© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 135 (1998): 323-342

Erfassung der Flora des Wiener Stephansdomes

Harald ZECHMEISTER und Georg GRABHERR

Am Wiener Stephansdom wurden in einer einjährigen Untersuchung, unter anderem als Grundlage für den „Universum"-Film „Leben im Stein", 27 Pflanzenarten gefunden, wobei Kryptogamen dominieren (sechs Höhere Pflanzen, drei Farne, sechs Moose, 10 Flechten, zwei Algen). Poikilohydre Arten sind unter den rasch wechselnden Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen bei gleichzeitig extrem flachgründigen Substraten stark begünstigt. Unter den Höheren Pflanzen dominieren Hemerochore (> 50 %), die bei den erhöhten Durchschnittstemperaturen in der Innenstadt begünstigt sind. Für die Keimung der Flugsamen von Blütenpflanzen sind vor allem die Populationen der polsterbildenden Moose von großer Bedeutung, welche die für die Keimlinge notwendige Feuchtigkeit und Mineralstoffe liefern. Trotz des kalkhaltigen Baumaterials findet man am Dom viele Säurezeiger, was nicht zuletzt auf saure atmosphärische Einträge zurückzuführen ist. Neben extrem toxitoleranten Arten sind auch zwei etwas empfindlichere Arten vertreten.

ZECHMEISTER H. & GRABHERR G., 1998: The flora of St. Stephan's cathedral, Vienna.
At the 850 year-old St. Stephan's cathedral, which is situated in the city of Vienna, 27 plant species were detected (six phanerogams, three ferns, six mosses, 10 lichens, two algae). Poikilohydric species are favoured due to strongly varying micro-climatic conditions and shallow soils. Phanerogams are dominated by hemerochorous species, which are favoured by the higher mean temperatures in the city. Cushions of bryophytes provide a favourable environment for the germination of the seeds and they supply water and nutrients for the shoots. Despite the calcareous building material of the cathedral, many acidophilous plants were found; this may be a consequence of acidic atmospheric depositions. In addition to several extremely toxitolerant species, two sensitive mosses were also found.

Keywords: urban vegetation, bioindication, St. Stephan's cathedral, Vienna.

Einleitung

Die floristische Erforschung städtischer Lebensgemeinschaften ist ein vergleichsweise junger Zweig der Wissenschaft. Erst seit den 70er Jahren unseres Jahrhunderts werden solche Untersuchungen auf breiterer Basis durchgeführt. Neben einigen gut dokumentierten deutschen Städten wie Berlin (SUKOPP et al. 1973, KUNICK 1982, DARIUS & DREPPER 1984 u. a.) oder Münster (z.B. WITTIG 1973) ist das Wissen um Flora und Fauna der meisten europäischen Städte noch immer gering.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

In Wien haben sich in jüngerer Zeit nur FORSTNER (1983, 1984), STIFTER (1988), JACKOWIAK & GRABHERR (1990), KUGLER (1990), RADLER (1990) und ZECHMEISTER (1992) allgemein oder in Teilaspekten mit der Zusammensetzung der Großstadtflora auseinandergesetzt. Nur die Arbeiten von KUGLER (1990), RADLER (1990) und ZECHMEISTER (1992) beschäftigten sich auch mit den dichter verbauten Zonen der Stadt. Keine Untersuchungen gibt es über das Stadtzentrum oder über die faunistisch-floristische Zusammensetzung der dort angesiedelten Kleinlebensgemeinschaften.

Der Stephansdom bildet das historische und geographische Zentrum der Großstadt Wien. Durch seine jahrhundertelange Entstehungsgeschichte bietet das Gebäude eine Reihe unterschiedlich alter Substrate (ROHATSCH 1991), auf denen verschiedene Stadien der zönologischen Entwicklung zu erwarten waren.

Neben einer mehr oder weniger lückenlosen botanischen Erfassung dieses Gebäudes sollte ein weiterer Schwerpunkt in der Untersuchung der Mikrofauna, vor allem jener der Katakomben, gesetzt werden. Dieser Teil der Arbeit wurde von E. CHRISTIAN (Institut für Zoologie, Universität für Bodenkultur, Wien) durchgeführt, erfolgte aber in enger Zusammenarbeit mit den Autoren der vorliegenden Studie und wird gesondert veröffentlicht (CHRISTIAN 1998).

