, Landeck, Innsbruck, Salzburg (BESCHEL 1958), Linz und Wels (BORTENSCHLAGER & SCHMIDT 1963, BORTENSCHLAGER 1969) sowie Leoben (SCHITTENGRUBER 1964) von Bedeutung. Ganz allgemein haben diese Studien erwiesen, daß die Flechtenfloren gegen die Stadt- oder Industriezentren fortschreitend verarmen: hinsichtlich der Artenzahl und hinsichtlich der Wuchsdichte. Davon sind die Rindenflechten stärker betroffen als die Gesteinsflechten. Zuerst fallen dabei die Strauch-, dann die Blatt- und schließlich auch die widerstandsfähigsten Krustenflechten aus. Die daraus resultierenden Flechtenzonen von einer äußeren „Normalzone“ bis zur praktisch flechtenfreien zentralen „Leerzone“ (meist „Flechtenwüste“ genannt) wurden vielfach auch kartographisch dargestellt.

Die Diskussion über die Ursache der Empfindlichkeit der Flechten gegenüber dem Stadtklima ist noch nicht abgeschlossen. Die Untersuchungen der letzten Jahre beweisen aber mit Sicherheit, daß dafür neben der geringeren Luftfeuchtigkeit vor allem die Luftverunreinigungen verantwortlich sein müssen. Dementsprechend werden Flechten heute allgemein als wichtigste Anzeiger für die mittlere, langfristige Luftqualität eines Gebietes herangezogen.

Das Problem der Luftverunreinigung hat in den letzten Jahrzehnten im Zusammenhang mit der zunehmenden Industrialisierung, Motorisierung und Siedlungsdichte brennende Aktualität erlangt. Es kann nämlich nicht mehr daran gezweifelt werden, daß das heute in Großstädten und Industriegebieten erreichte Ausmaß der Luftverunreinigung vielfach bereits nachteilige Auswirkungen, z. B. auf die menschliche Gesundheit, Nutzpflanzen und Bauwerke zeitigt. Voraussetzung für Gegenmaßnahmen sind Kenntnisse über Ausmaß und Verteilung der Luftverunreinigung. Infolge der starken zeitlichen und räumlichen Schwankungen reichen meteorologische Analysen dafür nicht ganz aus, da sie meist nur an wenigen Punkten und relativ kurzfristig durchgeführt werden können (für Graz vgl. z. B. die Angaben bei STEINHAUSER & CHALUPA 1965 sowie KOLLEGER 1969a, b über die SO<sub>2</sub>-Ablagerung). Die Verbreitung der Flechten erlaubt dagegen Rückschlüsse auf großflächige und langfristige Zustände; entsprechende Studien stellen daher wesentliche Beiträge zum Problem der Luftverunreinigung dar.

Aufgrund solcher Überlegungen und einer Anregung des Magistrats der Stadt Graz schien es angebracht, die bisherigen lichenologischen Untersuchungen im Bereich österreichischer Städte auch auf die steirische Landeshauptstadt auszudehnen. So haben wir versucht, ein möglichst genaues Bild der räumlichen Verteilung der rindenbewohnenden (epiphytischen) Flechten im Stadtgebiet von Graz für die Jahre 1967 und 1968 zu geben. Zu diesem Zwecke wurde von uns in zweijähriger Arbeit die Flechtenvegetation der Bäume in den Straßen, Gärten und öffentlichen Grünanlagen der Stadt sowie in den bewaldeten Teilen des Stadtgebietes untersucht. Bezeichnende Leitarten sollten in Verbreitungskarten dargestellt und daraus die Flechtenzonen von Graz abgeleitet werden. Ein Vergleich mit den bekannten allgemeinen Zusammenhängen zwischen Stadtklima, Luftverunreinigung und Flechtenwachstum versprach schließlich Hinweise auf Luftqualität und Lokalklima im Bereich der steirischen Landeshauptstadt. Eine vorläufige Mitteilung über unsere Untersuchungsergebnisse wurde 1969 veröffentlicht (MAURER, KARL, LACKNER & EHRENDORFER).

Für die Durchsicht und Bestimmung zahlreicher Flechtenproben möchten wir auch an dieser Stelle dem Direktor des Institutes für systematische Botanik und Pflanzengeographie der Freien Universität Berlin, Herrn Univ.-Prof. Dr. Josef POELT danken. Sehr verbunden sind wir weiters Herrn Dr. h. c. Oscar

KLEMENT in Kreuzthal-Eisenbach für die Bestimmung der *Usneaceae* und Herrn Professor Dr. Karl SCHITTENGRUBER in Leoben für die erste Sichtung unserer Aufsammlungen. Der Magistrat Graz hat unsere Untersuchungen und den Druck der Verbreitungskarten durch eine großzügige Subvention ermöglicht; dafür sind wir zu besonderem Dank verpflichtet.

## II. Allgemeines über das Stadtgebiet von Graz

### 1. Lage

In einer gegen Südosten offenen Gebirgsbucht, die Grazer Bucht, liegt am Alpenostrand die Landeshauptstadt der Steiermark, dort wo die Mur den Alpenraum mit der Ebene verbindet und wo sich beherrschend der Felskegel des Schloßberges erhebt. Die Seehöhen betragen beim Eintritt der Mur in das Stadtgebiet im Norden 367 m, beim Austritt im Süden 330 m, auf dem Hauptplatz 352 m und auf dem Schloßberg 473 m. Das Stadtgebiet umfaßt eine Fläche von 127,22 km<sup>2</sup>.

### 2. Geologie

Die Grazer Bucht besteht aus terrassierten quartären Schottern und Sanden. Die Hügel im Nordosten und Osten als Ansätze des oststeirischen Hügellandes, ebenso wie die westlich des Bergzuges Plabutsch-Buchkogel im Randbereich des weststeirischen Hügellandes, sind aus jungtertiären Sedimenten des Torton, Sarmat und besonders des Pannon aufgebaut. Die höhere Bergumrahmung im Westen und Nordwesten (etwa mit Buchkogel: 657 m, Plabutsch: 762 m, Admonter Kogel: 566 m) ebenso wie auch der Schloßberg sind aus mittel- (bzw. ober-)devonischen Kalken und Dolomiten entstanden. In den Bereich silurisch-unterdevonischer Schiefer und Metadiabase fallen schließlich die Erhebungen im Norden und Nordosten (etwa mit Reiner Kogel: 499 m, Platte: 651 m, Lineck: 698 m) (FLÜGEL 1960).

### 3. Klima

Über das Klima des Grazer Raumes haben unlängst FISCHER & BRANTNER 1968 und BURKARD 1969 berichtet. Es herrschen mitteleuropäische, im Zusammenhang mit der südöstlichen Randlage aber doch schon etwas submediterran bzw. kontinental beeinflusste Verhältnisse:

Tabelle 1:

Langjährige Monats- und Jahresmittel für Temperatur und Niederschlag in Graz (aus BURKARD 1969 und FISCHER & BRANTNER 1968).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	gesamt
Temperatur (° C)	-2,4	-0,2	4,1	9,3	14,0	17,5	19,1	18,4	14,7	9,2	3,4	-0,9	8,8
Niederschlag (mm)	30	37	62	89	118	133	112	94	79	53	41	31	879

Über die Jahre hinweg erscheinen die Mittelwerte ziemlich ausgeglichen, auch sonst treten stärkere Schwankungen wenig hervor (Maxima und Minima bis +37,1 ° und -23,7 °). Auffällig sind die geringen Windgeschwindigkeiten: Etwa 50 % aller Messungen ergeben ± Windstille, ca. 25 % Windgeschwindigkeiten unter 7 km/h und nur ca. 20 % solche von 7—18 km/h. Bei mittl. Windstärke 3 bzw. 4 (und mehr) sind N- und NW-Winde am häufigsten, nur etwa halb so oft wehen W-, NO- und Südwinde.

Diese relativ ausgeglichenen großklimatischen Verhältnisse sind durch die orographische Lage von Graz bedingt: Der Gebirgsriegel im Nordwesten

schwächt Kaltlufteinbrüche ab, bei Nord-, Nordwest- und Westwetterlagen ist im Lee und bei absteigender Luftbewegung auch die Niederschlagsneigung gemindert. Regen bringen daher vom Herbst bis zum Frühjahr besonders nord-mediterrane Tiefdrucklagen, im Sommer vor allem Gewitter. Wegen der nach Osten offenen Lage wird der Grazer Raum im Winter häufig in osteuropäische Hochdrucklagen einbezogen. Die ausgeprägte Beckenlage bedingt schließlich zusammen mit der geringen Windwirkung in den Wintermonaten häufig Temperatur-Inversionen und dadurch Nebelbildung, in den Sommermonaten bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit vielfach schwüle Hitze.

#### 4. Vegetation

Im Stadtgebiet von Graz sind die naturnahen Wälder über Kalk und Dolomit im Westen und Nordwesten meist durch frische bis trockene Kalkbuchenwälder bzw. Buchen-Eichenmischwälder, in trockensten Lagen lokal auch durch  $\pm$  offenen Flaumeichenwald repräsentiert. Über Schiefen und spättertiären Schottern, besonders im Norden und Osten, dominieren dagegen bodensaure Buchen- bzw. Stieleichen-Föhrenwälder mit beigemischter Edelkastanie. In frischen Muldenlagen finden sich hier auch Eichen-Hainbuchenwälder, während die Auwälder der Alluvionen im Stadtgebiet nur mehr fragmentarisch erhalten sind (EGGLER 1933).

#### 5. Räumliche Gliederung der Stadt

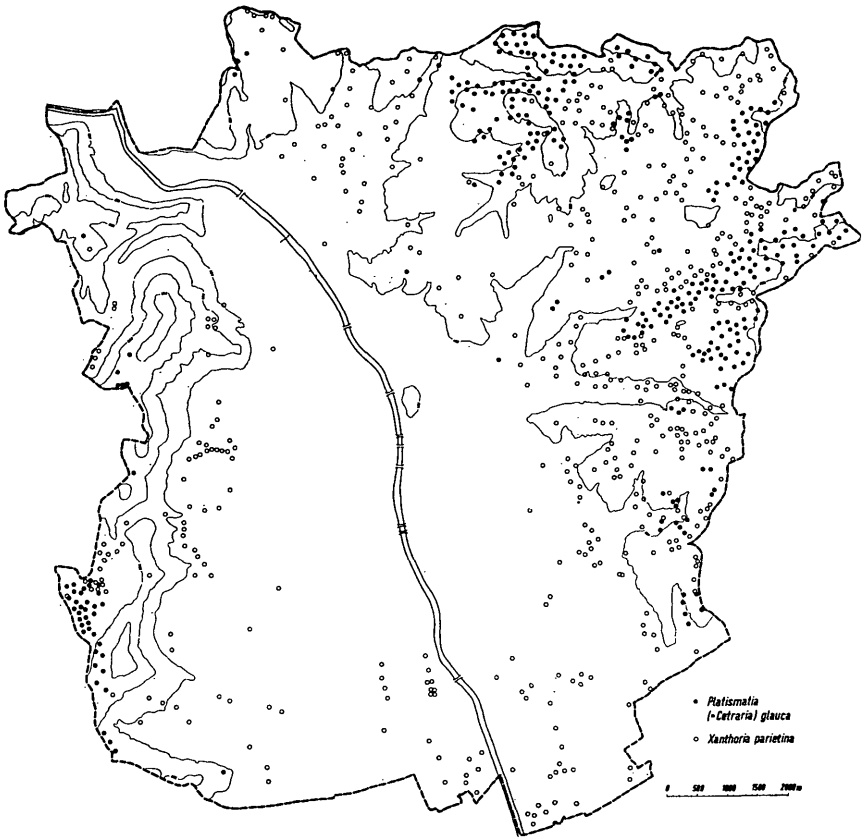
Eine historisch-funktionelle Karte von Graz und Umgebung im Österreich-Atlas (BOBEK & PASCHINGER 1965) verdeutlicht das Wachstum der heute etwa 255.000 Einwohner zählenden Stadt: frühmittelalterliches Zentrum im Süden des Schloßberges, spätmittelalterliche Ausdehnung und Übergreifen auf das rechte Murufer, anhaltende zentrifugale Erweiterung der Vorstädte bis ins 19. und 20. Jh. und fortschreitende Einschmelzung dörflicher Nachbarsiedlungen. Ausgespart blieben dabei in der inneren Erweiterungszone besonders Schloßberg, Stadtpark, Volksgarten und Augarten. Für unsere Fragestellung ist vor allem bedeutungsvoll, daß in der äußeren Erweiterungszone seit der Gründerzeit immer neue Industrie- und Verkehrszentren entstanden sind, und zwar besonders vom Norden bis Westen (Maschinenfabrik, Papierfabrik, Farbenfabrik, Glasfabrik, Bahnhofsanlagen, Brückenbau, Waggonbau, Brauerei etc.) sowie im Süden (Teerverwertung, Fernheizwerk, Fahrzeugwerk, Brauerei, Gaswerk etc.). Innerhalb dieser Erweiterungszone tritt im Südwesten (Eggenberg, Kasernbereich Wetzelsdorf und Straßgang, Nervenkrankenhaus Graz, Zentralfriedhof) und vom Südosten bis Nordosten (St. Peter, Universitäts- und Krankenhausbereich, Rosenberg) die Industrialisierung zurück oder fehlt. Im übrigen ist der gesamte äußere Erweiterungsbereich ziemlich unregelmäßig von Villen- und Siedlungsvierteln, Kleingartenanlagen und teilweise auch noch von unverbautem Gelände durchsetzt.

Es wird noch zu zeigen sein (S. 178 ff.), inwieweit Relief, allgemeine Klimaverhältnisse und räumliche Struktur der Stadt Einfluß nehmen auf Lokalklima, Luftverunreinigung und schließlich auch auf die Flechtenverbreitung.

### III. Die Flechtenzonen von Graz

Nach Vorkommen, Häufigkeit und Entwicklung der auf S. 166 angeführten, als Zeiger geeigneten 18 Arten von Rindenflechten lassen sich für den Stadtbereich von Graz in Anlehnung an BESCHEL (1958) fünf Flechtenzonen unterscheiden (vgl. Karte 10: Flechtenzonen von Graz)<sup>2)</sup>.

<sup>2)</sup> Wegen der Kartenbeilagen vgl. die Fußnote S. 151.



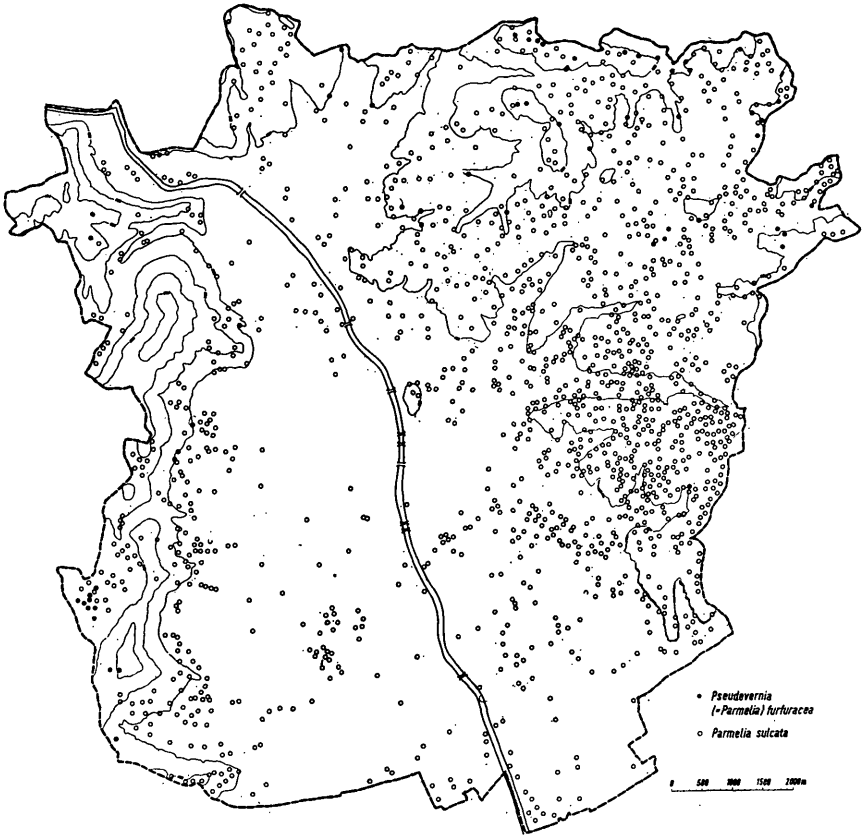
Karte 1: Die Verbreitung von *Platismatia* (= *Cetraria*) *glauca* und *Xanthoria parietina* im Stadtgebiet von Graz.

### Zone I (Normalzone)

Zur Flechtenzone mit normaler, ungestörter Flechtenvegetation gehören nur die Waldgebiete mit größerer Luftfeuchtigkeit in Höhenlagen von 480—698 m. Auf den Bergen westlich der Stadt ist die Normalzone nur schwach ausgeprägt: Sie findet sich hier nur an den der Stadt abgekehrten Westhängen, besonders am Buchkogel, Plabutsch sowie am isolierten Höhenberg und Steinkogel. Im Norden und Osten ist die Normalzone meist durch bewaldete Hügel und Höhenrücken vom verbauten Stadtgebiet abgeschirmt. Zu dieser Zone zählen hier etwa die Höhen und Hänge hinter Admonter Kogel, Pfangberg und Platte (mit Lineck und Hauenstein) und weiter die N-, NW- und teilweise auch W-Hänge im Bereich Schafthalberg, Ries, Schweinberg, Ragnitztal, Petersbergen und Messendorfbergen.

- Kartierte Arten: *Platismatia* (= *Cetraria*) *glauca* (Karte 1)  
*Pseudevernia* (= *Parmelia*) *furfuracea* (Karte 2)  
*Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes* (Karte 3)  
*Alectoria jubata* s. lat. (Karte 6).

