

Wiederbesiedlung weiter Bereiche des Grazer Stadtgebietes durch *Xanthoria parietina* (L.) TH. FR.

Peter TRINKAUS

Zusammenfassung: Im Laufe der letzten 15–20 Jahre hat *Xanthoria parietina* ihr Areal im Grazer Stadtgebiet deutlich vergrößert. Diese Wiederbesiedelung weiter Bereiche von Graz ist als Indiz für eine großräumige Verbesserung der Luftqualität zu werten.

Abstract: During the last 15–20 years the areal of *Xanthoria parietina* in Graz has significantly increased. This recolonisation of large regions of Graz seems to be an indicator for a decreasing air pollution.

Key Words: *Xanthoria parietina*, urban ecology, air pollution

1. Allgemeines zum Biomonitoring mit Flechten (Lichenes)

Die im Rahmen einer Symbiose aus Pilz und Alge oder Pilz und Algen gebildeten Flechten zeichnen sich zwar einerseits durch die Möglichkeit zur Besiedelung lebensfeindlicher Standorte aus, offensichtlich geht aber diese Fähigkeit andererseits mit einer größeren Empfindlichkeit gegenüber Luftschadstoffen einher. Dies bedingt die herausragende Eignung der Flechten als Indikatorengruppe für derartige Belastungen.

Die Entdeckung der Flechten als Indikatoren für die Luftbelastung erfolgte bereits im vorigen Jahrhundert, als festgestellt wurde, dass die Flechtenflora in Manchester, damals eine Hochburg der Industrialisierung, deutlich artenärmer ist als die in anderen Städten (GRINDON 1859). Weitere grundlegende Arbeiten zu dieser Thematik lieferten NYLANDER (1866) und SERNANDER (1926), der das Territorium einer Stadt nach den Resultaten der Flechtenindikation in Reinluftgebiete und verschiedenen stark belastete Gebiete untergliederte.

Folgende Charakteristika der Flechtenflora in Städten erscheinen erwähnenswert (nach WIRTH 1976):

1. Das Stadttinnere ist entweder frei von epiphytischen Flechten, oder es treten bis zu drei Krustenflechten-Arten epiphytisch auf.
2. Zu den peripheren Teilen der Städte hin bessert sich der Flechtenbewuchs im Allgemeinen.
3. Krustenflächen, insbesondere *Lecanora conizaeoides*, dringen am weitesten in Großstädte vor. Blattflechten treten erst in einiger Entfernung vom Zentrum auf. Bartflechten fehlen auch im engeren Umland. Grundsätzlich kann laut ZIERDT (1997) davon ausgegangen werden, dass Krustenflechten (liegen eng am Substrat an und sind nur zu etwa 50 % luftexponiert) die am wenigsten empfindliche Gruppe sind, Blattflechten eine eher geringe Toleranz gegenüber Schadstoffen aufweisen und Strauchflechten (sind praktisch zu 100 % luftexponiert) am empfindlichsten reagieren.
4. Der Vitalitätszustand der Flechten bessert sich vom Stadtkern zum Stadtrand.
5. Epilithische Flechten sind im Stadtzentrum häufiger als epiphytische. Allerdings wird passives Monitoring grundsätzlich nur mit epiphytischen Flechten durchgeführt, da sich Baumaterialien voneinander deutlich in ihrer chemische Zusammensetzung (Kalk, Beton – basisch; Granit – sauer) und somit auch in ihrer Pufferkapazität unterscheiden (ZIERDT 1997).

Der zentrale epiphytenfreie Bereich wird als „Flechtenwüste“ bezeichnet. An diese „Flechtenwüste“ schließt sich nach außen hin die sogenannte Kampf- oder Übergangszone an und dort, wo Artenzahl, Artenkombinationen und Entwicklungszustand der Flechten den Verhältnissen im Umland entsprechen, spricht man von der Normalzone (WITTIG 1993).

2. Lichenologische Arbeiten im Grazer Stadtgebiet

Die ältesten lichenologischen Arbeiten in der Steiermark, in der auch Funde aus Graz Berücksichtigung finden, stammen von KERNSTOCK (1889) und KERNSTOCK (1893).