Ein weiterer Untersuchungsansatz ist der Bioindikation gewidmet. Durch seine Lage und Höhe ist der Stephansdom ein besonderer Angriffspunkt für Luftschadstoffe. Moose und Flechten sind bekanntermaßen hochsensible Indikatoren für eine Reihe umwelttoxischer Substanzen (z.B. HAWKSWORTH & ROSE 1970, BURTON 1990, ZECHMEISTER 1994, KIRSCHBAUM & WIRTH 1995). Über die Erfassung dieser sensiblen Pflanzengruppen und die Beurteilung der Vitalität ausgewählter Arten lassen sich einerseits bereits jetzt Aussagen zum aktuellen Stand der Belastung mit Luftschadstoffen machen, andererseits dienen derartige Arbeiten als Grundlage für längerfristige Monitoringprogramme. Bislang gibt es keine Arbeit im Wiener Innenstadtbereich, in der Moose oder saxicole Flechten als Bioindikatoren verwendet wurden.

Den gesetzten Zielen folgend, soll die vorliegende Arbeit die bestehenden Wissenslücken verkleinern. Die durchgeführten Untersuchungen dienten weiters als wissenschaftliche Grundlage für die „Universum"-Dokumenation „Leben im Stein" von G. RIHA.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Methodik

Untersuchungsobjekt

Der Stephansdom als traditionelles Zentrum der Bundeshauptstadt existiert seit dem 12. Jahrhundert. Grundsteinlegung zum Bau in seiner heutigen Form war 1359. Die gotischen Steinmetze verwendeten als Baumaterial verschiedenste Kalke und Sandsteine aus der Umgebung Wiens (z.B. Atzgersdorf, Liesing, Baden, Au, Mannersdorf), welche alle dem jungtertiären Wiener Becken entstammen. Die Konsistenz der Gesteine ist vielfältig, ebenso ihre Härte und Verwitterungsfähigkeit. Seit 1841 wird primär auf Kalke des Steinbruchs St. Margarethen zurückgegriffen, die ebenfalls in ihrer Zusammensetzung relativ inhomogen sind. Deshalb zeigen die einzelnen Bauteile unterschiedlich rasche Verwitterungen (MÜLLER et al. 1991).

Methoden zur Erfassung der Flora

Der Stephansdom wurde für botanische Fragestellungen insgesamt dreizehnmal aufgesucht. Die Untersuchungsstermine richteten sich primär nach den Hauptwachstumsphasen und waren am 2. April, 12. April, 3. Mai, 31. Mai, 14. Juni, 1.Juli, 16. Juli, 1. August, 27. August, 30. September, 13. November, 2. Dezember (alle 1996) und 30. Jänner 1997. Die Spätherbst- und Wintertermine waren vor allem etwaigen ephemeren Bryophyten gewidmet, die erfahrungsgemäß um diese Jahreszeit auftreten.

In den Begehungen wurden alle zugänglichen Bereiche der Außenfronten untersucht. Neben den von unten bzw. über Gerüste erreich- und einsehbaren Fassadenteilen (einschließlich der Anbauten, wie der Capistrankanzel) waren dies im speziellen die Rundgänge und Balustraden Nord, Ost und Süd, das südliche und nördliche Langhaus sowie die von dort ersteigbaren Nischen und Durchlässe, der Bläserchor, die Außenseite der Süd-, Nord- und Heidentürme, die Flachdächer im Bereich der Barbarakapelle und der Dombaumeisterei und die Keramik-Dachflächen im gesamten Dombereich. Festes Mauerwerk, Zierat und Dächer wurden gleichermaßen erforscht. Primär wurden dabei alle vorhandenen Pflanzenarten erfaßt und ihre Verbreitung abgeschätzt. Bei den Kryptogamen und Bäumen wurde auch die Vitalität beurteilt. Weiters wurden phänologische Parameter, die vorgefundenen Verbreitungseinheiten sowie morphologische Abnormitäten registriert. Die Größe einzelner, ausgewählter Flechtenthalli wurde vor Ort vermessen.

Aufgesammelt wurden die in größeren Beständen vorkommenden Bryophyten, ansonst nur jene Pflanzen, die am Standort nicht bestimmbar waren.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Aufgrund der zum Teil geringen Zahl an vorgefundenen Objekten wäre eine vollständige Aufsammlung und Herbarisierung in den meisten Fällen mit der Vernichtung der jeweiligen Bestände verbunden gewesen.