Diese charakteristischen Arten der Zone I sind durchwegs oxyphil, d. h. sie

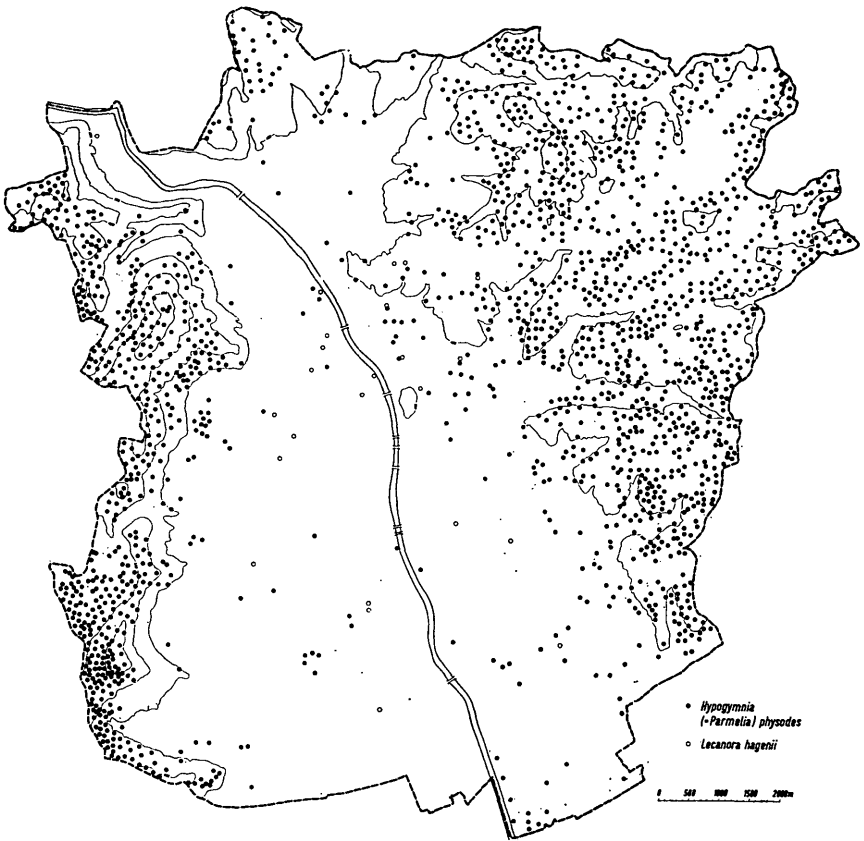


Karte 2: Die Verbreitung von *Pseudevernia* (= *Parmelia*) *furfuracea* und *Parmelia sulcata* im Stadtgebiet von Graz.

bevorzugen als Unterlage die stark sauer reagierende Baumrinde von Nadelhölzern. Nicht kartierte Arten der Zone I sind etwa: *Alectoria fuscescens*, *A. positiva*, *A. subcana*, *Cetraria oakesiana*, *Graphis scripta* (besonders in Bachschluchten am Grunde von Erlen, Haseln und Eschen), *Parmelia cetrarioides*, *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *tubulosa*, *Ramalina thrausta*, *Usnea comosa*, *U. dasypoga*, *U. hirta*, *U. hirtella*, *U. rugulosa*, *U. similis*, *U. sublaxa*.

### Zone II (Äußere Kampfzone)

Die Innengrenze der Zone II fällt mit der inneren Verbreitungsgrenze der Blattflechten *Parmelia scortea*, *Parmelia caperata* und der Bandflechte *Evernia prunastri* zusammen. *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes* ist besonders in Nordlagen noch häufig anzutreffen. Diese Zone greift stellenweise weit über das Stadtgebiet von Graz hinaus, umfaßt innerhalb der Stadtgrenzen alle weniger feuchten Waldgebiete sowie die vom verbauten Bereich weiter entfernten landwirtschaftlichen Kulturlflächen. An den der Stadt zugewandten Hängen sind bereits spärlichere Entwicklung und gewisse Schäden der Flechtenvegetation bemerkbar. In Zone II überwiegen noch immer die oxyphilen Arten, doch treten in den Kulturlandschaften bereits nitrophile (stickstoffliebende) Flechten hinzu.

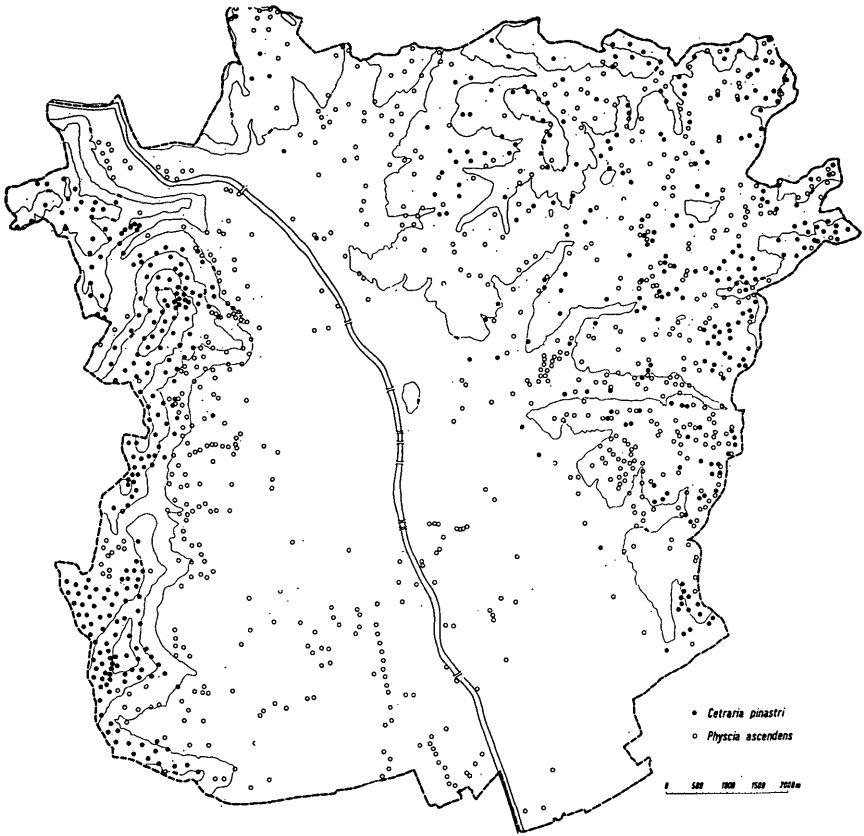


Karte 3: Die Verbreitung von *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes* und *Lecanora hagenii* im Stadtgebiet von Graz.

Eine Insel der Zone II im Bereich der Zone III bildet der Schloßpark von Eggenberg; hier findet sich an einigen Bäumen ein Bewuchs anspruchsvoller oxyphiler Arten.

Kartierte Arten: *Cetraria pinastri* (Karte 4)  
*Parmeliopsis ambigua* (Karte 5)  
*Physcia stellaris* (Karte 6)  
*Lecidea scalaris* (Karte 7)  
*Parmelia scorteae* (Karte 7)  
*Evernia prunastri* (Karte 8)  
*Parmelia fuliginosa* (Karte 8)  
*Parmelia saxatilis* (Karte 9)  
*Parmelia caperata* (Karte 9).

Weiters wurden in Zone II gefunden: *Cladonia coniocraea*, *Cladonia digitata*, *Lecanora carpinea*, *Lecanora subfusca*, *Lecanora pallida*, *Parmelia subrudecta*, *Parmelia flaventior*, *Parmelia fuliginosa*, *Parmelia glabra*, *Parmeliopsis aleurites*, *Parmeliopsis hyperopta*, *Pertusaria albescens*, *Pertusaria amara*, *Phys-*



Karte 4: Die Verbreitung von *Cetraria pinastri* und *Physcia ascendens* im Stadtgebiet von Graz.

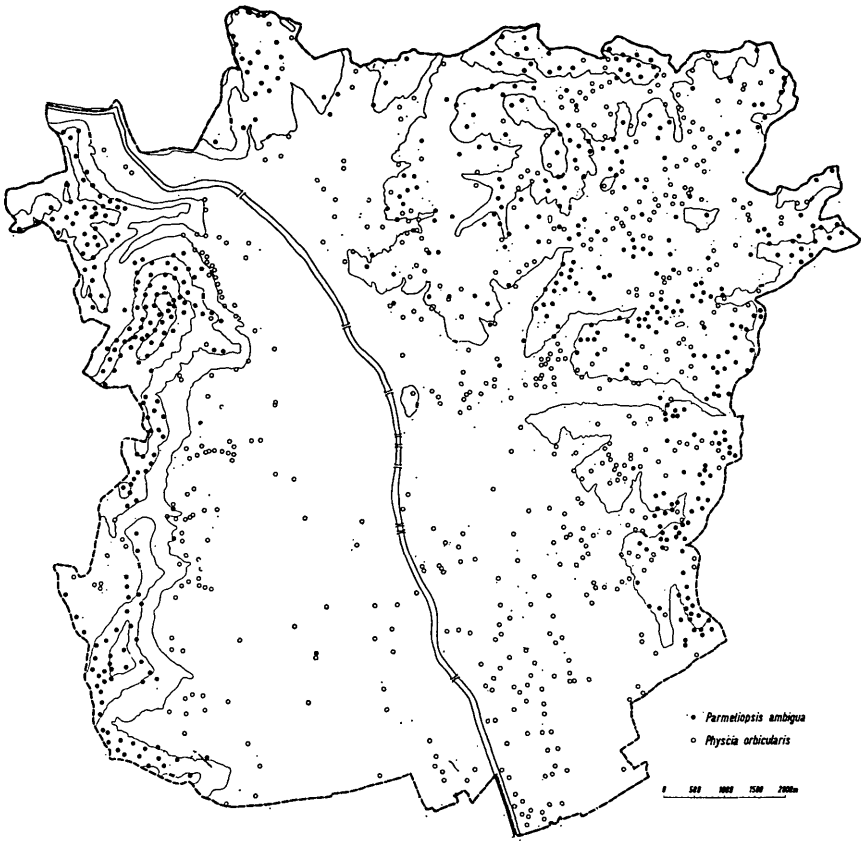
*cia farrea*, *Physconia* (= *Physcia*) *grisea*, *Physconia* (= *Physcia*) *pulverulenta*, *Physcia aipolia*, *Ramalina farinacea*, *Ramalina pollinaria* u. a.

### Zone III (Übergangszone)

Die Zone III liegt bereits im direkten Einflußbereich der Stadt. Diese Übergangszone, auch mittlere Kampfzone genannt, umfaßt die locker verbauten Randgebiete der Stadt. Als Innengrenze wurde, dem Beispiel BESCHELS 1958 folgend, die innere Verbreitungsgrenze der Gelben Wandschüsselflechte, *Xanthoria parietina*, angenommen. Die Zone III stellt den Optimalbereich nitro- bzw. neutrophiler Flechten dar. Die anspruchsvolleren oxiphilen Arten fehlen hier bereits. Entlang von Ausfallsstraßen (Steinbergstraße, Thalstraße, Wiener Straße, Mariatroster Straße, Stiftingtalstraße und unteres Ende der Riesstraße) setzt sich die Zone III bandförmig in die Zone II fort.

Die Zone III erstreckt sich in der Ebene der Grazer Bucht nach Süden weit über die Stadtgrenzen hinaus. Innerhalb der Stadt bildet sie zwischen Liebenau und Straßgang einen bis zur Puntigamer Brücke reichenden breiten Streifen, der sich gegen Norden sowohl im Osten als auch im Westen am Rande der Grazer Bucht rasch verschmälert und dann durchschnittlich nur noch 300 bis

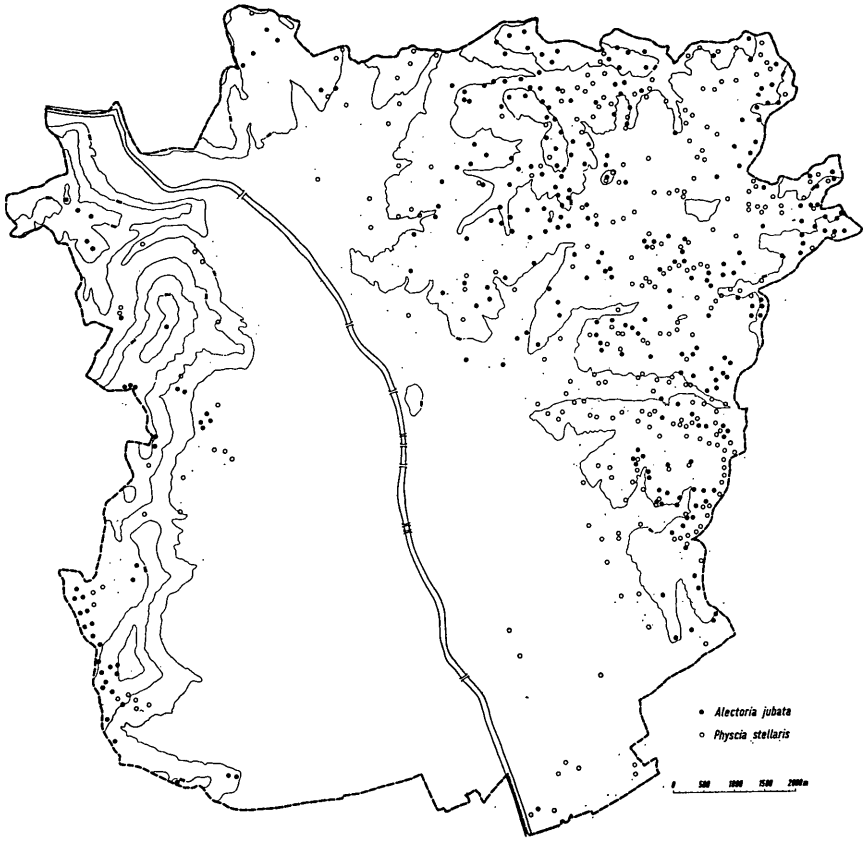




Karte 5: Die Verbreitung von *Parmeliopsis ambigua* und *Physcia orbicularis* im Stadtgebiet von Graz.

400 m breit ist. Im Norden keilt Zone III in der Verengung des Murtales zwischen Raach und Kanzel zwischen den Zonen II und IV aus.

Die Innengrenze der Flechtenzone III verläuft von der Puntigamer Brücke ausgehend ziemlich geradlinig in westlicher Richtung nördlich des Nervenkrankenhauses Graz vorbei zur Harter Straße, biegt dann nach Norden ab, läuft entlang der Straßganger Straße, über Baierdorf, Eggenberger Stadion, Kloster Algersdorf, etwas östlich der Göstinger Straße bis zur Negrelligasse, von dort westlich der Göstinger Straße zur Haltestelle Gösting, um den Göstinger Berg, entlang der Judendorfer Straße und stößt nördlich von Raach nahe der Stadtgrenze an die Zone II. Am gegenüberliegenden Murufer läuft sie dann am Südfuß der Kanzel beginnend in östlicher Richtung wieder stadteinwärts über St. Gotthard, Maschinenfabrik Andritz, in südöstlicher Richtung über die Schießstätte, die Ziegelstraße östlich des Ziegelwerkes querend und den Reiner Kogel im Nordosten in einem Bogen umgehend zum Minoritenschlößl am Rosenberg, hinunter zum Hilmteich, Landeskrankenhaus, bei der Einmündung der Ragnitzstraße allmählich nach Süden abbiegend zur Rudolphshöhe, quert bei der unteren Teichstraße die Waltendorfer Hauptstraße, führt beim Pammerbad und Ziegel-



Karte 6: Die Verbreitung von *Alectoria jubata* und *Physcia stellaris* im Stadtgebiet von Graz.

werk vorbei zur St. Peter-Kirche, zieht dann in südwestlicher Richtung weiter zur Bundeserziehungsanstalt Liebenau und sodann in einem scharfen Bogen nach Westen wieder hin zur Puntigamer Brücke.

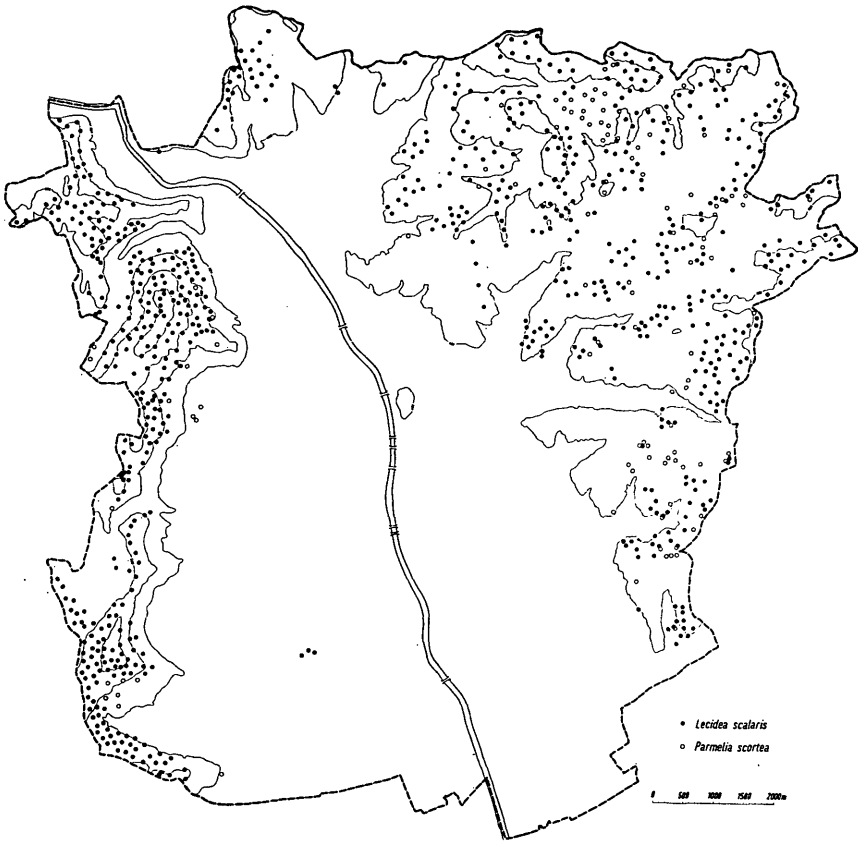
Neuere Befunde haben uns genötigt, die Grenze zwischen Zone II und III in der vorliegenden Arbeit gegenüber der ursprünglichen Fassung (MAURER, KARL, LACKNER & EHRENDORFER 1969) stellenweise abzuändern.

Kartierte Arten: *Xanthoria parietina* (Karte 1)  
*Parmelia sulcata* (Karte 2)  
*Physcia ascendens* (Karte 4)  
*Physcia orbicularis* (Karte 5)

Nicht kartiert wurden z. B. die in Zone III vorstoßenden Arten *Candelaria concolor*, *Candelariella reflexa*, *Lecanora cholotera*, *Parmelia exasperatula*, *Parmelia subargentifera*, *Physcia tenella*, *Xanthoria fallax*.