In den Jahren 1967 und 1968 wurden in Graz aufgrund einer Anregung des Magistrats die ersten Untersuchungen zur Verteilung der rindenbewohnenden Flechten durchgeführt (MAURER & al. 1969).

Nach Vorkommen, Häufigkeit und Entwicklung von 18 als Zeigerflechten geeig-

neten Arten von Rindenflechten wurden für das Stadtgebiet von Graz fünf Flechtenzonen unterschieden (EHRENDORFER & al. 1971). Zur Zone 1 (Normalzone), der Flechtenzone mit normaler, ungestörter Flechtenvegetation, gehören nur die Waldgebiete mit größerer Luftfeuchtigkeit in Höhenlagen von 480–698 m. Die Zone 2 (Äußere Kampfzone, in der einzelne empfindliche Blattflechten der Zone 1 fehlen und bereits einige nitrophile Flechten hinzukommen) reicht stellenweise weit über das Grazer Stadtgebiet hinaus und umfasst innerhalb der Stadtgrenzen alle weniger feuchten Waldgebiete sowie die von den verbauten Gebieten entfernten landwirtschaftlichen Kulturflächen. Eine Insel der Zone 2 bildet der Schlosspark von Eggenberg.

Die Zone 3 (Übergangszone) liegt bereits im direkten Einflussgebiet der Stadt und stellt den Optimalbereich nitro- und neutrophiler Flechtenarten dar. Als Innengrenze wurde BESCHEL (1958) folgend die innere Verbreitungsgrenze der Gelben Wandschüsselflechte (*Xanthoria parietina*) angenommen, eine Art, deren Toxizitätstoleranz von WIRTH (1992) als „ziemlich hoch“ angegeben wird. Ein bemerkenswerter (so EHRENDORFER & al. 1971) Herbarbeleg am Institut für Botanik der Universität Graz (GZU) enthält die Gelbe Wandschüsselflechte auf *Robinia pseudacacia* mit folgender Fundortsangabe: „Auf den Acazien Bäumen des Schlossberges zu Graz. 7.2.1867 Coll. Rauter.“ Nachdem bei der Kartierung in den späten Sechziger-Jahren das dem Stadtzentrum nächste Vorkommen dieser Art in der Nähe des Landeskrankenhauses festzustellen war, gehen die Autoren von einer zentrifugalen Verschiebung der Flechtenzonen im Ausmaß von 2–4 km in 100 Jahren aus. Innerhalb der Stadt Graz bildete die Zone 3 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.

Die Zone 4 (Innere Kampfzone) umfasst das dichter verbaute Stadtgebiet und Stadtteile mit größeren Industrieanlagen. Hier ist die Flechtenvegetation bereits arg geschädigt. Die Innengrenze wird durch die Verbindungslinie der innersten Fundpunkte von Blattflechten gebildet. Die Zone 4 umschließt als unregelmäßig breiter Gürtel die fast rindenflechtenfreie Zone 5 mit dem dicht verbauten Stadtzentrum und den im Nordwesten gelegenen Industrieanlagen. Im Nordwesten erreicht die Zone 4 in einer zungenförmigen Verlängerung entlang der Mur die Stadtgrenze. In der Zone 5 (Leerzone, „Flechtenwüste“) konnten 1967 und 1968 nur mehr zwei meist kümmerlich entwickelte Flechtenarten (*Lepraria incana* und *Lecanora conizaeoides*) angetroffen werden.