Die in der Arbeit verwendete Nomenklatur und die systematische Zuordnung der einzelnen Taxa wird in den jeweiligen taxonomischen Großgruppen genannt.

Ergebnisse und Diskussion

Kommentierte Florenliste

Höhere Pflanzen

Nomenklatur, systematische Zuordnung sowie Angaben zur Verbreitung nach ADLER et al. (1994).

Ailanthus altissima (MILL.) SWINGLE
Diese Art wurde erstmals um 1850 als raschwüchsiger Zierbaum aus China eingeführt und verwildert seither im Wiener Raum regelmäßig. Der Götterbaum ist eine typische thermophile Pionierart und wohl das häufigste Pioniergehölz an Ruderalplätzen und Gebäuden intensiv verbauter Stadtbezirke.

Neben dem Meßnerhaus des Stephansdomes steht ein älteres Exemplar (Höhe: 7 m), das durch seine Flugsamen Quelle für eine Vielzahl an Keimlingen am Fuße und anderen Bereichen des Stephansdomes ist (z.B. über der Barbarakapelle oder dem Dach der Dombaumeisterei). Zumeist werden diese Jungbäume nicht größer als 50 cm, weil sie dann von den Steinmetzen entfernt werden, da es aufgrund der stark expandierenden Wurzeln bisweilen zu beträchtlichen Gebäudeschäden kommen kann. Der Baum neben dem Meßnerhaus ist überdies bisweilen Standort einer Population von *Ailanthus*-Spinnern.

Betula pendula ROTH
Diese lichtliebende, anspruchslose Pionierart ist in manchen Wiener Bezirken (z.B. XIII und XIX) in Gärten verbreitet, aber durchaus nicht häufig anzutreffen. Die Vermehrung erfolgt über geflügelte Nüßchen. Die Art besiedelt bevorzugt saure Substrate.

Am Dach des Domes (Nordseite; südwestlich angrenzend an den Nordturm) findet sich eine kleinere Population dieser Spezies. Vier Birken in der Größe zwischen 10 und 75 cm wachsen aus den Zwischenfugen der Dachschindeln, im selben Bereich finden sich auch zwei weitere Keimlinge. Die Pflanzen

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

sind alle in den Moospolstern von *Bryum argenteum* gekeimt. Die Vitalität der Pflanzen ist im Untersuchungsjahr gut, ein Exemplar zeigt stärkere Fraßspuren einer Raupe. Kein Exemplar fruchtet. *Betula pendula* ist ein Flach-, aber Intensivwurzler, ein Anpassungsmechanismus, der den Wachstumsbedingungen auf Dächern entgegenkommt. Der pH-Wert des Substrates ist von Luftschadstoffen geprägt und dementsprechend abgesenkt, wodurch die substratspezifischen Keimungsbedingungen dieser Art gegenüber konkurrenzierenden Arten gefördert werden. Zusätzlich sind die klimatischen Bedingungen in diesem Bereich der Nordseite bedeutend weniger extrem als an allen anderen Stellen der Außenhaut des Domes.

Conyza canadiensis CRONQUIST
Das Kanadische Berufkraut ist ein synanthroper Kosmopolit mit Heimat in Nordamerika. Die Art wurde etwa um 1700 in Mitteleuropa eingeschleppt und hat sich seit dieser Zeit eingebürgert. Die Pflanze ist somit ein klassischer Neophyt im Sinne SUKOPPS (1995). Die Pflanze ist in tieferen Lagen sehr häufig und kommt überall an Ruderalplätzen bzw. periodisch unbewachsenen Flächen vor. Sie ist licht- und wärmeliebend und bevorzugt nährstoffreiche Plätze. Die Pflanzen sind ein- bis zweijährig, die Befruchtung erfolgt häufig durch Selbstbestäubung.

Am Stephansdom befindet sich an der Außenkante der Balustrade Nord ein Exemplar, das im August 1996 geblüht und anschließend eine große Anzahl an Flugsamen entwickelt hat. Die Pflanze wurzelt in einer unverfugten Nahtfläche zwischen zwei Kalksteinblöcken.

Epilobium ciliatum RAFIN.
Das Drüsen-Weidenröschen ist ein Neophyt, der seit ca. 1950 stark in Ausbreitung begriffen ist. Seine Heimat ist Nordamerika. Die mehrjährige Art bevorzugt normalerweise frische Ruderalstellen.