#### Zone IV (Innere Kampfzone)

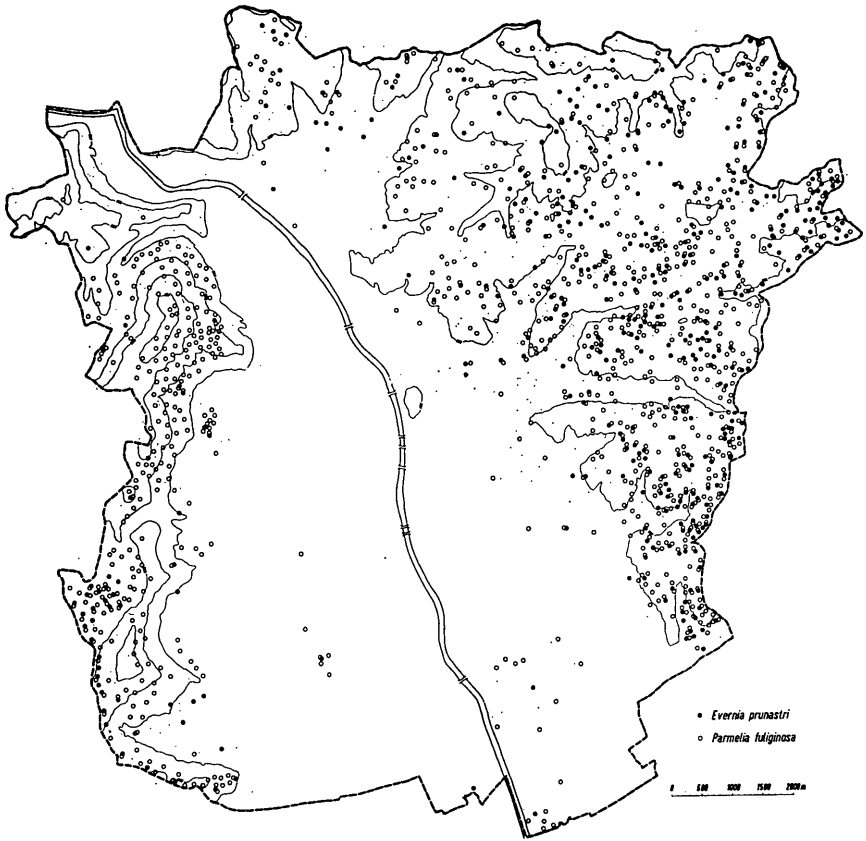
Die Zone IV umfaßt das dichter verbaute Stadtgebiet und Stadtteile mit größeren Industrieanlagen. Hier ist die Flechtenvegetation bereits stark geschä-



Karte 7: Die Verbreitung von *Lecidea scalaris* und *Parmelia scortea* im Stadtgebiet von Graz.

dig. Von den in Zone III noch üppig entwickelten nitro- bzw. neutrophilen Arten kann hier nur noch ein geringer Teil ein kümmerliches Dasein fristen. Oft sind die wenigen noch vorhandenen Flechten mit Staub und Ruß bedeckt. Ihre Auffindung erfordert bereits größte Erfahrung, ihre Bestimmung eine gute Artenkenntnis. Nur günstigste Biotope wie die Nordwestseite alter freistehender Bäume mit stark rissiger Rinde lassen hier noch einen spärlichen Flechtenbewuchs aufkommen. Manchmal finden sich nur an der Oberseite waagrecht abstehender Äste oder am Grunde südwärts geneigter Stämme einige Flechtenthalli. An solchen Standorten ist wohl die länger anhaltende Feuchtigkeit für das Überleben der Flechten von entscheidender Bedeutung. An den Zonengrenzen wurden daher nach Möglichkeit stets sämtliche Bäume nach Flechtenbewuchs untersucht. In Obstgärten war bei der Kartierung flechtenzerstörende Baumpflege zu berücksichtigen.

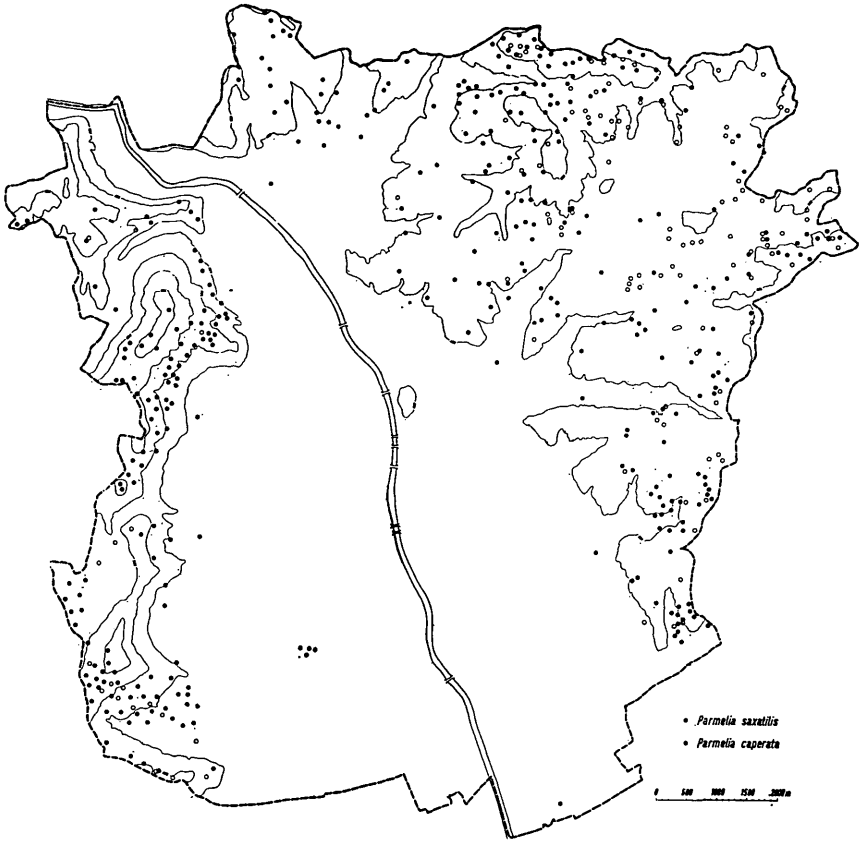
Die Blattflechten *Physcia ascendens*, *Physcia orbicularis* und *Parmelia sulcata* dringen in der Zone IV am weitesten gegen das Stadtzentrum vor. Im Gegensatz zu Beobachtungen in anderen europäischen Städten konnte in Graz



Karte 8: Die Verbreitung von *Evernia prunastri* und *Parmelia fuliginosa* im Stadtgebiet von Graz.

in dieser Zone auch die anspruchsvollere *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes* noch oftmals festgestellt werden. In räumlich eng umgrenzten Gebietsteilen mit günstigeren klimatischen Verhältnissen, wie an der Nordseite des Reiner Kogels, Teilen des Rosenberges und Ruckerlberges, im Rosenhain und im Botanischen Garten, konnten sich hier und da noch anspruchsvolle Arten halten, wie *Physcia stellaris*, *Xanthoria parietina*, *Parmelia saxatilis*, *Parmeliopsis ambigua*, *Cetraria pinastri*, *Evernia prunastri* und ganz vereinzelt sogar *Alectoria jubata* s. lat. und *Platismatia* (= *Cetraria*) *glauca*. Ihre Gebiete stellen eigentlich noch Inseln der Zone III bzw. II innerhalb der Zone IV dar, wurden aber wegen ihrer geringen Ausdehnung in der Zonenkarte nicht als solche ausgeschieden.

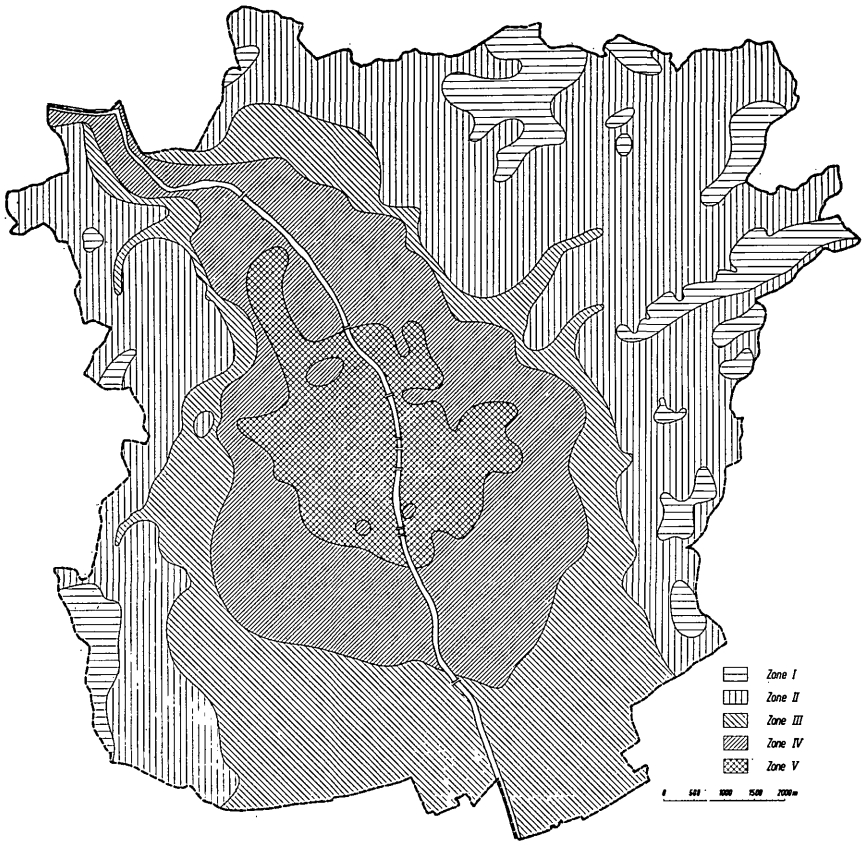
Die Zone IV umschließt als unregelmäßig breiter Gürtel die fast rindenflechtenfreie Zone V mit dem dicht verbauten Stadtzentrum und die im Nordwesten gelegenen Industrieanlagen. Im Nordwesten reicht außerdem eine Verlängerung beiderseits der Mur bis zur Stadtgrenze und entlang der Bundesstraße noch darüber hinaus gegen Gratkorn. Die Innengrenze der Zone IV wird durch die Verbindungslinie der innersten Fundpunkte von Blattflechten gebildet. Beginnend am südlichen Teil des Schlachthofgebäudes am rechten Murufer ver-



Karte 9: Die Verbreitung von *Parmelia saxatilis* und *Parmelia caperata* im Stadtgebiet von Graz.

läuft sie in nordwestlicher Richtung über das Lazarettfeld zum Israelitenfriedhof, wo sie stärker gegen Norden zur Brauerei Reininghaus und weiter zur Algersdorfer Straße abbiegt, setzt von dort in östlicher Richtung zur Wagner-Birostraße und dann geradlinig in nordwestlicher Richtung fort, um vor der Exerzierplatzstraße die Bahnlinie zu queren. Nördlich davon schwenkt sie knapp vor dem rechten Murufer in einem scharfen Bogen in südöstlicher Richtung wieder zurück gegen das Stadttinnere, vorbei an der Fischer Au zum Kalvarienberggürtel, diesen entlang in östlicher Richtung zur Kalvarienbergbrücke. Vom Kloster der Karmeliterinnen reicht eine schmale Ausbuchtung gegen Südosten bis zum Lehrerheim an der Grabenstraße. Nördlich davon verläuft die Innengrenze von Zone IV entlang der Grillparzerstraße und biegt am Geidorfplatz wieder gegen Westen, und umfaßt in mehreren Bögen die Nordseite des Schloßberges und den Stadtpark bis zur Erzherzog-Johann-Allee. Dann biegt sie rasch wieder gegen Norden und Osten ab, geht über die Elisabethstraße hinaus und schließlich wieder in südlicher und westlicher Richtung bogenförmig zum Ausgangspunkt zurückzuziehen. Dabei streift sie die Punkte Reiterkaserne, Leonhardgürtel, Schillerplatz, Chemisches Institut, Dominikaner-Kloster, Moserhof-

FLECHTENZONEN VON GRAZ



Karte 10: Flechtenzonen von Graz.

Schlößl, Messiegelände, Obere Bahnstraße, Schönau-Kaserne und jenseits der Mur den Städtischen Schlachthof.

Kleinere Inseln der Zone IV finden sich in der Zone V im südöstlichen Teil des Augartens, im locker verbauten Gebiet westlich des Karlsruher Platzes und im Bereich größerer unverbauter Stadtteile um die Papiermühlgasse östlich des Bahnhofgürtels.

**Zone V (Leerzone, „Flechtenwüste“<sup>3)</sup>)**

In der Zone V konnten außer der meist nur kümmerlich entwickelten Krustenflechte *Lecanora hagenii* und der Staubflechte *Lepraria aeruginosa* keine rindenbewohnende Flechten festgestellt werden.

Kartierte Art: *Lecanora hagenii* s. lat. (Karte 3)

<sup>3)</sup> SERNANDER hat diesen Begriff 1926 für Stadt- und Industriegebiete verwendet, in denen epiphytische Flechten fast vollständig fehlen. Dieser Gebrauch ist zwar vielfach übernommen worden, trotzdem aber unrichtig. Sinngemäß muß „Flechtenwüste“ nämlich auf vorzüglich von Flechten besiedelte luftfeuchte Wüsten bezogen werden.

Über die historische Veränderung der Flechtenzonen im Raum von Graz können im gegenwärtigen Zeitpunkt mangels älterer vergleichbarer Unterlagen nur sehr allgemeine Hinweise gemacht werden. Immerhin konnten die anspruchsvolleren, von KERNSTOCK (1889) für die Umgebung von Graz noch angegebenen (und auffälligen) Arten *Lobaria pulmonaria* und *Anaptychia ciliaris* von uns nicht mehr gefunden werden. Ein bemerkenswerter Herbarbeleg im Institut für systematische Botanik der Universität Graz (GZU) enthält die Gelbe Wandschüsselflechte, *Xanthoria parietina*, eine charakteristische Art der Zone III, mit folgender Fundortsangabe: „Auf den Acazien Bäumen des Schloßberges zu Graz. 7. 2. 1867 Coll. Rauter“. Daraus ist zu entnehmen, daß vor fast genau 100 Jahren im Bereich der heutigen Zone IV oder V (die Nordseite des Schloßberges gehört mehr der Zone IV, die Südseite der Zone V an) noch eine vom Stadtklima wenig beeinflusste Flechtenvegetation geherrscht hat. Die nächsten Vorkommen der Gelben Wandschüsselflechte sind heute in der Nähe des Landeskrankenhauses, also in etwa 1,5 km Entfernung zu finden. Da die Stadt sich gerade in dieser Richtung wenig ausgedehnt hat, ist für den Bereich von Graz im allgemeinen seit 100 Jahren mit einer zentrifugalen Verschiebung der Flechtenzonen im Ausmaß von 2—4 km zu rechnen.

## IV. Die Rindenflechten von Graz und ihre Verbreitung

### I. Aufsammlung und Kartierung

Die einzige bisher vorliegende zusammenfassende Darstellung der steirischen Flechtenflora von KERNSTOCK (1889) liegt nun schon über 80 Jahre zurück. Auch Herbaraufsammlungen blieben seither sehr bescheiden (Belege in den Herbarien GJO und GZU). Für den Zweck der vorliegenden Arbeit war also eine intensive Geländebegehung notwendig. Nach einer ersten Phase des probeweisen Aufsammelns, der Bestimmung durch Spezialisten und des Einarbeitens wurde das Arbeitsgebiet an die Mitarbeiter aufgeteilt: Das Stadtgebiet östlich der Mur teilten sich L. und R. KARL auf, das westliche übernahm W. MAURER (er führte auch ergänzende und abschließende Begehungen im Gesamtgebiet durch). Die nun folgenden intensiven Aufsammlungen (Belege im Herbar GZU) konzentrierten sich auf Rindenflechten und hatten eine möglichst vollständige floristische Erfassung aller epiphytischen Arten im Stadtgebiet von Graz zum Ziel. Die Flechten auf Felsen, Mauern, Dächern etc. sind in ihrer Verteilung über das Stadtgebiet weniger differenziert und daher als Indikatoren für die Luftverunreinigung nicht so gut geeignet.

Als Trägerbäume der Rindenflechten kommen für den Raum von Graz in naturnahen Wäldern Fichten (*Picea abies*), Eichen (*Quercus petraea*, *Qu. robur*), Föhren (*Pinus sylvestris*), Lärchen (*Larix decidua*), Tannen (*Abies alba*), Birken (*Betula pendula*), Eschen (*Fraxinus excelsior*), Erlen (*Alnus glutinosa*, *A. incana*), Edelkastanien (*Castanea sativa*), Haselsträucher (*Corylus avellana*) und Zitterpappeln (*Populus tremula*) in Frage; auf den häufigen, aber glattborkigen Rotbuchen (*Fagus sylvatica*) und Hainbuchen (*Carpinus betulus*) findet sich Flechtenbewuchs nur in sehr beschränktem Ausmaß. Im landwirtschaftlich genutzten Bereich und in Gärten des locker verbauten Stadtrandes spielen besonders Apfelbäume (*Malus domestica*), seltener auch Birnbäume (*Pyrus communis* u. a.; öfters auch als Alleebaum) sowie verschiedene Steinobstarten (*Prunus* spec.) und Nußbäume (*Juglans regia*) eine Rolle. Alleen und Parkanlagen beherbergen als Flechtenträger mit abnehmender Häufigkeit Roßkastanien (*Aesculus hippocastanum*), Linden (*Tilia cordata*, *T. platyphyllos* etc.), Platanen (*Platanus* spec.), Ahome (*Acer* spec.), Pappeln (*Populus* spec.), Robi-

nien (*Robinia pseudacacia*), Eschenahorne (*Acer negundo*), Ebereschen (*Sorbus aucuparia*) u. a.

Für die Kartierungsarbeit wurden 18 häufigere und leicht erkennbare Arten mit differenziertem Zeigerwert hinsichtlich des Stadtklimas ausgewählt: *Alectoria jubata*, *Platismatia* (= *Cetraria*) *glauca*, *Cetraria pinastri*, *Evernia prunastri*, *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes*, *Lecanora hagenii*, *Lecidea scalaris*, *Parmelia caperata*, *P. fuliginosa*, *P. saxatilis*, *P. scortea*, *P. sulcata*, *Parmeliopsis ambigua*, *Physcia ascendens*, *P. orbicularis*, *P. stellaris*, *Pseudevernia* (= *Parmelia*) *furfuracea* und *Xanthoria parietina*. Die Verbreitung dieser Arten im Stadtgebiet von Graz wurde zuerst in Arbeitskarten von 1 : 15.000 eingetragen und dann über fotografisch vergrößerte Grundkarten in 9 Punktkarten übertragen. Diese wurden einerseits verkleinert, klišiert und im Text gebracht, andererseits für Interessenten im Maßstab 1 : 50.000 auf durchsichtige Auflagefolien reproduziert (Beilagen 1—9)<sup>4</sup>). Sie lassen sich daher vorteilhaft zusammen mit dem detailreichen Blatt 164 „Graz“ der Österreichischen Karte 1 : 50.000 auswerten (Beilage 11)<sup>4</sup>), ebenso aber auch untereinander und mit der entsprechend konzipierten Karte der Grazer Flechtzonen (Karte bzw. Auflagefolie 10 der Beilage<sup>4</sup>); vgl. S. 151) vergleichen. Auf den Punktkarten bedeutet jeder Punkt mindestens ein Vorkommen im Umkreis von etwa 100 Metern. Infolge der durchgehenden Erfassung flechtenträger Bäume ergibt sich dadurch für Graz ein vollständigeres Bild als bei Beschränkung auf ausgewählte Beobachtungsstationen (z. B. BESCHEL 1958: westösterreichische Städte; BORTENSCHLAGER & SCHMIDT 1963: Linz; SKYE 1968: Stockholm).