1986 wurde in Graz eine neuerliche Kartierung von Rindenflechten fertig gestellt (GRILL & al. 1988). Im Vergleich zu den späten Sechziger-Jahren hatte sich Mitte der Achtziger-Jahre die Situation im unmittelbaren Stadtkern deutlich verschlechtert, wobei von diesen Verschlechterungen auch der Schlossberg und der Stadtpark nicht ausgenommen waren. Dies wurde von GRILL & al. (1988) auf die Vergrößerung der Verkehrsdichte, resultierend in einer erhöhten Belastung mit Stickoxiden, Bleiaerosolen, Staub und Kochsalz, zurückgeführt, während Schwefeldioxid nicht für die Verschlechterung der Luftsituation in Frage kamen (siehe auch KOSMUS & GRILL 1986). In den

Randgebieten von Graz wies der Flechtenbewuchs dagegen eine deutliche Verbesserung auf, und zwar insbesondere im Norden und Nordosten des Stadtgebietes. Für diese Verbesserungen im Laufe von ca. 15 Jahren dürfte eine generelle Abnahme der Belastung durch Schwefeldioxid (siehe KOLLEGER 1982, EDER 1986) zwischen den beiden Kartierungsterminen (Verbesserung der Brennstoffe; Sanierung von Emittenten besonders im Norden von Graz) verantwortlich sein.

Von einer weiteren Verringerung des Areal von *Xanthoria parietina* im Grazer Stadtgebiet berichten GRILL & al. (1988) und führen dies jedoch in erster Linie auf die Veränderung des von ihr besiedelten Substrates (Rückgang alter Apfel- oder Nussbäume) zurück. Der Darstellung in KASCHNITZ (1991) ist zu entnehmen, dass *Xanthoria parietina* Mitte der Achtziger Jahre in zentralen Bereichen der Stadt weiterhin fehlte und dass ihr Areal im Grazer Stadtgebiet insbesondere im Süden der Stadt verglichen mit dem der Sechziger Jahre erheblich geschrumpft war. Eine Ursache dafür, dass zwar andere mittelempfindliche Arten zwischen den beiden Kartierungsterminen in einigen Bereichen in das eigentliche Stadtgebiet wieder eingewandert sind, nicht jedoch die Gelbe Wandschüsselflechte, erklären GRILL & al. (1988) mit dem Faktum, dass der Zeitraum für eine Wiederbesiedelung für diese sich obligat generativ vermehrende Art zu kurz war.

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Material und Methoden

Das hierbei durchgeführte passive Monitoring beschränkte sich auf die Kartierung von *Xanthoria parietina*, deren innere Verbreitungsgrenze von EHRENDORFER & al. 1971 auch als innere Verbreitungsgrenze der Zone 3 definiert wurde.

Für die Kartierung von *Xanthoria parietina* wurden in den meisten Fällen nur die Peridermis oder die Borke von Stämmen mit mehr als 0,4 Metern Durchmesser herangezogen. Ausnahmen wurden hierbei bei Arten (Gattungen) gemacht, die ein vergleichsweise langsames sekundäres Dickenwachstum aufweisen (z. B.: strauchförmige Vertreter der Gattung *Acer*; *Malus spec.*), wenn mit Sicherheit davon auszugehen war, dass diese Exemplare bereits vor der letzten Kartierung gepflanzt worden waren. Weiters berücksichtigt wurden die Durchmesser der Thalli.

Die Kartierung erfolgte von den von EHRENDORFER & al. (1971) angeführten inneren Verbreitungsgrenzen ausgehend in zentripetaler Richtung.

Die Nomenklatur der Flechten folgt WIRTH (1987), die der Gefäßpflanzen ADLER, OSWALD & FISCHER (1994) beziehungsweise bei nicht einheimischen Pflanzen FITSCHEN (1983).