Am Stephansdom konnte ein Exemplar an der Außenkante der Balustrade Nord gefunden werden. Es wurzelt wie *Conyza* in einer Nahtfläche zwischen den Kalksteinen. Das Individuum zeigte einen leicht verholzten Stengel, hat im August 1996 geblüht und anschließend reichlich Flugsamen entwickelt.

Paulownia tomentosa SIEB. & ZUCC.
Dies ist ein chinesischer Zierbaum, der vor allem um die Jahrhundertwende gepflanzt wurde und in Wien immer wieder verwildert und dann vor allem in Pflasterritzen und Mauerfugen auftaucht.

Ein Exemplar dieser Spezies (vier Blätter, 15 cm) wurde auf ausgeschwemmtem Kalkstaub in einer Nische über der Balustrade Nord gefunden.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Aufgrund der Mobilität und der Flachgründigkeit des Substrates ist nicht mit einer längeren Lebensdauer zu rechnen.

Populus tremula L.
Die Zitterpappel ist ein in collinen Lagen relativ häufiges Pioniergehölz und kommt regelmäßig auf ruderalisierten Dachflächen in Wien vor (ZECHMEISTER 1992). Sie bevorzugt leicht saure, nährstoffreiche Substrate und entwickelt im Alter eine große Zahl an Flugsamen.

Am Stephansdom wurde in einer Nische über dem nordöstlichen Langhaus, südwestlich des Nordturmes ein Exemplar in der Größe von 10 cm mit fünf Blättern gefunden. Das Individuum macht einen vitalen Eindruck und dürfte den Standort schon seit einigen Jahren besiedeln. Es ist in *Bryum argenteum*-Polstern zwischen Dachschindeln gekeimt und besiedelt eine Nische mit *Polystichum aculeatum*. Auch an diesem Standort dürften die Faktoren Sekundärversauerung des Substrates durch Luftschadstoffe und erhöhte Luftfeuchtigkeit der besiedelten Nische die Keimung und das Wachstum begünstigt haben.

Farne

Nomenklatur, systematische Zuordnung sowie Angaben zur Verbreitung nach ADLER et al. (1994).

Asplenium ruta-muraria L.
Die Mauerraute ist ein typischer, basiphiler Bewohner von Fels- und Mauerspalten.

Erwartungsgemäß kommt der Farn auch am Dom vor, aber nur in einem Exemplar, und zwar in den Dachschindeln der Nordseite. Der Standort inmitten der freien Dachfläche ist relativ exponiert, die Pflanze wurzelt in einem größeren Polster von *Bryum argenteum*. Der Farn trägt reichlich Sporangien.

Dryopteris carthusiana agg.
Die Wurmfarne dieses Aggregates besiedeln im Normalfall bodensaure, feucht-schattige Wälder und Moore.

Ein Exemplar dieser Gruppe wurde in einer Nische über dem nordöstlichen Langhaus am Dach des Domes gefunden. Es wurzelt dort in einem größeren Bestand von *Bryum argenteum* und hat Fiedern von ca. 12 cm Länge. Der Fund ist bemerkenswert und stellt gemäß ADLER et al. (1994) einen Neufund dieser Art für Wien dar. Die Standortbedingungen dürften an dieser Stelle des Domes günstig sein, die Beschattung ist im Vergleich zu den

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

restlichen Dachflächen hoch. Unmittelbar daneben wächst auch noch *Polystichum aculeatum.*

Farne des *D. carthusiana* agg. werden in stadtökologischen Untersuchungen immer wieder gefunden und gehören nach WITTIG (1991) in diesem Lebensraum zu den häufigsten Farnen.

Polystichum aculeatum agg.
Der natürliche Standort dieses Farnes sind montane Buchen- und Schluchtwälder.

Ein Exemplar dieser Spezies steht in derselben Nische des Stephansdomes, die bereits mehrmals beschrieben wurde (Dachnische über dem nordöstlichen Langhaus). Es wurzelt in einem üppigen Polster von *Bryum argenteum* und *Tortula ruralis* und teilt sich seinen Standort mit einer kleinen Zitterpappel. Die Fiedern (3) sind etwa 10 cm lang. Der Fund ist äußerst bemerkenswert und stellt ebenfalls einen Neufund dieser Art für Wien dar (vgl. ADLER et al. 1994). Es ist dies der Erstfund dieser Art in einem städtischen Lebensraum (WITTIG 1991).