Häufigkeit und Deckungsgrad der Rindenflechten wurden nicht quantitativ erfaßt, aber bei den Angaben der Artenliste und für die Zonenkarte (S. 154 ff.) berücksichtigt. Auch auf Vegetationsaufnahmen und Beschreibung der Flechtenvereine mußten wir aus Zeitmangel verzichten. Hinweise auf charakteristische Vergesellschaftungen wurden jedoch der Artenliste und den Zonenbeschreibungen eingefügt.

Trotz gewisser Schwierigkeiten bei der Begehung des Arbeitsgebietes (z. B. beschränkte Zugänglichkeit bestimmter Grundstücke), bei der Erfassung der Arten (z. B. Borkensäuberung bei der Obstbaumpflege) und bei ihrer Bestimmung (Kümmerformen und Anflüge im Stadtgebiet) hoffen wir in den Arealkarten und der folgenden Artenliste ein möglichst vollständiges Bild von Vorkommen und Verbreitung der größeren Rindenflechten von Graz für die Jahre 1967 und 1968 entworfen zu haben. Lücken bei den kleinen und systematisch schwierigen Krustenflechten sind derzeit aber wohl noch unvermeidlich. Die alphabetisch geordnete Artenliste enthält alle von uns beobachteten Arten (mit Hinweisen auf die Zonenzugehörigkeit, vgl. S. 154 ff., Standort, Fundorte etc.), weiters Zitate von Herbarbelegen anderer Sammler sowie die KERNSTOCK-Angaben aus dem Jahre 1889. Insgesamt handelt es sich um 108 Arten. Die Nomenklatur richtet sich nach POELT (1969) bzw. GAMS (1967).

## 2. Verzeichnis der Arten (mit Standorts- und Fundortsangaben)

### *Alectoria*

*A. crispa* MOT.: An Föhren an der Nordseite des Pfangberges, 630 m; an Eichen und Föhren auf dem Lineck-Berg, 680—690 m (leg. MAURER, det. KLEMENT).

<sup>4</sup>) Leider konnten diese Auflagefolien mit Zonen- und Punktkarten sowie die dazupassende Grundkarte 1 : 50.000 „Graz“ 164 den Bänden der Zeitschrift nicht kostenlos beigegeben werden; sie sind aber zum Selbstkostenpreis erhältlich.



*A. fuscescens* GYELN.: Zone I: An Nadelbäumen zwischen Mantschastraße und Schießstätte am Felieferhof, 480 m (leg. MAURER, det. POELT); an Laubbäumen an der Steinbergstraße, 480 m; an Föhren am Roseggerweg, 500 m (leg. MAURER, det. KLEMENT).

*A. jubata* (L.) ACH. s. lat. (Karte 6): Zone I—II (— III): An Nadelbäumen, seltener an Laubbäumen wie Eichen und Birken höherer Lagen. Charakteristisch für Zone I und II; verträgt im Gegensatz zu *Platismatia glauca* (= *Cetraria glauca*) und *Pseudevernia furfuracea* (= *Parmelia furfuracea*) größere Trockenheit. Am häufigsten an Föhren im Nordosten und Osten von Graz, seltener und meist sehr kümmerlich an Obstbäumen der Zone III. Sehr vereinzelt in Zone IV bzw. an kleinen, in der Zonenkarte nicht ausgeschiedenen Inseln im Bereich der Zone III, wie an der Nordseite des Reinerkogels am Rosenberg, bei der Taubstummenanstalt am Rosberggürtel und im Botanischen Garten der Universität. Charakteristische Begleiter: *Hypogymnia physodes* (= *Parmelia physodes*), *Pseudevernia furfuracea* (= *Parmelia furfuracea*), div. *Usnea* spec. etc. — Bei der Erstellung der Verbreitungskarte wurden die Kleinarten dieser Sippe nicht unterschieden.

*A. positiva* (GYELN.) MOT.: Zone I: An Eichen an der Nordseite der Platte, mit *Platismatia glauca* (= *Cetraria glauca*), 640 m; an Föhren am Schafthalberg, 520 m; an Eichen am Lineck, 680 m (leg. MAURER, det. KLEMENT).

*A. subcana* (NYL.) GYELN.: Zone I: An Laub- und Nadelbäumen im Weizbachgraben bei Andritz, 500 m (leg. MAURER, det. POELT); an Eichen und Föhren am Pfangberg und Lineck, 520—680 m (leg. MAURER, det. KLEMENT).

## Anaptychia

*A. ciliaris* (L.) KOERB. s. str.: An Obstbäumen nördlich von Graz (KERNSTOCK 1889:12).

## Arthopyrenia

*A. fallax* (NYL.) ARN.: Auf Erlen in den Murauen; auf einem Kirschbaum am Plabutsch (KERNSTOCK 1889:30).

*A. persoonii* MASS.: Auf glatter Laubholzrinde im Ragnitztal (KERNSTOCK 1889:30).

## Bacidia

*B. albescens* (HEPP) ZWACKH: Zone IV: Auf einem Birnbaum im Schrebergarten gegenüber der Brauerei Reininghaus an der Alten Poststraße (leg. MAURER, det. POELT).

*B. corticicola* (ANZI) DALLA TORRE et SARNTH. (= *Scoliciosporum corticolum* ANZI.): Auf dünnen Föhrenzweigen bei Mariatrost und auf Laubholz im Ragnitztal (KERNSTOCK 1889:26).

*B. luteola* (SCHRAD.) MUDD (= *Bacidia rubella* [EHRH.] MASS.): Auf Laubholzrinde im Ragnitztal (KERNSTOCK 1889:26).

*B. naegelii* (HEPP) ZAHLBR. (= *Bilimbia naegelii* ANZI): Auf Laubholzrinde in der Umgebung von Graz nicht selten, wie an Pappeln bei Mariatrost, an Walnuß auf dem Plabutsch; auf der Platte, bei Gösting (KERNSTOCK 1889:26).

*B. nitschkeana* (LAHM) ZAHLBR. (= *Bilimbia nitschkeana* LAHM): Auf Föhren am Plabutsch häufig (KERNSTOCK 1889:26).

## Buellia

*B. disciformis* (FR.) MUDD (= *B. parasema* (ACH.) De NOT. var. *disciformis* FR.): Auf Birnen bei Mariatrost, auf Buchen am Plabutsch und auf Föhren bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889:27).

*B. punctata* (HOFFM.) MASSAL. (= *B. punctiformis* (HOFFM.) MASSAL.,

*B. myriocarpa* (DC.) De NOT.: Zone I—III: An einem Birnbaum an der Bahnhofstraße gegenüber der Bahnhaltestelle Straßgang; an einer Roßkastanie an der Kehlbergstraße; an einer Roßkastanie in der Eckehard-Hauer-Straße; an Roßkastanien beim Felieferhof (sämtliche Proben leg. MAURER, det. POELT). Nach KERNSTOCK (1889:27) an Föhren bei Mariatrost, im Stiftingtal und auf der Kanzel. — Zone IV: An einer Trauerweide im evangelischen Friedhof in Neu Hart (leg. MAURER, det. POELT). An Laubbäumen in der Umgebung von Graz wohl allgemein verbreitet.

*B. schaereri* De NOT.: Auf Föhren am Plabutsch (KERNSTOCK 1889:27).

### **Caloplaca**

*C. cerina* (EHRH. ex HEDW.) TH. FR. (= *Callopsisma cerinum* EHRH.): Auf der glatten Rinde verschiedener Laubhölzer: Mariatrost, Gösting, Eggenberg (KERNSTOCK 1889:17).

*C. pyracea* (ACH.) TH. FR. (= *Callopsisma pyraceum* ACH.): Mit Apothecien auf glatter Laubholzrinde: Mariatrost, auf Pappeln; Plabutsch, auf *Juglans*; auf dünnen Föhrenzweigen: Mariatrost; auf alten Planken: Heinrichstraße; überall gemein; var. *holocarpa* (EHRH.) TH. FR. mit Apothecien auf alten Planken, meist in Gesellschaft von *Lecanora hagenii* auf der Ries (KERNSTOCK 1889:17).

### **Candelaria**

*C. concolor* (DICKS.) STEIN: Zone I—IV: An Laubbäumen ziemlich allgemein verbreitet und stellenweise häufig, besonders an Obstbäumen der Zone III wie bei Kehlberg, St. Martin, in der Seiersbergstraße, Josef-Schwarz-Straße, St. Leonhard (MAURER); bei Fölling und an einer Esche in der Neusitzstraße (L. KARL); an einem Birnbaum an der Petersbergenstraße und bei Raaba (R. KARL).

### **Candelariella**

*C. reflexa* (NYL.) LETT.: Zone I—III: An Laubbäumen, besonders an Obstbäumen der Zone III nicht selten, wie an der Westseite des Buchkogels, an den Westhängen des Plabutsch, bei St. Veit, Mariatrost, Ragnitz (leg. MAURER, det. POELT).

### **Cetraria**

[*C. glauca* (L.) ACH.] = *Platismatia glauca* (L.) CULB. et CULB.

*C. oakesiana* TUCK.: Zone I: An einem Fichtenstrunk im Wald südlich der Rohrbachhöhe bei Stifting (leg. R. KARL, det. POELT).

*C. pinastri* (SCOP.) S. GRAY (= *C. caperata* [L.] VAIN.) (Karte 4): Zone I—II (—III): Eine oxyphile Art, die häufig am Grunde von Nadelbäumen vorkommt. Im Osten von Graz stellenweise auch in der Zone III. Charakteristische Begleiter: *Parmeliopsis ambigua*, *Lecidea scalaris*.

### **Chaenotheca**

*Ch. chrysocephala* (ACH.) TH. FR.: An Föhrenrinde am Plabutsch (KERNSTOCK 1889:29).

### **Cladonia**

*C. coniocraea* (FLK.) VAIN.: Zone I—III: Am Grunde von Laub- und Nadelbäumen, besonders an bemoosten, schrägen Stämmen und Ästen ziemlich allgemein verbreitet; an Erlen zwischen Buchkogel und Mantscha-Straße; an

Ebereschen an der Thalerseestraße; am Grunde von Föhren am Raacher Kogel bei Gösting und am Admonter Kogel bei St. Gotthard; an Eichen an der Stattergerstraße und im Eggwald bei Mariatrost (leg. MAURER, det. POELT); an einer abgestorbenen Buche im Schafthal (leg. R. KARL).

*C. digitata* (L.) SCHAEER.: Zone I—III: Am Grunde von Föhren an der Mantscha-Straße (leg. MAURER, det. POELT); am Grunde von Fichten im Eggwald bei Mariatrost (leg. R. KARL, det. POELT); an einer Birke am Schafthalberg bei Mariatrost (MAURER). — An alten Baumstämmen wohl allgemein verbreitet.

*C. fimbriata* (L.) SANDST.: An Obstbäumen an der Westseite des Buchkogels und bei St. Gotthard; an einer Eiche am Dürrgrabenweg (leg. MAURER, det. POELT). — Nach KERNSTOCK (1889:9) steril am Grunde von Nadelhölzern (Föhren) häufig bei St. Veit, Mariatrost, Ragnitz, Stiftingtal.

## Evernia

*E. prunastri* (L.) ACH. (Karte 8): Zone I—III: An Laubbäumen (seltener an Nadelbäumen) im Norden und Osten ziemlich allgemein verbreitet, im Westen nur in Zone I zwischen Buchkogel und der Steinbergstraße häufig. Charakteristische Begleiter: *Parmelia saxatilis*, *P. sulcata*, *P. scortea*, *P. caperata*, *P. exasperatula*, *P. fuliginosa*, *Ramalina farinacea*.

## Graphis

*G. scripta* (L.) ACH.: Zone I—II: An Laubbäumen in Bachschluchten, meist am Grunde von Erlen, Haseln und Eschen. Thalerseestraße, Dürrgrabenweg und Weizbachgraben bei Andritz, am Rettenbach bei Wenisbuch, an der Schafthalstraße, im Stiftingtal, in der Ragnitz und bei Messendorfberg (MAURER). Nach KERNSTOCK (1889:28) auf Laubholz in mehreren Formen bei Mariatrost, auch die Form *abietina* SCHAEER.

## Hypogymnia

*H. physodes* (L.) NYL. (= *Parmelia physodes* [L.] ACH., Karte 3): Zone I—III (—IV): Optimale Entwicklung in Zone I, wo die Stämme von Nadelbäumen oft ringsum von der Stammbasis bis weit hinauf von dieser anspruchsvolleren oxyphilen Art bekleidet werden. In Zone II kommt sie seltener und meist nur an der Nordseite der Stämme vor. In Zone III ist sie auch an Obstbäumen in nordseitigen Lagen oft noch häufig, in Zone IV findet man sie hingegen nur noch sehr selten und stark gestört, z. B. Zentralfriedhof, Evangelischer Friedhof in Neu Hart, Grottenhofstraße, Leuzenhofgasse, Viktor-Franz-Straße, Kalvarienberg, Aspachgasse, Weinzöttlstraße. Etwas häufiger in den nordöstlichen und östlichen Stadtteilen der Zone IV; die innersten Vorkommen sind hier: Millöckergasse, nordöstlich und südlich der Baumschulgasse, Körblergasse, Mozartgasse, Maria-Theresien-Allee und Wilhelm-Fischer-Allee, im Stadtpark, Hugo-Wolf-Gasse, Leechgasse, Hallerschloßstraße, am Schillerplatz (mehr in Zone V), in der Petersgasse, Brucknerstraße und am Mühlgangweg. Äußerst kümmerliche und kaum mehr sicher bestimmbare Reste fanden sich in Zone V beim Schillerdenkmal im Stadtpark nahe dem Opernring und in der Lagergasse beim Städtischen Schlachthof. Charakteristische Begleiter: *Pseudevernia furfuracea* (= *Parmelia furfuracea*), *Platismatia glauca* (= *Cetraria glauca*), *Alectoria* und *Usnea* spec.

*H. tubulosa* (SCHAEER.) HAV. (= *Parmelia tubulosa* [SCHAEER.] BITT.): Zone I: An *Populus tremula* im Schluchtwald zwischen Buchkogel und Mantschastraße (leg. MAURER, det. POELT).

## Lecania

*L. cyrtella* (ACH.) TH. FR.: An alten Planken auf der Ries (KERNSTOCK 1889:22).

*L. dubitans* (NYL.) A. L. SM. (= *L. dimera* [NYL.] TH. FR.): An Pappeln bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889:22).

*L. fuscella* (SCHAER.) KOERB. (= *L. syringea* [ACH.] TH. FR.): An Pappeln bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889:22).

## Lecanora

*L. allophana* (ACH.) RÖHL. (= *L. subfusca* [L.] ACH. var. *allophana* ACH.): An Buchen im Ragnitztal und bei Mariatrost; auf *Juglans* auf dem Plabutsch; an Föhren bei St. Veit und Mariatrost (KERNSTOCK 1889:20, 21).

*L. carpinea* (L.) ACH. em. VAIN.: An einem Nußbaum an der Südseite des Buchkogels und an einer Buche am Schafthalberg (leg. MAURER, det. POELT).

*L. chlarona* (ACH.) NYL. (= *L. subfusca* [L.] var. *chlarona* ACH.): An einem Obstbaum östlich des Gabriachbaches bei St. Veit (leg. L. KARL, det. POELT); an Föhren bei Mariatrost und auf dem Plabutsch (KERNSTOCK 1889:21).

*L. chlarotera* NYL.: Zone I: An Ebereschen an der Thalerseestraße, nächst Schloß Hart. Zone II: An einer Rotbuche am Kollerberg; an einer Birke an der Schöckelstraße. Zone III: An einer Roßkastanie und an einem Nußbaum in der Kehlbergstraße; an einem Apfelbaum an der Hafnerstraße in Straßgang; an einer Roßkastanie und an Obstbäumen an der Steinbergstraße. Zone IV: An einer Roßkastanie in der Kalvarienbergstraße (leg. MAURER, det. POELT); an einer Eiche bei Wenisbuch (leg. L. KARL, det. POELT); an einer Roßkastanie bei Mariatrost; an einer Esche in der Rudolfstraße (leg. R. KARL, det. POELT).

*L. coilocarpa* (ACH.) NYL. (= *L. subfusca* [L.] ACH. var. *coilocarpa* ACH.): Auf Föhrenzweigen bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889:21).

*L. effusa* (PERS.) ACH.: Auf Nadelholzzweigen bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889:21).

*L. hagenii* ACH. s. lat. (Karte 3): Zone III—V: An Laubbäumen, besonders Roßkastanien. Diese Sippe dringt mit anderen Krustenflechten wie *Lecanora chlarotera* und *Buellia punctata* sowie dem Schlauchpilz *Hysterium angustatum* bedeutend weiter als die Blattflechten in das dichter verbaute Stadtgebiet vor. Zone III: An der Triesterstraße gegenüber der Brauerei Puntigam: Hans-Fritz-Weg am Rosenberg. Zone IV: Vor dem Zentralfriedhof an der Triesterstraße; Peter-Rosegger-Straße; Judendorfer Straße bei Raach; Kalvarienbergstraße; Viktor-Zack-Weg; Saumgasse, Grabenstraße; Jahngasse; Harrachgasse; Messegeleände. Zone V: Eckertstraße; Asperngasse; Starhembergasse; Gabelsbergerstraße; Pflanzengasse; Bahnhofgürtel; Fröbelpark; Kalvariengürtel (sämtliche Proben det. POELT). Nach KERNSTOCK (1889:22) häufig auf alten Planken auf der Ries, im Stiftingtal, an der Wiener Straße und bei Stattegg.

*L. intumescens* (REBENT.) RABENH. (= *L. subfusca* [L.] ACH. var. *intumescens* REBENT.): An Buchen am Plabutsch und an Pappeln bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889:21).

*L. pallida* (SCHREB.) SCHAER: Zone I—II: An Laubbäumen im Thalgraben, an der Straße nach Thal-Winkel (leg. MAURER, det. POELT); an einer Eiche im Eggwald bei Mariatrost und am Ragnitztalweg (leg. R. KARL, det. POELT). An Laubbäumen wohl weiter verbreitet.

*L. piniperda* NYL.: Auf Föhrenrinde im Stiftingtal und bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889:22).

*L. sambuci* (PERS.) NYL.: An Pappeln bei Mariatrost und an einem Kirschbaum bei Wenisbuch (KERNSTOCK 1889:22).