3.2. Ergebnisse und Diskussion

Die Innengrenze der Verbreitung von *Xanthoria parietina* hat sich in allen Bereichen der Stadt stark in Richtung Zentrum verschoben. So wurden Exemplare von *Xanthoria parietina* beispielsweise im Augarten, im Stadtpark, am Schlossberg, in der Leonhardstraße und im Volksgarten gefunden. Entlang stark befahrener Straßen (nahe der Augartenbrücke, Glacis, Grabenstraße, Bergmannsgasse), jedoch mit Abständen von zirka 20–40 Metern von diesen, sind gelegentlich Einzelexemplare von *Xanthoria parietina* zu finden. Im Volksgarten fehlt *Xanthoria parietina* in den an die stark befahrene Volksgartenstraße angrenzenden Bereichen, obwohl Thalli dieser Art im restlichen Park reichlich anzutreffen sind. Im nahe der stark frequentierten Elisabethstraße liegenden Tegetthoffpark fehlt *Xanthoria parietina*, während sie in etwas größerer Entfernung von der Elisabethstraße, nämlich in der Leonhardstraße und in der Dürerstraße vorkommt. Im Stadtpark fehlt *Xanthoria parietina* in den stark befahrenen Bereichen südlich der Wilhelm Fischer-Allee auf den Stämmen. Nach HAWKSWORTH & ROSE (1970) unterscheiden sich die Flechtenfloren auf nahe an Straßen stehenden Bäumen von denen weiter entfernt stehender Bäume deutlich. Auffallend ist, dass *Xanthoria parietina* bei der Wiederbesiedlung entlang stark befahrener Straßen die den Straßen zugewandten Stammbereiche meidet, und zwar unabhängig vom Straßenverlauf. So ist sie zum Beispiel auf Schwarz-Pappeln in der Bergmannsgasse nur auf nach Südosten zeigenden Stammbereichen zu finden. Oftmals sind bei *Xanthoria parietina* auf Stämmen erst jüngst entlang stark befahrener Straßen gepflanzter Bäume weißliche Verfärbungen der Thalli zu erkennen.

Die Thallusdurchmesser von *Xanthoria parietina* sind in der Regel gegen die Peripherie zu wesentlich größer als in den zentralen Bereichen der Stadt, wie dies bereits KASCHNITZ (1991) auch für *Hypogymnia physodes* festgestellt hat.

Folgt man EHRENDORFER & al. (1971) bezüglich der Definition, wonach sich die stark belasteten Zonen 4 und 5 (Innere Kampfzone und „Flechtenwüste“) durch das Fehlen von *Xanthoria parietina* auszeichnen, so ist festzustellen, dass die Flächenausdehnung dieser stark belasteten Zonen innerhalb von 35 Jahren, aber auch bezogen auf die zweite Kartierung Mitte der Achtziger Jahre (GRILL & al. 1988, KASCHNITZ 1991), stark geschrumpft ist. Auf 94,5 % der Fläche, wo nach EHRENDORFER & al. (1971) und auf 95,1 % der Fläche, wo nach KASCHNITZ (1991) *Xanthoria parietina* fehlte, konnte diese 2001 nachgewiesen werden. Die dem Zentrum am nächsten gelegenen Vorkommen von *Xanthoria parietina* sind im Frühjahr 2001 der Kaiser Franz Josef-Kai nahe der Schlossberg-Bahn (auf *Tilia cordata*), eine kleine Grünfläche zwischen dem Marburger Kai und dem Franziskanerplatz (auf *Crataegus spec.*), eine Grünfläche, die begrenzt wird durch die Raubergasse, die Kalchberggasse, die Neutorgasse und die Landhausgasse (auf *Acer palmatum* und *Crataegus spec.*), die Pestalozzistraße nahe der Kreuzung mit der Grazbachstraße (auf *Acer platanoides* und *Ailanthus altissima*), der Städtische Augarten (auf verschiedenen Phytophoren), die Grünfläche vor der Brockmannschule (auf *Robinia pseudacacia*), die Remise in der Steyrergasse

(auf *Acer pseudoplatanus* und *Acer platanoides*), die Klosterwiesgasse nahe der Kreuzung mit der Steyregasse (auf *Prunus avium*), die Kronesgasse (auf *Morus nigra*), die Grünfläche vor der Technischen Universität nahe der Lessinggasse (auf *Liriodendron tulipifera*), der von Lessingstraße und Naglergasse begrenzte Park (auf *Acer platanoides*), der Stadtpark (auf verschiedenen Phytophoren) und am Plateau des Schlossbergs (auf *Laburnum anagyroides*).