Moose

Nomenklatur und systematische Zuordnung nach FRAHM & FREY (1992).

Bryum argenteum HEDW.
B. argenteum ist eines der häufigsten Stadtmoose und hat seine Hauptverbreitung in sekundären Lebensräumen. Es bevorzugt nitratreiche Standorte und ist extrem resistent gegenüber Luftschadstoffen. Es ist die klassische Kennart der „Pflasterritzenvegetation". Als morphologische Anpassungen an exponierte Standorte sind die hyaline Glasspitze (Beschattung, Verdunstungsschutz) und die enge wurmförmige Beblätterung zu nennen.

Am Stephansdom ist *Bryum argenteum* gemeinsam mit *Tortula muralis* die häufigste Pflanzenart und kommt bevorzugt zwischen und unter den Dachschindeln des Domes vor. Die Nordseite wird dabei intensiver besiedelt als die südlich exponierten Dachflächen. Weiters werden große Teile des Flachdaches über der Barbarakapelle von Polstern dieses Mooses bedeckt. Die Art stellt auch einen größeren Anteil an den ausgedehnten Moosrasen im Bereich des nördlichen Langhauses. *B. argenteum* wurde nur vereinzelt fruchtend gefunden, vegetative Brutorgane sind aber in den Beständen am Dom häufig (sehr reichlich z.B. in den Polstern über der Barbarakapelle).

B. argenteum ist von essentieller Bedeutung für die Keimung der meisten Höheren Pflanzen und Farne am Stephansdom, da diese in den Polstern

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

genügend Feuchtigkeit und Mineralsalze für die Keim- und Jugendstadien vorfinden. Die Nährstoffe entstammen atmosphärisch sedimentierten Stäuben und ausgewaschenem Kalkstein des Domes und werden von den Polstern effektiv aufgefangen. Die Wuchsform des Polster ist zusätzlich eine überaus erfolgreiche Strategie gegenüber Austrocknung, von der auch die empfindlichen Keimlinge sowie Vertreter der Mikrofauna (Rotatorien, Tardigraden) profitieren.

Bryum intermedium (BRID.) BLAND.
B. intermedium ist eine kosmopolitische Pionierart, die bevorzugt auf offenen Substraten vorkommt. Sie ist nicht selten auf älteren Flachdächern und Mauern in Wien (ZECHMEISTER 1992).

Diese rasenbildende Art kommt an vielen Stellen des Stephansdomes vor, aber immer nur in kleineren Populationen. Man findet sie unter anderem an der Capistrankanzel, der Balustrade Nord und an der Außenkante des nördlichen Langhauses. Im Untersuchungszeitraum wurde sie nur steril gefunden. Die Art bildet auch keine Brutkörper.

Funaria hygrometrica HEDW.
F. hygrometrica kommt immer wieder auf Ruderalflächen vor, vor allem an solchen, die sehr reich an Mineralsalzen oder Stickstoff sind. Die Art ist ephemer („annual shuttle species" im Sinne von DURING 1992) und bildet deshalb zumeist reichlich Sporophyten.

Im Untersuchungszeitraum wurde eine kleinere Population im Bereich nördliches Langhaus gefunden, die auch reichlich fruchtete. Der Bestand ist möglicherweise auf Marderlosung oder Vogelausscheidungen aufgewachsen.

Schistidium apocarpum (HEDW.) B. S. G. em. POELT
S. apocarpum ist ebenfalls eine kosmopolitische Art, die kalkreiche Standorte bevorzugt.

Diese Art kommt am Dom nur in wenigen, kleineren Populationen an der Außenkante des nördlichen Langhauses vor. Diese Exemplare zeigen nur relativ kurze Glashaare (Anpassungsmechanismus an Trockenheit). Erfahrungsgemäß ist die Länge der Glashaare proportional zur Exponiertheit des Standortes, was mit den gemäßigten Bedingungen in diesem Bereich des Domes in Einklang steht. Im Untersuchungszeitraum wurden keine Sporophyten gefunden. Dies könnte u. U. auch darauf zurückzuführen sein, daß diese Spezies wohl die gegenüber Luftverschmutzung empfindlichste aller gefundenen Arten ist.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tortula muralis HEDW.
T. muralis ist eine weit verbreitete Art, sowohl an natürlichen Felsen als auch an anthropogenen Sekundärstandorten. Dieses Moos ist relativ unspezifisch gegenüber dem zu besiedelnden Substrat. *T. muralis* gilt als eines der toxitolerantesten Moose (BURTON 1990).