*L. subfusca* (L.) ACH. s. lat.: Zone I—III: An Eschen an der Thalstraße; an einem Nußbaum beim Felieferhof (leg. MAURER, det. POELT); an einem Obstbaum bei St. Veit (leg. L. KARL, det. POELT); an Eichen auf der Ries und im Stiftingtal (leg. R. KARL). Nach KERNSTOCK (1889:19) an Buchen im Ragnitztal, Mariatrost, Plabutsch; an Föhren bei St. Veit, Mariatrost; var. *argentata* ACH. im Ragnitztal; an einer Kirsche bei Wenisbuch; an Föhren bei Mariatrost.

*L. subintricata* (NYL.) TH. FR.: Auf Föhrenzweigen bei Mariatrost und auf dem Plabutsch (KERNSTOCK 1889:21).

## Lecidea

*L. elaeochroma* (ACH.) ACH. (= *L. olivacea* [HOFFM.] MASSAL. und *L. parasema* ACH.): Nach KERNSTOCK (1889:25): Auf Laubholzrinde häufig, wie an Eichen bei Gösting, an einer Pappel auf der Platte, an einem Nußbaum auf dem Plabutsch und im Ragnitztal, an Roßkastanien in Eggenberg; an Erlen in den Murauen; an einem Birnbaum in St. Veit; an Eschen an der Thalerseestraße (MAURER).

*L. euphorea* (FLK.) NYL. (= *L. parasema* ACH. var. *euphorea* FLK.): Auf alten Planken häufig: Stiftingtal (KERNSTOCK 1889:25).

*L. scalaris* ACH. (= *L. ostreata* [HOFFM.] SCHAER., *Psora ostreata* HOFFM.) (Karte 7): Zone I—II (—III). An Nadelbäumen, besonders an Föhren, selten an Obstbäumen. Verträgt ähnlich wie *Parmeliopsis ambigua* die trockensten Standorte, deshalb meist mit dieser zusammen häufig in Zone II. Sehr zerstreut und selten in Zone III: Nervenkrankenhaus Graz und im Schloßpark in Eggenberg an Nadelbäumen.

## Lepraria

*L. aeruginosa* (WIGG.) SM.: Zone I—V. An Laubbäumen ziemlich allgemein verbreitet, vereinzelt auch in Zone V, wie am Schloßberg und im Stadtpark.

## Leptorhaphis

*L. tremulae* KOERB.: Auf Pappelzweigen bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889:30).

## Lobaria

*L. pulmonaria* (L.) HOFFM. (= *Sticta pulmonacea* ACH.): Nach KERNSTOCK 1889:14 steril an alten Buchen (in geschlossenen Beständen) in der ganzen Umgebung von Graz nicht selten. Im Jahre 1967 jedoch nirgends mehr beobachtet.

## Maronea

*M. constans* (NYL.) HEPP. (= *M. berica* MASSAL.; *M. kemmleri* KOERB.): Auf Tannennrinde im Ragnitztal (KERNSTOCK 1889:20).

## Menegazzia

*M. terebrata* (HOFFM.) KOERB. (= *M. pertusa* [SCHRANK] STEIN, *Parmelia pertusa* [SCHRANK] SCHAER.): Nach KERNSTOCK (1889:12) steril an Baumrinde, vorzüglich auf Föhren in der Umgebung von Graz fast gemein; meist in der sorediösen, an *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes* var. *labrosa* erinnernden Form.

## Opegrapha

*O. atra* PERS.: Auf Laubholz bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889: 28).

*O. rufescens* PERS. (= *O. herpetica* ACH.): Auf Laubholz bei Gösting; auf Föhren bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889:28).

*O. varia* PERS. s. lat.: Auf Laubholz der Umgebung von Graz (KERNSTOCK 1889:28).

## Parmelia

*P. acetabulum* (NECK.) DUBY: An einem Obstbaum bei der Bergkirche von Kalkleiten, außerhalb des Stadtgebietes (leg. MAURER, det. POELT).

*P. caperata* (L.) ACH. (Karte 9): Zone I—III. An Laub- und Nadelbäumen, nirgends häufig. Eine Häufung von Fundpunkten nur an den Westhängen des Buchkogels, am Lineck und im Nordosten des Gebietes. Charakteristische Begleiter: *Parmelia scorteae*, *P. subrudecta*, *P. flaventior* (selten).

*P. cetrarioides* DEL.: Zone I: An *Sorbus aria* an der Nordseite des Hauenstein, 620 m (leg. MAURER, det. POELT); an einer abgestorbenen Buche im Schafthal (R. KARL).

*P. exasperatula* NYL.: Zone I—IV. An Laubbäumen, besonders an Obstbäumen in der Zone III ziemlich allgemein verbreitet, oft zusammen mit *Parmelia fuliginosa*. In Zone IV an Trauerweiden im evangelischen Friedhof in Neu Hart und in der Humboldtstraße.

*P. flaventior* STIRT. (= *P. kernstockii* LYNGE et ZAHLBR., *P. andreana* MÜLL. ARG.): Zone I—III. An Linden am Höhenrücken des Florianiberger und an Obstbäumen beim Felieferhof an der Steinbergstraße (leg. MAURER, det. POELT); an einem Obstbaum am Ursprungweg bei Andritz (L. KARL); an einer Eberesche bei Hart-St. Peter (leg. R. KARL, det. POELT); an Birnbäumen an der Waltendorfer Hauptstraße (MAURER).

*P. fuliginosa* (FR.) NYL. (inkl. *P. glabrata* LAMY = *P. laetevirens* [FLOT.] ROSEND.) (Karte 8): Zone I—III (—IV): Vorzugsweise an Laubbäumen, besonders Eichen, oft auch an sehr schattigen Standorten. Am häufigsten in Zone II. Vereinzelt und selten auch in Zone IV, wie in der Pirschackerstraße bei Neu Hart, Roseggerstraße, Weinzöttlstraße; mehrfach am Südfuß des Rosenberges, in der Leechgasse, Nibelungengasse, Steyregasse, Brucknerstraße. Charakteristische Begleiter: zahlreiche nitrophile Arten.

[*Parmelia furfuracea* (L.) ACH.] = *Pseudevernia furfuracea* (L.) ZOPF.

*P. glabra* (SCHAER.) NYL.: Zone I—III. An Obstbäumen an der Rannachstraße (leg. MAURER, det. SCHITTENGRUBER); an Laubbäumen an der Föllingstraße (leg. L. KARL, det. POELT); an einem Obstbaum am Pfanghofweg (R. KARL); an Obstbäumen am Hinteren Plattenweg (MAURER).

[*P. pertusa* (SCHRANK) SCHAER.] = *Menegazzia terebrata* (HOFFM.) KOERB.

[*P. physodes* (L.) ACH.] = *Hypogymnia physodes* (L.) NYL.

*P. saxatilis* (L.) ACH. (Karte 9): Zone I—III (—IV): An Laubbäumen, besonders Eichen, seltener an Nadelbäumen. In Zone III nicht selten an Obstbäumen. Vereinzelt auch in Zone IV, wie zwischen Weinzöttlstraße und St. Gottward, am Reinerkogel und an der Südseite des Rosenberges. Charakteristische Begleiter: *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes* (= *Parmelia physodes*), *Evernia prunastri*, *Physcia stellaris* etc.

*P. scorteae* ACH. (= *P. tiliacea* HOFFM.) (Karte 7): Zone I—III: Vorzugs-

weise an alten Laubbäumen. Im Westen und Norden von Graz selten: An Obstbäumen an der Südseite des Buchkogels und Kollerberges; zwischen Kernstockweg und Weg zur Einsiedelei; Vorderplabutsch; Thalgraben; zwischen Ziegelstraße und Saumgasse; am Pfeifferhofweg. Im Nordosten und Osten in Zone II häufiger und ziemlich allgemein verbreitet. Charakteristische Begleiter: *Physcia ascendens*, *Candelaria concolor*, *Parmelia exasperatula*, *P. fuliginosa*, *P. sulcata* etc.

*P. subargentifera* NYL. (= *P. verruculifera* NYL.): Zone III: An Laubbäumen an der Thalerseestraße, nächst Schloß Hart (leg. MAURER, det. POELT); an Obstbäumen beim Felieferhof (MAURER); an einer Linde in der Seiersbergstraße (leg. MAURER, det. POELT); an einer Linde im Ragnitztal (R. KARL); an einem Birnbaum an der Petersbergenstraße (MAURER).

*P. subaurifera* NYL.: Nach KERNSTOCK (1889:14) steril an Nadelholz-(Föhren-)Zweigen bei Mariatrost und auf dem Plabutsch.

*P. subrudecta* NYL. (= *P. borrieri* auct. medioeurop. non ACH., *P. dubia* [WULF.] SCHAER.): Zone I—III: An Linden am Florianiberg, 520 m und an Laubbäumen beim Felieferhof (MAURER); Petri-Au an der Hohenrainstraße (R. KARL); an Flaumeichen oberhalb Hinterbrühl (MAURER); an einer Eiche am Ursprungweg (L. KARL); Zone III: An einem Birnbaum am Weg „Am Buchkogel“ (MAURER); an einem Birnbaum an der Rannachstraße in St. Veit (L. KARL); an Birnbäumen an der Petersbergenstraße (MAURER).

*P. sulcata* TAYLOR (Karte 2): Zone I—IV: Diese nitrophile Art findet sich am häufigsten an Obstbäumen der Zone III. Beinahe häufiger als in Zone I und II kommt sie noch in Zone IV vor und bildet mit *Physcia orbicularis* und *Physcia ascendens* Inseln dieser Zone innerhalb der Zone V westlich des Floßlendplatzes, im Augarten und an der Fabriksgasse. Weiters bildet sie mit den beiden Physcien insbesondere östlich der Mur die Innengrenze der Zone IV. Charakteristische Begleiter: Nitrophile Arten wie *Physcia ascendens*, *Ph. orbicularis* etc.

[*P. tubulosa* (SCHAER.) BITT.] = *Hypogymnia tubulosa* (SCHAER.) HAV.

## Parmeliopsis

*P. aleurites* (ACH.) NYL. (= *P. pallescens* [HOFFM.] ZAHLBR.): Zone I: An dünnen Zweigen am Gipfel des Buchkogels (MAURER).

*P. ambigua* (WULF.) NYL. (Karte 5): Zone I—II (—III): Häufig an Nadelbäumen, besonders am Grunde von Föhren. Selten an Obstbäumen in der Zone III. Charakteristische Begleiter: *Lecidea scalaris*, *Cetraria pinastri*.

*P. hyperopta* (ACH.) ARNOLD: An einer Birke am Admonter Kogel bei St. Gotthard (leg. L. KARL, det. POELT).

## Pertusaria

*P. albescens* (HUDS.) CHOISY et WERN. (= *P. discoidea* [PERS.] MALME; *P. globulifera* [TURN.] MASS.; *P. orbiculata* ZAHLBR.): Zone I—III. An Nadelbäumen an der Nordseite des Florianiberges; an einem Nußbaum oberhalb der Kehlbergstraße und an Obstbäumen am Weg „Am Buchkogel“; an Laubbäumen an der Thalerseestraße; an Laubbäumen auf dem Gaisbergsattel; an Flaumeichen bei Cösting; an Laubbäumen an der Rannach-Straße; mehrfach an Obstbäumen bei Mariatrost (leg. MAURER, det. POELT); an einem Obstbaum am Janischhofweg (leg. L. KARL, det. POELT); an einem Birnbaum in Hart-St. Peter und an einer Linde im Ragnitztal (R. KARL). In den Zonen I—III wohl ziemlich allgemein verbreitet.

*P. amara* (ACH.) NYL.: Zone I—III. An Laubbäumen am Weg „Am Buchkogel“; an Nadelbäumen an der Mantscha-Straße; an Laubbäumen im Eggwald bei Mariatrost (leg. MAURER, det. POELT). Nach KERNSTOCK (1889:23) auf Buchen am Plabutsch.

## Phyiscia

*Ph. aipolia* (EHRH.) HAMPE: Zone I—III. An Obstbäumen beim Felieferhof an der Steinbergstraße (leg. MAURER, det. POELT); an einer Erle im Schafthal (R. KARL). Nach KERNSTOCK (1889:14) an Laubbäumen aller Art häufig, wie bei Wenisbuch und Mariatrost.

*Ph. ascendens* BITT. (Karte 4): Zone I—IV: Charakterart der Zone III, wo sie an Obstbäumen fast überall häufig auftritt. An Nadelbäumen selten, also ausgesprochen nitrophil. Zerstreut auch in Zone IV. Charakteristische Begleiter: *Xanthoria parietina*, *Parmelia sulcata*, *Physcia orbicularis*, *Ph. stellaris*, *Candelaria concolor* etc.

*Ph. enteroxantha* (NYL.) POELT (= *Ph. enteroxantha* NYL., *Ph. leucoleiptes* auct. europ., *Ph. enteroxanthella* [HARM.] OLIV.): Zone I—III: An Alleebäumen in der Josef-Schwarz-Straße und an Obstbäumen im Weizbachgraben (leg. MAURER, det. POELT). An einer Pappel gegenüber dem Kriegerdenkmal in Mariatrost (leg. R. KARL, det. POELT).

*Ph. farrea* (ACH.) POELT (= *Ph. farrea* [ACH.] VAIN.): Zone I—III: An Laubbäumen an der Thalerseestraße nächst Schloß Hart; an Obstbäumen beim Felieferhof an der Steinbergstraße und im Weizbachgraben (leg. MAURER, det. POELT); an einem Obstbaum am Ursprungweg (leg. L. KARL, det. POELT).

[*Ph. grisea* (LAM.) ZAHLBR.] = *Physconia grisea* (LAM.) POELT.

*Ph. orbicularis* (NECK) DR. (= *Ph. virella* auct., *Ph. obscura* [V. d. BOSCH] TH. FR. p. p.) (Karte 5): Zone I—IV. An Laubbäumen, besonders Obst- und Alleebäumen, selten an Nadelbäumen. Als nitrophile Art charakteristisch für Zone III und IV; dringt mit *Parmelia sulcata* am weitesten in das verbaute Stadtgebiet ein. Charakteristische Begleiter: *Physcia ascendens*, *Parmelia sulcata*, *Xanthoria parietina* und andere nitrophile Arten.

[*Ph. pulverulenta* (SCHREB.) HAMPE] = *Physconia pulverulenta* (SCHREB.) POELT.

*Ph. stellaris* (L.) NYL. (Karte 6): Zone I—III (—IV): An Laubbäumen, vorzugsweise an Obstbäumen der Zone III. Im Westen selten, wie an der Südseite des Buchkogels, Schießstätte am Felieferhof, Gaisberg, Thalgraben bei Güsting. Ziemlich allgemein verbreitet im Norden und Osten von Graz. In Zone IV bei Andritz, am Südfuß des Rosenberges und an der Rudolfstraße. Charakteristische Begleiter: *Physcia ascendens*, *Parmelia scortea*, *P. saxatilis*, *Evernia prunastri* etc.

*Ph. tenella* DC. em. BITT.: Zone I—III (—IV): An Alleebäumen in der Josef-Schwarzstraße (leg. MAURER, det. POELT); an der Kirchbergstraße in Mariatrost (leg. R. KARL, det. POELT). Nach KERNSTOCK (1889:14) steril häufig an Zäunen, Obstbaumästen etc. bei Mariatrost und am Plabutsch.

## Physconia

*Ph. grisea* (LAM.) POELT (= *Physcia grisea* [LAM.] ZAHLBR.): An Laubbäumen an der Auffahrt zum Schloß St. Martin; an Birnbäumen bei Wenisbuch (leg. MAURER, det. POELT); an Birnbäumen an der Petersbergenstraße und an der Waltendorfer Hauptstraße.

*Ph. pulverulenta* (SCHREB.) POELT (= *Physcia pulverulenta* [SCHREB.]



HAMPE): Zone I—III: An Laubbäumen: Steinbergstraße, Thalerseestraße, Schloßpark von Eggenberg, auf der Ries, an der Rannachstraße, bei Wenisbuch, Mariatrost, Schweinbergstraße (leg. MAURER, det. POELT). An Obstbäumen, besonders der Zone III ziemlich allgemein verbreitet.

### Platismatia

*P. glauca* (L.) CULB. et CULB. (= *Cetraria glauca* [L.] ACH.) (Karte 1): Zone I (—III): An Laub- und Nadelbäumen feuchter Wälder der Zone I: Westseite des Buchkogels und entlang der Mantscha-Straße bis gegen die Steinbergstraße; kümmerlich an Birken an der Westseite des Plabutsch und an Föhren am Höhenberg bei Gösting und an der Rannachstraße oberhalb St. Veit; ziemlich häufig und stellenweise üppig entwickelt an den Hängen des Lineck, Pfangberges, Platte und Hauenstein. Weiters nicht selten an bewaldeten Nordhängen nordöstlich von Mariatrost, Rieshänge, Schweinberg und Petersbergen. Sehr selten und spärlich in Zone II und III und in kleinen, in der Zonenkarte nicht eingezeichneten Inseln der Zone III im Bereich der Zone IV, wie an der Nordseite des Reinerkogels und im Botanischen Garten der Universität. Charakteristische Begleiter: *Hypogymnia physodes* (= *Parmelia physodes*), *Pseudevernia furfuracea* (= *Parmelia furfuracea*), div. *Alectoria* und *Usnea* spec., *Parmelia cetrarioides* (selten).

### Pseudevernia

*P. furfuracea* (L.) ZOFF (= *Parmelia furfuracea* [L.] ACH.) (Karte 2): Zone I: *Pseudevernia furfuracea* ist die anspruchsvollste aller im Gebiet kartierten Arten. Sie ist vereinzelt an Nadelbäumen, seltener an Laubbäumen in meist höheren Lagen anzutreffen, wie an der Westseite des Buchkogels (560—650 m) und östlich der Mantschastraße zwischen Buchkogel und Steinbergstraße (480 bis 490 m); Gipfel des Höhenberges bei Gösting (644 m), Flösserkogel (700 m), Pfangberg (580 m), Platte (610 m), Lineck (600—698 m), Hauenstein (560 bis 650 m) und mehrfach am Roseggerweg bei Mariatrost, auf den Anhöhen zwischen Schafthalberg und Roseggerhof (490—520 m), überall ziemlich spärlich und kümmerlich. Charakteristische Begleiter: div. *Alectoria*- und *Usnea*-Arten, *Hypogymnia physodes* (= *Parmelia physodes*).

### Pyrenula

*P. nitida* (WEIG.) ACH.: An Buchen in der Umgebung von Graz häufig (KERNSTOCK 1889:29).

### Ramalina

*R. cf. calicaris* (L.) FR.: An einer Esche an der Thalstraße zwischen Hinterbrühl und Thalmühle (leg. MAURER, det. POELT).

*R. farinacea* (L.) ACH.: Zone I—II: An Laubbäumen an der Thalerseestraße (leg. MAURER, det. POELT); an einer Eiche im Schafthal (leg. R. KARL, det. POELT); an einer Pappel in der Ragnitz (R. KARL). Nach KERNSTOCK (1889:5) steril an Laubholzstämmen bei Mariatrost.