Die in dieser Arbeit präsentierten Ergebnisse sind mit Sicherheit nur als Indiz, nicht jedoch als Beweis zu werten, denn die von EHRENDORFER & al. (1971) angewandte Methode ist aus verschiedensten Gründen nicht mehr Stand der Technik. So könnte eine Überbewertung der Indikatoreigenschaften einer einzigen Art (nach MASUCH 1993 sind für detailliertere Aussagen auch zwei Indikatorarten zu wenig) zu falschen Schlussfolgerungen bezüglich der Luftgüte führen. Weiters ist die Vergleichbarkeit mit der Arbeit von GRILL & al. (1988), die sich der wesentlich komplexeren Methode von HAWKSWORTH & ROSE (1970) bedienten, nicht gegeben. Um zu detaillierten Aussagen bezüglich der Luftgüte im Grazer Stadtgebiet zu gelangen, aber auch um die Ergebnisse mit denen anderer Städte vergleichen zu können, sind mit Sicherheit umfangreichere Untersuchungen notwendig.

Literatur

- ADLER W., OSWALD K. & FISCHER R. 1994: Exkursionsflora von Österreich. – Stuttgart, Wien: Ulmer.
- BESCHEL R. 1958: Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum. – Ber. naturwiss.-med. Ver. Innsbruck **52**: 1–158.
- EDER J. 1986: Grazer Umweltbericht 1. – Graz: Magistrat der Stadt.
- EHRENDORFER F., MAURER W., KARL R. & KARL E. 1971: Rindenflechten und Luftreinigung im Stadtgebiet von Graz. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **100**: 151–189.
- FITSCHEN J. (1983): Gehölzflora. – 7. Aufl., Heidelberg: Verlag Quelle & Meyer.
- GRILL D., HAFELLNER J., KASCHNITZ A. & PONGRATZ W. 1988: Neuerliche Erhebung der epiphytischen Flechtenvegetation in Graz. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **188**: 145–155.
- GRINDON L. H. 1859: The Manchester Flora. – London.
- HAWKSWORTH D. L. & ROSE F. 1970: Quality scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. – Nature **227**: 145–148.
- KASCHNITZ A. 1991: Flechten und Borken als Bioindikatoren für Luftgüte im Stadtgebiet von Graz (Steiermark, Österreich). – Diss. Univ. Graz.
- KERNSTOCK E. 1889: Fragmente zur steirischen Flechtenflora. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **25**: 15–43.
- KERNSTOCK E. 1893: Zur Lichenenflora Steiermarks. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **29**: 200–223.

- KOLLEGER K. 1982: Die Luftverunreinigungen. – Statistisches Jahrbuch der Landeshauptstadt Graz **25**.
- KOSMUS W. & GRILL D. 1986: Die Bedeutung verschiedener Parameter bei der Beurteilung von Immissionen anhand von Borkenanalysen am Beispiel des Stadtgebietes von Graz. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **116**: 161–172.
- MASUCH G. 1993: Biologie der Flechten. – Heidelberg, Wiesbaden: Verlag Quelle & Meyer.
- MAURER W., KARL R., LACKNER L. & EHRENDORFER F. 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.
- NYLANDER W. 1866: Les lichens des Jardins de Luxembourg. – Soc. Bot. France **13**: 364–371.
- SERNANDER R. 1926: Stockholms Natur. – Uppsala, Stockholm.
- WIRTH V. 1976: Über den Einfluß des SO₂ auf die Flechtenvegetation in urbanen Räumen und die Indikation der SO₂-Belastung durch Flechten. – Schriftenr. Vegetationskunde **10**: 203–214.
- WIRTH V. 1987: Die Flechten Baden-Württembergs. – Stuttgart: Ulmer.
- WIRTH V. 1992: Zeigerwerte von Flechten. – In: ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – 2. Aufl., Scripta Geobotanica **18**.
- WITTIG R. (1993): Flora und Vegetation. – In: SUKOPP H. & WITTIG R. (Hrsg.): Stadtökologie, 198–238. Stuttgart, Jena, New York: Fischer Verlag.
- ZIERDT M. (1997): Umweltmonitoring mit natürlichen Indikatoren. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Anschrift des Verfassers:
Mag. Dr. Peter Trinkaus
Joanneum Research
Institut für Umweltgeologie und Ökosystemforschung
Elisabethstraße 16–18/I
A–8010 Graz
peter.trinkaus@joanneum.at