*R. pollinaria* (ACH.) ACH.: Zone I—III: An Birnbäumen am Weg „Am Buchkogel“, am Roseggerweg und Kirchberg bei Mariatrost (leg. MAURER, det. POELT); an einer Eiche im Schafthal (R. KARL). Nach KERNSTOCK (1889:6) steril an der Rinde alter Laubbäume auf der Ries; an einer Eiche an der Waltdorfer Hauptstraße (MAURER).

*R. thrausta* (ACH.) NYL. (= *R. crinalis* [ACH.] GYELN., *Alectoria thrausta* ACH.): Zone I: An bemoosten Alleebäumen an der Thalerseestraße, 450 m (leg. MAURER, det. KLEMENT).

## Rinodina

*R. corticola* (ARNOLD) ARNOLD: Auf Buchen am Plabutsch (KERNSTOCK 1889:19).

*R. metaboliza* VAIN. (= *R. exigua* f. *metaboliza* TH. FR., *R. sophodes* var. *metaboliza* BOIST.): Auf Nadelholzweigen und Laubholz bei Mariatrost (KERNSTOCK 1889:19).

*R. polyspora* TH. FR.: Bei Mariatrost; auf *Juglans* auf dem Plabutsch (KERNSTOCK 1889:19).

*P. pyrina* (ACH.) ARNOLD: Auf Nadelholzweigen bei Mariatrost und im Stiftingtal; auf alten Planken am Burgring (KERNSTOCK 1889:19).

*R. sophodes* (ACH.) HELLB.: An Kirschbäumen bei Wenisbuch (KERNSTOCK 1889:19).

## Usnea

*U. comosa* (ACH.) RÖHL.: Zone I (—III): An Laub- und Nadelbäumen zwischen Mantscha-Straße und Schießstätte am Felieferhof, 480 m; an Laubbäumen an der Thalerseestraße nächst Schloß Hart, 460 m; an Eichen am Gipfel des Lineck, 680 m, an Föhren am Schafthalberg, 520 m (leg. MAURER, det. KLEMENT); an einem Obstbaum bei Wenisbuch (leg. L. KARL, det. KLEMENT).

*U. dasypoga* (ACH.) RÖHL.: Zone I: An Laubbäumen zwischen Mantscha-Straße und Schießstätte am Felieferhof, 480 m; an Alleebäumen an der Thalerseestraße nächst Schloß Hart, 450 m; an Eichen am Lineck, 680 m (leg. MAURER, det. KLEMENT).

*U. fulvorangeans* (Räs.) MOT.: An einem Birnbaum am Roseggerweg, 500 m (leg. MAURER, det. KLEMENT).

*U. hirta* (L.) WIGG.: Zone I (—III): Häufig an Nadel- und Laubbäumen zwischen Mantscha-Straße und Schießstätte am Felieferhof, 480—500 m; an Nadel- und Laubbäumen im Weizbachgraben, 460 m; an Eichen am Gipfel des Lineck, 680 m (leg. MAURER, det. KLEMENT). Nach KERNSTOCK (1889:4) in der Umgebung von Graz gemein, wie in der Ragnitz, bei Mariatrost.

*U. hirtella* (ARN.) MOT. (= *U. dasypoga* (ACH.) RÖHL. var. *hirtella* MOT.): Zone I (—III): An Laub- und Nadelbäumen zwischen Mantscha-Straße und Schießstätte am Felieferhof, 480 m; an Alleebäumen an der Thalerseestraße nächst Schloß Hart, 460 m (leg. MAURER, det. KLEMENT); an einem Obstbaum bei Wenisbuch (leg. L. KARL, det. KLEMENT); an einer Lärche im Stiftingtal, 500 m (leg. R. KARL, det. KLEMENT).

*U. rugulosa* VAIN. (= *U. scabrata* NYL. var. *rugulosa* KESSLER): Zone I: An Nadelbäumen an der Mantscha-Straße, 480 m; an Laubbäumen an der Steinbergstraße, 480 m; an Alleebäumen an der Thalerseestraße nächst Schloß Hart, 460 m (leg. MAURER, det. KLEMENT).

*U. similis* MOT. (= *U. comosa* subsp. *similis* MOT.): Zone I: An Alleebäumen an der Thalerseestraße nächst Schloß Hart, 460 m; an Eichen am Gipfel des Lineck, 680 m (leg. MAURER, det. KLEMENT).

*U. soreidiifera* MOT.: An einem Birnbaum am Roseggerweg, 500 m (leg. MAURER, det. KLEMENT).

*U. subluxa* VAIN.: Zone I: An Alleebäumen an der Thalerseestraße nächst Schloß Hart (leg. MAURER, det. KLEMENT).

## Xanthoria

*X. candelaria* (L.) TH. FR. (= *X. lychnea* [ACH.] ALMGR.): Nach KERNSTOCK (1889:16) c. ap. an Laubholzrinde im Stiftingtal.

*X. fallax* (HEPP.) ARN. (= *X. substellaris* [ACH.] VAIN.): Zone I—III: An einer freistehenden Linde an der Nordseite des Lineck, 650 m (leg. MAURER, det. POELT); an einem Obstbaum am Ursprungweg (leg. L. KARL, det. POELT).

*X. parietina* (L.) TH. FR. (Karte 1): Zone I—III (—IV): Die innere Verbreitungsgrenze dieser nitrophilen, besonders Alleebäume bevorzugenden Art wurde in der Zonenkarte als Innengrenze der Zone III angenommen. In Zone IV sehr spärlich im evangelischen Friedhof in Neu Hart, an der Plabutscher Straße, Grazer Straße in Andritz und Petersgasse in St. Peter. Charakteristische Begleiter: zahlreiche nitrophile Arten wie *Physcia ascendens*, *Physcia orbicularis*, *Physconia pulverulenta* (= *Physcia pulverulenta*), *Parmelia sulcata*.

## V. Rindenflechten in anderen Städten

Flechtenarten haben oft sehr ausgedehnte Areale. Die Artengarnituren verschiedener städtischer Flechtenflore zeigen dementsprechend recht auffällige Ähnlichkeiten. So kommen alle echten Rindenflechten, die bisher für Leoben (12 Arten: SCHITTENGRUBER 1964), für Wien (14 Arten: SAUBERER 1951) und für Linz bzw. Wels (27 Arten: BORTENSCHLAGER & SCHMIDT 1963, BORTENSCHLAGER 1969) mitgeteilt wurden, auch im Stadtbereich von Graz vor. Auffälligerweise werden die in der Umgebung von Graz nicht seltenen und daher von uns auch kartierten Arten *Platismatia* (= *Cetraria*) *glauca*, *Alectoria jubata*, *Cetraria pinastri*, *Parmeliopsis ambigua*, *Lecidea scalaris* (= *Psora ostreata*) und *Parmelia saxatilis* für Linz nicht angeführt. Für die westösterreichischen Städte Salzburg, Innsbruck, Landeck, Dornbirn und Bregenz hat BESCHEL (1958:131-137) etwa 80 Rindenflechten angegeben. Davon sind bisher bei Graz u. a. folgende anspruchsvollere Arten nicht gefunden worden: *Alectoria sarmentosa*, *A. implexa*, *Evernia divaricata*, *E. mesomorpha* (= *Letharia thamnones*), *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *bitteriana*, *Parmelia perlata* (= *P. trichotera*), *P. revoluta*, *P. sorediosa* (= *P. sorediata*), *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *vittata*, *Physcia ciliata*, *Ph. dubia*, *Ph. leptalea*, *Ph. tribacia*, *Ramalina fraxinea*, *Usnea florida*, *U. glauca*. Dagegen konnten wir im Raum von Graz etwa folgende, für die westösterreichischen Städte nicht angeführten Arten feststellen: *Alectoria fuscescens*, *A. positiva*, *A. subcana*, *Bacidia albescens*, *Candelariella reflexa*, *Cetraria oakesiana*, *Ramalina thrausta*, *Usnea hirtella*, *U. rugulosa*, *U. similis* und *U. sublaxa*. Selbst von den 113 für den Stadtbereich von Stockholm angegebenen Rindenflechten (SKYE 1968) kommen in Graz noch mehr als die Hälfte vor, und sogar von 11 entsprechenden Arten Long Islands' bei New York, die BRODO (1966) kartiert hat, sind noch 6 bei uns vertreten.

Auch die zonenartig gestaffelte Abfolge bestimmter Arten von Rindenflechten bzw. ihr ökologischer Zeigerwert gegenüber Stadtklima und Luftverunreinigung sind für die bisher untersuchten österreichischen Städte sehr ähnlich (vgl. S. 184—186). So wurden etwa für Linz zur Kennzeichnung der Zonen folgende Arten kartiert (BORTENSCHLAGER & SCHMIDT 1963): *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes* (für Zone I; in Graz vereinzelt noch bis in die Zone IV), *Evernia prunastri* (bis zur Innengrenze von Zone II), *Parmelia scorteae* (über Zone II noch bis III), *Xanthoria parietina* (über Zone III noch bis IV) und *Parmelia sulcata* sowie *Physcia orbicularis* (bis Zone IV); dies stimmt mit den Verhältnissen in Graz weitestgehend überein. In den meisten westösterreichischen Städten (BESCHEL 1958) ist in Zone I das gegenüber Graz häufigere Auftreten

von *Parmelia cetrarioides*, *Platismatia* (= *Cetraria*) *glauca* und *Pseudevernia* (= *Parmelia*) *furfuracea* bemerkenswert. Als typische Stadtflechte wurde *Lecanora hagenii* auch in den Stadtzentren von Salzburg, Innsbruck und Bregenz festgestellt. Bei Berücksichtigung der etwas andersartigen Zonenkennzeichnung erweist sich auch die für Stockholm charakteristische Abfolge von Rindenflechten vom Zentrum zum Stadtkern (SKYE 1968:23-27) durchaus mit den Verhältnissen in Österreich vergleichbar (wobei allerdings neutrophile Arten in Zone III kaum hervortreten). Schließlich gibt auch JONES (1952) eine unseren Verhältnissen weitgehend entsprechende ökologische Reihe von gegenüber dem Stadtklima empfindlichen bis sehr widerstandsfähigen Rindenflechten an: *Usnea* spec., *Evernia prunastri*, *Parmelia caperata*, — *Xanthoria parietina* — *Ramalina* spec. — *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes* — *Parmelia saxatilis* — *Physcia orbicularis* (= *Ph. virella*) — *Physconia* (= *Physcia*) *pulverulenta* — *Lecanora hagenii*.

## VI. Stadtklima und Flechtenwuchs

Die für Graz und andere Städte bzw. Industriegebiete festgestellten Flechtenzonen sind Ausdruck für die von den Randgebieten zum jeweiligen Zentrum hin fortschreitend verschlechterten Wuchsbedingungen der Rindenflechten. Soweit die als geeignete Wuchsorte notwendigen Trägerbäume durchgehend verbreitet sind (was etwa für das Stadtgebiet von Graz durchaus der Fall ist, vgl. S. 165 f.), muß diese Reduktion des Flechtenwuchses auf die negativen Einflüsse des Stadtklimas zurückgeführt werden. In der folgenden Diskussion werden diese lokalklimatischen Verhältnisse zu besprechen und mit der Flechtenzonierung kausal zu verknüpfen sein. Dabei müssen allgemeine ebenso wie die für Graz charakteristischen Bedingungen erörtert und mit den Gegebenheiten in anderen, besonders österreichischen, Städten verglichen werden.

### I. Allgemeine und lokale Hinweise auf das Stadtklima

Das Stadtklima (GEIGER 1961:512-518) wird einerseits dadurch geprägt, daß die natürliche Vegetation bzw. land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen durch Häusermassen, Industrieanlagen und Verkehrsflächen ersetzt sind; der Wasserabfluß erfolgt durch die Kanalisation. Andererseits wirken sich in der Stadt Verbrennungsvorgänge besonders in Haushalten, Industrie, Verkehrsmittel-Motoren etc. bereits merklich lokalklimatisch aus. Im Zusammenspiel mit den räumlichen Gegebenheiten und dem Makroklima entstehen so jeweils die charakteristischen, sehr komplexen städtischen Klimaverhältnisse.

Leider liegen für die Differenzierung des Stadtklimas im Raum von Graz bisher nur sehr unzureichende Daten vor (vgl. dazu etwa FISCHER & BRANTNER 1968, KOLLEGER 1969a). Für Linz ist besonders auf das Sonderheft „Witterung und Klima von Linz“ (1959) zu verweisen. Gute Zusammenstellungen für den Raum von Wien bringen STEINHAUSER et al. (1959) sowie UNDT (1970) und ZAWADIL (1970) im Band I der neuen „Naturgeschichte Wiens“.

Infolge der künstlichen Wärmezufuhr (im Hochwinter der Sonnenstrahlung ± entsprechend!) und der Dunsthaube der Stadt (die zwar Sonnenstrahlung absorbiert, aber einen wesentlichen nächtlichen Rückstrahlungsschutz bietet) ist die Stadt im Jahresmittel (besonders aber im Winter!) wärmer als ihre Umgebung. Für Graz beträgt etwa die mittlere Differenz zwischen Universität und Thalerhof +0,7 °, für die viel stärker windbeeinflussten Städte Linz und Wien liegen die Unterschiede nur bei +0,4 °. Beckenlage (Kaltluftseen!) und geringe

Luftbewegung bedingen im Raum von Graz besonders in den Wintermonaten eine starke Anfälligkeit gegenüber Temperatur-Inversionen. Durch die Temperaturkehr (Warmluft in höheren Schichten!) entsteht für aufsteigende Luftströmungen eine Sperrschicht, welche fast immer unter der Gipfelhöhe der umgebenden Berge liegt. In Wien und Linz sind derartige Inversionen wegen der offeneren Lage und der stärkeren (besonders westlichen) Winde seltener. Ganz allgemein wird im stärker verbauten Gebiet die Windgeschwindigkeit gebremst und damit die Durchlüftung gehemmt.

Die Niederschläge sind im Stadtbereich nicht wesentlich verändert: Jahresmittel in Graz 879 mm, Wintermonate niederschlagsarm: S. 153; in Linz: 844 mm, aber gleichmäßiger verteilt, auch in allen Wintermonaten über 50 mm; in Wien: 574—830 mm, sowohl Winter- als auch Sommermonate trocken und tlw. unter 40 mm. Dagegen sind Taufall und Tauhäufigkeit, ebenso wie die relative Luftfeuchtigkeit im bebauten Gelände deutlich reduziert. Während sich die diesbezüglichen Durchschnittswerte nur geringfügig unterscheiden (z. B. Wien —4 %), kann an sonnigwarmen Tagen das Stadtgebiet um mehr als 20 % weniger luftfeucht sein. Umgekehrt ist die Nebelhäufigkeit (besonders in den Wintermonaten und bei Inversionslagen) in der Stadt gesteigert, da die angereicherten Schwebstoffe als Kondensationskerne für die Feuchtigkeit dienen (z. B. in Linz Zunahme der Nebelhäufigkeit von Kleinmünchen zum Verschiebebahnhof, ca. 1,5 km: 76 %). Hier sind Graz und Linz mit jährlich 65,5 bzw. 72 Nebeltagen gegenüber Wien mit nur 24,3 deutlich benachteiligt.

Besonders wesentlich für das Stadtklima ist die dauernde Anreicherung der Luft mit festen, flüssigen und gasförmigen Emissionen, welche besonders bei Windstille und Inversionslagen zum Aufbau einer Dunstglocke beitragen und sich mit Nebel zum gefürchteten „smog“ (smoke + fog) verdichten können. Für Graz betragen die jährlichen Staubablagerungen (STEINHAUSER 1966) in Graz-Nord bis zu 437,4 kg/ha, in Graz Mitte bis 294,9 kg/ha, am Stadtrand auf der Ries aber nur mehr 97,3 kg/ha. In Wien konnten im Stadtzentrum jährlich bis 1326,4 kg/ha, am Stadtrand dagegen „nur“ 372,8 kg/ha festgestellt werden (STEINHAUSER & CHALUPA 1966). Eine moderne Meßmethode (deren Ergebnisse allerdings mit den vorhergenannten nicht direkt vergleichbar sind) hat 1968 für Wien sogar jährliche Spitzenwerte von 1898 kg/ha erbracht.

Gefährlicher als Staub sind die chemisch aktiven, besonders die gasförmigen Bestandteile der Stadtluft. Am wichtigsten ist dabei das Schwefeldioxyd ( $\text{SO}_2$ ), das zum größten Teil aus der Verbrennung von Stein- und Braunkohle, Koks, Heizöl und Dieselöl entsteht und sich in Wasser unter Bildung von schwefeliger Säure ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) löst. Über die  $\text{SO}_2$ -Verteilung in Städten Österreichs sind wir aufgrund von Messungen mit der Lappenmethode von BAMBERGER-NUSZBAUM-LIESEGANG relativ gut unterrichtet: Graz (STEINHAUSER & CHALUPA 1965; KOLLEGER 1969a, b), Linz (WEISZ & FRENZEL 1956), Wien (KLETTER 1966) etc. Ganz allgemein läßt sich ein charakteristischer Jahresgang der  $\text{SO}_2$ -Niederschläge feststellen, wobei die Wintermonate infolge Hausbrand und stark erhöhter Inversions- und Nebelhäufigkeit jeweils Maxima bringen, die in den Stadtzentren um das 10fache und mehr über den jeweiligen Hochsommer-Minima liegen können. Im Gegensatz dazu bleibt der  $\text{SO}_2$ -Anfall aus Industrieanlagen im Jahresablauf ziemlich gleich. Für Linz mit räumlich klar getrenntem Stadt- und Industriegebiet ergibt sich damit für Sommer und Winter eine ganz unterschiedliche räumliche  $\text{SO}_2$ -Verteilung. Weniger stark sind die jahreszeitlichen Unterschiede beim Vergleich von Stadtzentrum und Industriegebiet im Norden von Graz. Ganz allgemein zeigen die höchsten  $\text{SO}_2$ -Niederschläge (Jahresmittel)

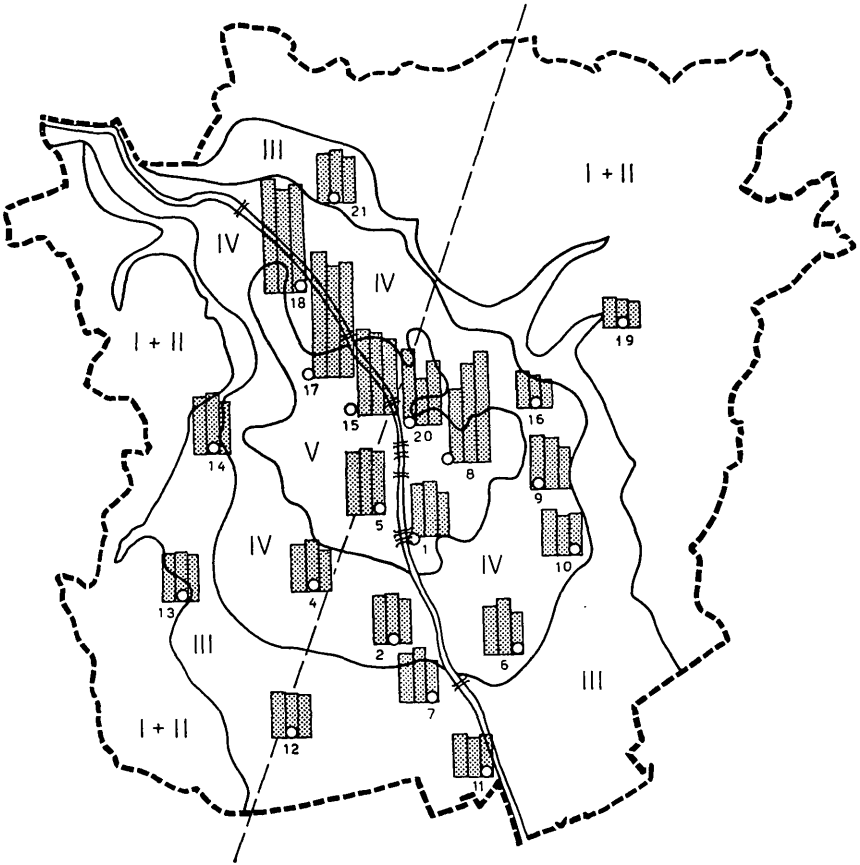
bei Berücksichtigung der Windverhältnisse eine räumliche Bindung an die hauptsächlichlichen Emissionszentren; von hier aus nehmen die Werte mit zunehmender Entfernung ab (vgl. etwa Tab. 2 und Karte 11 für Graz). Die absoluten Ablagerungswerte sind aber keineswegs nur vom Ausmaß der SO<sub>2</sub>-Produktion, sondern sehr wesentlich auch von den lokalklimatischen Bedingungen abhängig. So wird verständlich, warum etwa im Winterhalbjahr die SO<sub>2</sub>-Niederschläge in den Stadtzentren von Wien pro 100 cm<sup>2</sup> nur bis 85 mg, in Graz aber bis 211 mg, in Linz sogar bis 394 mg betragen: Für Wien sind nämlich in diesem Zusammenhang, außer dem Zurücktreten der Schwerindustrie, die offene Lage, die starke Windwirkung, die geringere winterliche Inversions- und Nebelhäufigkeit sowie die nur mäßige Stauwirkung bei SE-Winden zu berücksichtigen. Graz ist demgegenüber durch die Beckenlage, die schwachen Winde, die winterliche Inversions- und Nebelhäufigkeit sowie die Stauwirkung gegen NW deutlich benachteiligt. Über Linz kommt es schließlich durch die zusätzlichen Abgase der Schwerindustrie, besonders bei den nicht selten mit schwachen E- und SE-Winden gekoppelten Inversions- und Nebellagen, im Winter zu starker Stauwirkung und Luftverschmutzung. Gegenüber den SO<sub>2</sub>-Winterwerten bleiben die Maxima der Jahreswerte in Wien unter 100 mg und in Graz (seit 1967) unter 200 mg, während sie in Linz (Daten aus 1953—1955) vereinzelt noch 450 mg erreichen. In den Randgebieten dieser Städte sinken die SO<sub>2</sub>-Jahressummen allerdings auf etwa 40—60 mg/100 cm<sup>2</sup>. Auf die Zusammenhänge räumlicher Differenzierung der SO<sub>2</sub>-Werte mit Flechtenzonen dieser Städte wird noch einzugehen sein (S. 185).

Tabelle 2: Mittlere jährliche SO<sub>2</sub>-Ablagerungen in mg/100 cm<sup>2</sup> (Beobachtungsjahre 1965—1968) für 20, im Stadtgebiet von Graz liegende Meßstationen (vgl. auch die Karte 11) (Meßdaten aus KOLLEGER 1969a).

Graz-Mitte		Graz-Süd	
8 Opernring	154,6	1 Umspannwerk Graz-Süd	79,8
15 Mariengasse	129,6	2 Herrgottwiesgasse	79,5
20 Schloßberg	120,8	6 Wachzimmer Liebenau	84,0
		7 Puchstraße	82,1
Graz-Nord		11 Rudersdorf Au	67,8
17 Babenbergerstraße	195,2	12 Floraweg	74,5
18 Umspannwerk Graz-Nord	175,3		
21 Maschinenfabrik Andritz	76,8	Graz-Ost	
Graz-West		9 Plüddemanngasse	73,1
5 Brückengasse	107,7	10 Liebgasse	68,4
4 Kärntnerstraße	76,1	16 Leonhardstraße	52,8
13 Krottendorferstraße	81,5	19 Ledermoarweg	45,2
14 Grasbergstraße	94,2		

Zusammenfassend kann zur Immission, also zur Einwirkung emittierter fester, flüssiger oder gasförmiger Luftfremdstoffe gesagt werden: Maximalwirkung bei Windstille oder schwachen Luftbewegungen, bei Inversionslagen (mit Sperrschichte) und Nebelbildung; Filterwirkung besonders durch Baumbestände (Parkanlagen, Wälder); reduzierte Immissionswirkung bei lebhaften Winden, Turbulenz, fehlenden Inversionen und Nebelbildungen sowie häufigen Niederschlägen.

Überall haben sich die Bedingungen des Stadtklimas und besonders die Luftqualität während der letzten 120 Jahre fortlaufend verschlechtert. Dies ist



Karte 11: Das Stadtgebiet von Graz mit seinen Flechtenzonen 1967—1968 (Zonen etwas vereinfacht, „Inseln“ weggelassen, von innen nach außen V, IV, III und II+I). Eingezeichnet 20 SO<sub>2</sub>-Meßstation mit Blockdiagrammen für die Meßwerte der 3 Beobachtungsjahre 1965 bis 1968 und Grenzlinie NW/SE-Bereich (vgl. dazu auch Tab. 2 und 3; teilweise nach KOLLEGGER 1969a, verändert und Lage der Meßstation 21 verbessert).

besonders auf die Zunahme der Bevölkerung, die Ausdehnung der Häusermassen, die fortschreitende Industrialisierung, den Übergang von Holz- zu Kohlen-, Koks- bzw. Ölheizung und die sprunghaft gesteigerte Motorisierung zurückzuführen.

## 2. Schädigung des Flechtenswachses durch das Stadtklima

Für diesen Problembereich kann besonders auf die zusammenfassenden neueren Darstellungen von BARKMAN (1958), DOMRÖS (1966) und SKYE (1968) hingewiesen werden. Hier interessieren besonders die kausalen Zusammenhänge mit der Flechtenzonierung.

Wegen schwieriger Kultur und langsamen Wachstums ist eine experimentelle Analyse der Rindenflechten-Ökologie bisher noch kaum in Angriff genommen worden (GARBER 1967). Immerhin beweisen Versuche mit SO<sub>2</sub>-Einwirkung

(SKYE 1968) und mit Flechten, die an Standorte mit starker Luftverunreinigung verpflanzt wurden (BRODO 1966, SCHÖNBECK 1968) eindeutig die diesbezügliche Empfindlichkeit von Rindenflechten: So waren Lager von *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes* nach Transplantation in die Nähe einer SO<sub>2</sub>-Quelle (Eisenerzröstanlage) schon nach 29 Tagen abgestorben! Andererseits zeigen epiphytische Arten wie etwa *Ramalina farinacea* oder *Anaptychia ciliaris* auch nach wochenlanger Austrocknung im Exsikkator (über Phosphorpentoxyd) noch keine Schäden (LANGE 1953).

Die Frage nach der größeren Bedeutung der Abgase o d e r der verringerten Luftfeuchtigkeit für die Hemmung des Flechtenwuchses in den Städten durchzieht als roter Faden die einschlägige Literatur. Zugunsten der ersten Ansicht spricht besonders die mehrfach (z. B. in Bayern, Schweden) festgestellte Schädigung des Flechtenwuchses durch die Abgase von Industrieanlagen in sonst unveränderten und naturnahen Waldregionen. In diesem Zusammenhang ist auch darauf hinzuweisen, daß die unverbauten Waldgebiete am Westhang des Pfennigberges östlich der Industrieanlagen von Linz zur Leerzone (V) ohne Rindenflechten gehören: Sie werden bei den vorherrschenden Westwinden von den Industrieabgasen direkt bestrichen (BORTENSCHLAGER & SCHMIDT 1963). Ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem bewaldeten, aber mitten im Stadtgebiet von Graz liegenden Schloßberg (Zone IV/V: Abb. bzw. Karte 10). Auch die schlauchförmig verlängerten Zonen gehemmten Flechtenwuchses entlang der größeren Ausfallstraßen (z. B. Salzburg, BESCHEL 1958:23; Linz, BORTENSCHLAGER & SCHMIDT 1963:27; Graz, Straßenzüge nach Mariatrost, Stifting etc.: Abb. bzw. Karte 10) müssen wohl vorwiegend der Wirkung von Abgasen zugeschrieben werden.

Für eine Schädigung der Rindenflechten durch Lufttrockenheit des Stadtklimas haben sich besonders Autoren ausgesprochen, die Städte im kontinentalen Europa untersucht haben (vgl. z. B. NATHO 1964), da hier Hemmzonen auch in industriefreien Kleinstädten auftreten. Auch die Tatsache, daß Krustenflechten auf Gestein, Beton, Asbest u. a. viel weiter in die Stadtzentren vordringen als rindenbewohnende Sippen (BESCHEL 1958), ist wohl neben der besser neutralisierenden Wirkung gegenüber H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> vor allem auf eine besser wasserhaltende Kapazität dieser Substrate im Vergleich zu Baumrinden zurückzuführen (vgl. dazu auch BRIGHTMAN 1959).

STEINER & SCHULZE-HORN (1955) haben für Bonn festgestellt, daß Rindenflechten besonders in der Kampfzone die W-Exposition bevorzugen, aus welcher die Hauptzufuhr ± reiner Luft kommt und aus der auch der stärkste Regenaufprall erfolgt (während sich die Algenüberzüge besonders in N-Exposition ausbilden). Diese auch von uns bestätigte Tatsache führt zu der Annahme, daß Abgas-Empfindlichkeit und Wasserhaushalt der Rindenflechten kausal miteinander verknüpft sind: Starke Immissionen könnten demnach durch entsprechende Feuchtigkeitszufuhr kompensiert werden; bei Trockenheit würden sich dagegen auch schon schwächere Immissionen schädigend auswirken. Auf diesen Fragenkomplex wird bei der Besprechung von SO<sub>2</sub>-Niederschlägen und Flechtenzonen nochmals zurückzukommen sein (S. 183—184).

Mit der Möglichkeit einer Kompensation verschiedener Umweltfaktoren und ihrem unterschiedlichem Zusammenwirken bei der Begrenzung des Vorkommens einer bestimmten Flechtenart muß beim Vergleich ihres Zeigerwertes in verschiedenen Arealabschnitten in Zukunft stärker gerechnet werden. Auf das verschiedene Verhalten von *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes* in westösterreichischen Städten und in Graz wurde bereits hingewiesen (S. 178). Auch die



für England erstellte ökologische Reihe der Abgas-Empfindlichkeit (S. 178) müßte für den Grazer Raum etwas abgeändert werden: *Usnea* spec. — *Evernia prunastri*, *Parmelia caperata*, *Ramalina* spec., *Physconia* (= *Physcia*) *pulverulenta* -- *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes*, *Parmelia saxatilis*, *Xanthoria parietina* -- *Physcia orbicularis* — *Lecanora hagenii*. Gerade in diesem Fall muß natürlich auch mit der Möglichkeit des Auftretens verschiedener, vielleicht auch unterschiedlich Stadtklima-resistenter Flechten-Ökotypen gerechnet werden; dies hat man bisher noch gar nicht berücksichtigt.

### 3. Ursachen der Flechtenzonierung in Graz

Schon die spärlichen Befunde über die Veränderung der Flechtenzonen von Graz seit dem vorigen Jahrhundert (S. 165) weisen auf die entscheidende Rolle zunehmender Luftverunreinigung für die Herausbildung der heutigen Rindenflechtenverteilung in unserem Raum. Diese Vermutung erfährt vor allem durch einen Vergleich der SO<sub>2</sub>-Niederschlagswerte mit den Flechtenzonen (Abb. 10, 11 und Tab. 2 u. 3) eine Bestätigung. Die Leerzone V mit fast völliger Zerstörung und Unterbindung der Rindenflechtenentwicklung fällt mit den Hauptemissionsgebieten des Stadtzentrums und der Industriezone vom Bahnhofbereich bis Gösting im Nordwesten zusammen. In diesem Raum sind auch die höchsten SO<sub>2</sub>-Niederschläge festgestellt worden. Rundherum schließt die innere Kampfzone IV mit stark geschädigtem Flechtenwuchs an. Vorgeschobene Inseln in Zone V sind Parkanlagen oder nur locker verbaute Stadtteile; der Schloßberg bildet eine gegen das Stadtzentrum vorspringende Halbinsel der Zone IV. Nach außen folgt die Übergangzone III mit mäßig geschädigter Flechtenentwicklung und Hervortreten nitro- und neutrophiler Zeigerarten: Letzteres ist offenbar auf einen gewissen Düngungseffekt durch Staub von Straßen und angrenzendem Garten- und Ackerland zurückzuführen. Zone III schiebt sich in den Tälern und an Ausfallstraßen mehrfach tief in die Zone II hinein. Die SO<sub>2</sub>-Werte sind in Zone IV und III bereits deutlich abgesenkt. Zone II, die äußere Kampfzone, ist vom Stadtklima nur mehr mäßig beeinflusst. Sie bildet im Eggenberger Park eine Insel in Zone III und umfaßt sonst die ± bewaldeten, aber der Stadt zugewandten und daher von Abgasen noch ± betroffenen Hänge. Ihre starke Ausdehnung auf den Bergen westlich der Stadt mag auch mit der dort über Kalk und Dolomit herrschenden größeren Trockenheit zusammenhängen. Die Normalzone I schließlich ist in auffälliger Weise auf die vom Stadtbereich abgewandten oder durch Vorberge von ihm abgeschirmten und damit vor den schädlichen Abgasen der Stadt geschützten Hänge der bewaldeten und luftfeuchten Randberge beschränkt. Die spärlichen SO<sub>2</sub>-Werte aus Zone II bzw. I stellen für Graz Minima dar.

Die allgemeine Anordnung der Flechtenzonen von Graz zeigt eine klare Abhängigkeit von den Gegebenheiten des Reliefs und des Lokalklimas: Die Beckenlage und das weitgehende Zurücktreten stärkerer Westwinde sind für das Fehlen einer Verschiebung der Zonen nach dem Osten zu verantwortlich. Im allgemeinen werden die Emissionen durch das übliche schwache N—S-gerichtete Berg- und Talwindssystem offenbar nur mäßig verschoben. Die gelegentlich stärkeren Winde aus S und SE führen allerdings zu einer deutlichen Stauwirkung in Richtung auf das trichterartig verschmalerte Murtal im NW und zu einer entsprechenden Ausdehnung der verschmalerten Flechtenzonen IV—II Mur-aufwärts über die Stadtgrenzen. Umgekehrt bedingen N- und NW-Winde sowie die Reliefgestaltung eine auffächernde Verbreiterung der Zonen nach S gegen das Grazer Feld, wobei III und II ebenfalls weit über das Stadtgebiet hinausreichen.

Ein genauer Vergleich der mittleren jährlichen SO<sub>2</sub>-Niederschlagswerte der Beobachtungsperioden 1965—1968 (Tab. 2, S. 180) mit unserer Zonenkarte ergibt scheinbar insoferne eine etwas verzerrte Korrelation, als im NW der Stadt für die gleichen Zonen deutlich höhere SO<sub>2</sub>-Werte gefunden wurden als im SE. Die Tabelle 3 verdeutlicht diese Verhältnisse.

**Tabelle 3:** Mittlere jährliche SO<sub>2</sub>-Ablagerungen in mg/100 cm<sup>2</sup> (Beobachtungsjahre 1965—1968), zusammengefaßt für die in gleichen Flechtenzonen liegenden Meßstationen (Nummern in Kleindruck) im NW, im SE und im gesamten Stadtgebiet von Graz (Meßdaten aus KOLLEGGER 1969a:48).

		Flechtenzonen			
		V	IV	III	II
SO <sub>2</sub> mg/100 cm <sup>2</sup> /Jahr	NW	162,4	125,8	85,5	81,5
		15,17	4,18	14,21	13
	SE	115,7	71,6	74,8	45,2
		1,5,8,20	2,6,9,10,16	7,11,12	19
	gesamt	131,3	87,0	79,1	63,4

Diese Verhältnisse müssen offensichtlich in dem Sinn interpretiert werden, daß die für die Konstruktion der Zonen herangezogenen Zeigerarten von Rindenflechten im NW des Stadtgebietes gegenüber SO<sub>2</sub>-Immissionen weniger empfindlich sind als im SE. Dafür müssen wohl sicher lokalklimatische Unterschiede zwischen den beiden Stadtbereichen verantwortlich gemacht werden. Obwohl einschlägige Meßdaten im einzelnen noch fehlen, kann aufgrund der Hinweise von BURKARD (1969), KOLLEGGER (1969a) sowie von Beobachtungen und einer mündlichen Mitteilung von Dr. G. FISCHER vermutet werden: Der zwischen den sich verengenden Bergen liegende NW des Stadtbereiches ist eher ozeanisch getönt, weist höhere Luftfeuchtigkeit auf und enthält mit den vorherrschenden stärkeren NW-Winden besonders im Sommer mehr Niederschläge aus dieser Richtung.

Der sich gegen das Grazer Feld öffnende SE ist dagegen etwas kontinentaler, hat geringere Luftfeuchtigkeit und erhält besonders aus dem NW weniger Niederschläge; wahrscheinlich ist hier auch die Inversionshäufigkeit größer als im NW.

Unter diesen Voraussetzungen könnte die geringere SO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit der Zeigerflechten im NW auf Kompensation durch dort herrschende höhere Feuchtigkeit zurückgeführt werden. Dies würde sich mit den bereits bei der Exposition von Rindenflechten gemachten Erfahrungen decken (S. 182).

#### 4. Vergleich mit anderen österreichischen Städten

Unterlagen für die historische Verschiebung der Flechtenzonen (S. 165) fehlen leider für andere österreichische Städte. Vorbildlich sind in dieser Hinsicht die Angaben für München (vgl. MÄGDEFRAU 1960:Abb. 4): Hier haben sich die inneren Zonen zwischen 1890 und 1956 im Mittel um etwa 3—5 km nach außen verschoben.

Hinsichtlich der Grundsätze für die Unterscheidung von 5 Rindenflechtenzonen lassen sich die bisher vorliegenden Untersuchungen über Bregenz, Dornbirn, Landeck, Innsbruck (BESCHEL 1958), Linz, Wels (BORTENSCHLAGER &

SCHMIDT 1963, BORTENSCHLAGER 1969), Wien (SAUBERER 1951 u. in STEINHAUSER et al. 1959:118-120) und Leoben (SCHITTENGRUBER 1964) durchaus mit unserer Darstellung über Graz vergleichen. Auch die allgemeine Abhängigkeit der Zonengliederung von Hauptemissionsgebieten (Stadtkerne, Industrie), Bebauungsdichte, Ausfallstraßen, Parkanlagen (Filtereffekt), Relief, Windwirkungen und anderen lokalklimatischen Einflüssen ist überall erkennbar. Den kleinen und wenig industrialisierten Städten Bregenz, Dornbirn und Landeck fehlt eine Leerzone V. Meist verschieben die durchwegs stärkeren und vorwiegend aus Westen kommenden Winde die Zonen relativ zu den Emissionsgebieten (bzw. zum dicht verbauten Gelände)  $\pm$  deutlich nach Osten. Dies ist aus den vorliegenden Karten etwa für Innsbruck, Salzburg und Wels (Zonen II, IV), besonders aber für Linz (Ausdehnung der Zonen V, IV und II in ländliche, wenig besiedelte Gebiete östlich der Donau), gut erkennbar. Solche lichenologischen Hinweise für eine gute Stadtdurchlüftung fehlen für Graz völlig: Hier ist keine Verschiebung der Flechtzonen nach Osten feststellbar.

Interessant ist ein Vergleich der uns vorliegenden SO<sub>2</sub>-Niederschlagswerte (Angaben durchwegs in mg/100 cm<sup>2</sup> pro Jahr) mit den Flechtzonen in Linz, Graz und Wien (vgl. dazu auch S. 180). Dabei ergibt sich, daß die Zonengrenzen in Linz etwa bei folgenden SO<sub>2</sub>-Werten liegen: I/II = unter 70, II/III = (60) 100 (150), III/IV = (120) 190 (220) und IV/V = (200) 250 (350). Für Graz wären die entsprechenden Werte (vgl. dazu auch Tab. 2 und 3): I+II/III = (45) 65 (85), III/IV = (50) 75 (95), IV/V = (80) 100 (180). In Wien liegen die Grenzwerte offenkundig noch tiefer, bei 80—100 ist meist schon Zone V ausgebildet; nach den noch ergänzungsbedürftigen Angaben dürften die SO<sub>2</sub>-Werte etwa betragen: I/II = 40—50, IV/V = 75—90. Wenn man damit die allgemeinen Klimadaten der Städte Linz, Graz und Wien vergleicht, ergibt sich der Eindruck, daß im stärker ozeanischen Linz die Empfindlichkeit der gleichen Arten von Rindenflechten gegenüber SO<sub>2</sub> wesentlich geringer ist als im kontinentaleren Wien. Graz nimmt in dieser Hinsicht eine Mittelstellung ein, wobei die Stadtgebiete im NW (ozeanischer) und SE (kontinentaler) eine ähnliche Differenzierung in kleinerem Maßstab aufweisen (vgl. dazu auch S. 178 ff. und S. 183 ff.). Man wird diesem bisher völlig unbeachtet gebliebenen, auffälligen Phänomen in Zukunft mehr Aufmerksamkeit zuwenden und eine weitere Klärung vor allem auf experimentellem Weg herbeiführen müssen.

Der Vergleich mit anderen österreichischen Städten unterstreicht die besonderen Probleme, vor die Stadtplanung und Gesundheitswesen in Graz gestellt sind: Beckenlage, Inversions- und Nebelhäufigkeit, schlechte Durchlüftung, Stauwirkung in dem nach NW trichterartig verschmälerten Grazer Feld durch Südwinde — all das trägt zu einer ganz besonderen Anfälligkeit gegenüber schädlicher Luftverunreinigung bei. Besonders Stadtzentrum und nordwestliche Stadtteile erscheinen in dieser Hinsicht schon jetzt stark belastet. Folgende Maßnahmen könnten einer weiteren Verschlechterung der Situation entgegenwirken: 1) Ausbau von Fernheizungen anstelle individuellen Hausbrandes, 2) bessere Entgiftung der Abgase aus Verkehrsmitteln und Industrieanlagen, 3) Erweiterung vom baumbestandenen Parkflächen und 4) verstärkte Trennung von Siedlungs- und Industrieräumen. Als Erweiterungsgebiet für Siedlungen würde sich nach unseren Daten vor allem der NE eignen, während für weitere Industrieanlagen womöglich nicht der S (bzw. SW oder SE), sondern besonders der W, allenfalls auch der E der näheren Umgebung der Landeshauptstadt in Erwägung gezogen werden sollten.

Die hier vorgelegten Untersuchungen über die Verbreitung von Rinden-

flechten sind jedenfalls ein Dokument für das Stadtklima im Raum von Graz für den Zeitabschnitt 1967—1968. Damit ist die Möglichkeit gegeben, durch die Fortführung bzw. Wiederholung entsprechender Studien in kommenden Jahren das Ausmaß langfristiger Veränderungen der Luftqualität bzw. die Wirksamkeit lufthygienischer Maßnahmen zu beurteilen.

## VII. Zusammenfassung

1. Im Laufe der Jahre 1967 und 1968 wurde die Verbreitung der rindenbewohnenden Flechten im gesamten Stadtgebiet von Graz (etwa 130 km<sup>2</sup>) untersucht. Dabei konnten 67 Arten, unter Berücksichtigung älterer Literaturangaben jedoch 108 verschiedene Flechtenarten ermittelt werden. Alle Arten sind mit Fund- und Standortsangaben in einem Verzeichnis (S. 166—177) zusammengestellt. Für 18 charakteristische und weiter verbreitete Arten wurden Punktkarten erstellt; sie liegen auch als durchsichtige Auflagenfolien vor, die zur Österreichischen Karte 1:50.000 (Blatt 164) passen (Beilagen 1—9; vgl. S. 151, Fußnote).

2. Auf Grund der Verbreitung dieser 18 ausgewählten und gegen das Stadtzentrum unterschiedlich weit vordringenden Leitarten wurden für Graz fünf Flechtenzonen unterschieden:

Zone I: Feuchte und höher gelegene Waldgebiete mit den oxyphilen Arten *Platismatia* (= *Cetraria*) *glauca*, *Pseudevernia* (= *Parmelia*) *furfuracea*, *Hypogymnia* (= *Parmelia*) *physodes* und *Alectoria jubata* s. lat.

Zone II: Weniger feuchte Waldgebiete und landwirtschaftliche Kulturflecken; oxyphile Flechten wie *Lecidea scalaris*, *Cetraria pinastri*, *Parmeliopsis ambigua* noch vorherrschend, daneben aber bereits nitro- bzw. neutrophile Arten; innere Verbreitungsgrenze der Blattflechten *Parmelia scortea*, *P. caperata* und der Bandflechte *Evernia prunastri*.

Zone III: Kulturlandschaften und sehr locker verbaute Stadtteile; Optimalbereich nitro- bzw. neutrophiler Flechten wie *Parmelia sulcata*, *Physcia ascendens*, *Ph. orbicularis*; innere Verbreitungsgrenze von *Xanthoria parietina* und *Physcia stellaris*.

Zone IV: Dichter verbaute Stadtgebiete und Stadtteile mit einigen Industrieanlagen; letzte Vorkommen nitro- bzw. neutrophiler Blattflechten wie *Physcia orbicularis* und *Parmelia sulcata*.

Zone V: Dicht verbautes Stadtgebiet und Industriezentren; fast vollständiges Fehlen der Blattflechten, vereinzelte Vorkommen der Krustenflechte *Lecanora hagenii* s. lat. und der *Lepraria aeruginosa*.

Die Verbreitung dieser Zonen im Stadtgebiet (Karte 10) wurde ebenfalls auf einer durchsichtigen Kartenfolie 1 : 50.000 dargestellt (Beilage 10). Einige Befunde weisen auf eine starke zentrifugale Verschiebung der Zonen seit der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts.

3. Allgemeine Hinweise auf das Stadtgebiet (S. 153—154), Angaben über das besondere Stadtklima (vgl. besonders Tab. 2, 3 und die Karte Abb. 11 für SO<sub>2</sub>-Niederschläge 1965—1968: Jahresmittel in mg/100 cm<sup>2</sup>) und eine Diskussion der Hemmung des Flechtenwachses durch Abgase und Lufttrockenheit führen zum Versuch einer Aufklärung der Ursachen für die Flechtenzonierung von Graz:

Zone I: Normalzone mit fehlender oder sehr geringer Luftverunreinigung auf den höchsten Erhebungen und an den von der Stadt abgekehrten bzw. abgeschirmten Hängen der Bergumrahmung.

- Zone II: Äußere Kampfzone mit mäßig schädigendem Einfluß der Luftverunreinigung und dementsprechend etwas reduzierter Flechtenvegetation an den der Stadt zugewandten Hängen der Bergumrahmung.
- Zone III: Übergangszone oder mittlere Kampfzone im locker verbauten Randgebiet der Stadt; direkter Einflußbereich des Stadtklimas mit verstärkter Luftverunreinigung: SO<sub>2</sub>-Werte hier und in Zone IV fast immer über 60; Bevorzugung nitrophiler Flechten („Düngungseffekt“).
- Zone IV: Innere Kampfzone im dichter verbauten Stadtgebiet und in Stadtteilen mit Industrieanlagen; starke Schädigung der wenigen noch vorhandenen Blattflechten.
- Zone V: Leerzone („Flechtenwüste“) im Stadtzentrum und in den Industriegebieten des Nordwestens; fast völlige Zerstörung und Unterbindung des Flechtenwachstums durch Stadtklima und Luftverunreinigung, SO<sub>2</sub>-Werte fast immer über 100.
4. Weitgehend übereinstimmende Garnituren von Rindenflechten bzw. Zeigerarten und gleichartige Grundsätze bei der Erstellung der Zonenkarten erlauben einen Vergleich der Verhältnisse von Graz mit jenen anderer österreichischer Städte (S. 177 f., 184 f.). Dadurch wird die besonders schlechte Durchlüftung und Anfälligkeit von Graz gegen Luftverunreinigungen erkennbar. Mögliche Gegenmaßnahmen werden kurz diskutiert (S. 185).
5. Schon die Exposition des Flechtenwachstums auf jedem Baumstamm legt nahe, daß eine nachteilige Beeinflussung durch Abgase (besonders SO<sub>2</sub>) durch verstärkte Feuchtigkeit kompensiert werden kann (S. 182). Dadurch läßt sich offenbar auch die geringere Empfindlichkeit der Rindenflechten gegenüber SO<sub>2</sub> im ozeanischen NW im Vergleich zum kontinentaleren SE von Graz (S. 184) ebenso erklären wie das Auftreten vergleichbarer Flechtzonen in Linz (mit relativ ozeanischem Klima) bei sehr hohen, in Graz bei mittleren und in Wien (mit relativ kontinentalerem Klima) bei auffällig niedrigen SO<sub>2</sub>-Werten (S. 185).

### VIII. Literatur

- BARKMAN J. J. 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. XIII +628 S., van GORCUM & Co. etc., Assen (Netherlands).
- BESCHEL R. 1958. Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum. Ber. naturwiss.-med. Ver. Innsbruck, 52:158 S.
- BOBEK H. & H. PASCHINGER 1965. Baulich-funktionelles Bild von Graz, Innsbruck und Klagenfurt. Atlas der Republik Österreich. 3. Lfg., Blatt VI/8, 1:25.000. Herausg. Österr. Akad. Wissenschaften. Freytag-Berndt und Artaria, Wien.
- BORTENSCHLAGER S. 1969. Flechtenverbreitung und Luftverunreinigung in Wels. Naturkundl. Jb. Stadt Linz, 1969:207-212.
- & H. SCHMIDT 1963. Untersuchung über die epixyle Flechtenvegetation im Großraum Linz. Naturkundl. Jb. Stadt Linz, 1963:19-35.
- BRIGHTMAN F. H. 1959. Some factors influencing lichen growth in towns. Lichenologist, 1:104-108.
- BRODO I. M. 1966. Lichen growth and cities: A study on Long Island, New York. The Bryologist, 69:427-449.

- BURKARD O. 1969. Kurzer Überblick über das Klima von Graz. In: Reinhaltung der Luft, Beiträge über Graz, 1:1-7. Magistrat Graz, Baupolizeiamt und Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion.
- DOMRÖS M. 1966. Luftverunreinigung und Stadtklima im Rheinisch-Westfälischen Industriegebiet und ihre Auswirkung auf den Flechtenbewuchs der Bäume. Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde, Bonn, Heft 23:132 S.
- EGGLER J., 1933. Die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Graz. Feddes Repert. Beih., 73:II+216 S.
- FISCHER G. & H. BRANTNER 1968. Studien über die Bedeutung von Luftverunreinigungen für den Raum Graz. I. Mitteilung: Die Zusammenhänge zwischen Luftverunreinigung, geographischen bzw. klimatologischen Verhältnissen. Arch. Hygiene u. Bakt., 152:385-392.
- FLÜGEL H. 1960. Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes, 1:100.000. Kartographische Anstalt Freytag-Berndt, Wien.
- GAMS H. 1967. Kleine Kryptogamenflora, Band III: Flechten (*Lichenes*). VIII +244 S., Gustav Fischer, Stuttgart.
- GARBER K. 1967. Luftverunreinigung und ihre Wirkungen. VIII+279 S., Borntraeger, Berlin-Nikolassee.
- GEIGER R. 1961. Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie. 4. Aufl., XII+646 S., Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- JONES W. 1952. Some observations on the Lichen flora of tree boles, with special reference to the effect of smoke. Rev. Bryol. Lichén., 21:96-115.
- KERNSTOCK E. 1889. Fragmente zur steirischen Flechtenflora. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 25:15-43.
- KLETTER L. 1966. Vergleich der Luftverunreinigung in Wien und Graz. Überraschende Ergebnisse einer neuen Untersuchung. Ber. u. Informationen, 1016:11-13.
- KOLLEGER K. 1969a. Die Tätigkeit des Referates „Technisches Sicherheitswesen“ im Magistrat Graz - Baupolizeiamt bezüglich Luftreinhaltung im Stadtgebiet Graz. In: Reinhaltung der Luft, Beiträge über Graz, 1:41-59. Magistrat Graz, Baupolizeiamt und Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion.
- 1969b. Der Rauchfangkehrer im Dienste der Luftreinhaltung. Österr. Gemeinde-Zeitung, 35:528-534.
- LANGE L. 1953. Hitze- und Trockenresistenz der Flechten in Beziehung zu ihrer Verbreitung. Flora, 140:39-97.
- MÄGDEFRAU K. 1960. Flechtenvegetation und Stadtklima. Naturwiss. Rdsch., 13:210-214.
- MAURER W., R. KARL, L. LACKNER & F. EHRENDORFER 1969. Rindenflechten und Luftverunreinigung im Stadtgebiet von Graz. In: Reinhaltung der Luft, Beiträge über Graz, 1:23-40. Magistrat Graz, Baupolizeiamt und Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion.
- NATHO G. 1964. Flechtenentwicklung in Städten (Ein Überblick). Drudea, 4:33 bis 44.
- NYLANDER M. W. 1866. Les Lichens du Luxembourg. Bull. Soc. Bot. France, 13:364-372.
- POELT J. 1969. Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. (71)+757 S., J. Cramer, Lehre.
- SAUBERER A. 1951. Die Verteilung rindenbewohnender Flechten in Wien, ein bioklimatisches Großstadtproblem. Wetter u. Leben, 3:116-121.

- SCHITTENGRUBER K. 1964. Über ein neues Vorkommen von *Cetraria sepincola* (EHRH.) ACH. in der Obersteiermark. Jber. BRG. Leoben, LXVI/102:15 S.
- SCHÖNBECK H. 1968. Einfluß von Luftverunreinigungen (SO<sub>2</sub>) auf transplantierte Flechten. Naturwissenschaften, 55:451-452.
- SKYE E. 1968. Lichens and Air Pollution. A study of cryptogamic epiphytes and environment in the Stockholm region. Acta Phytogeogr. Suecica, 52: 123 S.
- STEINER M. & D. SCHULZE-HORN 1955. Über die Verbreitung und Expositionsabhängigkeit der Rindenepiphyten im Stadtgebiet von Bonn. Decheniana, 108:1-16.
- STEINHAUSER F. 1966: Die Staubablagerungen im Stadtgebiet von Graz. Wetter u. Leben, 18:99-104.
- & K. CHALUPA 1965. Die SO<sub>2</sub>-Ablagerung aus der Luft im Stadtgebiet von Graz. Wetter u. Leben, 17:45-66.
- & K. CHALUPA 1966. Ergebnisse von Messungen der Staubablagerungen in Österreich. Wetter u. Leben, 18:177-185.
- , O. ECKEL & F. SAUBERER 1959. Klima und Bioklima von Wien, III. Teil. Wetter und Leben, Sonderheft VII, 136 S.
- UNDT W. 1970. Wetter und Klima im Raum von Wien. Allgemeine Betrachtungen zum Klima Wiens (Meteorologie und Bioklimatologie). Naturgeschichte Wiens, 1:287-318. Jugend und Volk, Wien.
- WEISZ E. & J. W. FRENZEL 1956. Untersuchungen von Luftverunreinigungen durch Rauch- und Industriegase im Raume von Linz. Wetter u. Leben, 8:131-147.
- Witterung und Klima von Linz. 1959. Sonderheft der Zeitschrift Wetter u. Leben, 235 S.
- ZAWADIL R. 1970. Das Regionalklima Wiens. Naturgeschichte Wiens, 1:319-376. Jugend und Volk, Wien.

Nachtrag: Die während der Drucklegung erschienene Arbeit:

- SAUNDERS P. J. W. 1970. Air pollution in relation to Lichens and Fungi. Lichenologist, 4:337-349

stellt ein ausgezeichnetes Sammelreferat dar, enthält weitere Hinweise auf neueste einschlägige Literatur und beschäftigt sich u. a. auch mit dem Zusammenhang zwischen Luftfeuchtigkeit und SO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit der Flechten.

Anschriften der Verfasser:

Univ.-Prof. Dr. Friedrich EHRENDORFER, Botanisches Institut der Universität Wien, Rennweg 14, A-1030 Wien;  
Willibald MAURER, Am Hofacker 6, A-8010 Graz;  
Rainer u. Eleonore KARL, Rosenhaingasse 5, A-8010 Graz.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: [100](#)

Autor(en)/Author(s): Ehrendorfer Friedrich, Maurer Willibald, Karl Eleonore

Artikel/Article: [Rindenflechten und Luftverunreinigung im Stadtgebiet von Graz. 151-189](#)