Die Art ist neben *B. argenteum* die häufigste Pflanzenart am Dom. Sie bildet dichte Rasen vor allem im Bereich des nördlichen Langhauses. Die Bestände in diesem Bereich sind bis zu 10 Jahre alt. Das Moos kommt aber auch reichlich an allen Balustraden, einschließlich denen der Südseite und des Bläserchores vor. Auch zwischen den Dachschindeln gibt es immer wieder größere Bestände, ebenso wie in den unteren Bereichen des Domes (z.B. Capistran-Kanzel, Mauervorsprünge der Grundmauern). Alle Bestände zeigen extrem reichlichen Sporophytenansatz, mit Sporenfreisetzung ab Mitte August. Die Bestände weisen in Abhängigkeit von der Exponiertheit des Standortes unterschiedlich lange, meist aber auffällige Glashaare auf. In den Rhizoidenfilzen der älteren Bestände dieses Mooses finden sich vielfach Nematoden und Rotatorien.

Tortula ruralis agg.
Diese eher basiphile Art ist an Sekundär- und Pionierstandorten weit verbreitet. Lange Glashaare und starke Kräuselung der Blätter bei Austrocknung sind charakteristische morphologische Anpassungsmechanismen dieser Spezies.

T. ruralis kommt nur vereinzelt am Dom vor, zumeist in den ausgedehnten Moosrasen des nördlichen Langhauses. Dies ist darauf zurückzuführen, daß *T. ruralis* kein reiner Felsbesiedler ist und somit bereits etwas aufbereitetes oder sandiges Substrat benötigt und deswegen erst im Gefolge älterer Rasen von *T. muralis* auftaucht. Auch in den Rhizoidenfilzen von *T. ruralis* befinden sich Nematoden und Rotatorien.

Flechten

Nomenklatur und ökologische Angaben nach WIRTH (1980).

Die Bestimmung bzw. Überprüfung der Bestimmungsergebnisse der Flechten erfolgte durch O. BREUSS (Wien).

Buellia punctata (HOFFM.) MASSAL.
Diese Flechte besiedelt normalerweise Totholz (Zäune) oder die Borken freistehender Bäume. Nur in Ausnahmefällen und bei sekundärer Versauerung werden auch kalkhaltige Gesteine besiedelt. Wie allgemein in kalkdominierten Gebieten ist diese Flechte auch am Dom selten.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Caloplaca decipiens (ARNOLD) BLOMB. & FORSS.
Diese an naturnahen Standorten seltene Art bevorzugt anthropogene Standorte und kommt an diesen zumeist auf basenreichen Substraten (Mörtel, Beton) vor.

C. decipiens besiedelt in wenigen kleinen gelben Rosetten (ϕ = 2 cm) vor allem die ebenen Flächen der Balustraden der Südseite und ist als thermophile, lichtliebende Art eine der wenigen Pflanzen in dieser Exposition. Die Flechte wächst bevorzugt an Stellen, die immer wieder von Tauben angeflogen werden (Taubenkot). Da *C. decipiens* starke Stickstoffdüngung toleriert, taucht sie auch an naturnahen Standorten auf Vogelsitzplätzen auf.

Caloplaca holocarpa (HOFFM.) WADE
C. holocarpa wächst im Gebiet fast auschließlich auf anthropogenen, kalkhaltigen Substraten und hat eine weite ökologische Amplitude.

Diese Flechte ist am Dom in entsprechenden Lagen (s. unten) relativ weit verbreitet und kommt häufig gemeinsam mit *Candellaria aurella* vor.

Candelariella aurella (HOFFM.) ZAHLBR.
Diese Art kommt relativ häufig auf kalkreichen Substraten vor und tritt verstärkt an anthropogenen Standorten auf.

Am Stephansdom findet man zwei Unterarten, die typische und die Unterart „*heidelbergiensis*", wobei die systematische Stellung letzterer noch ungeklärt ist. *C. aurella* ist die am häufigsten vorkommende Flechte am Dom und tritt expositionsunabhängig zumeist an Horizontalflächen, vor allem denen der diversen Balustraden, auf.

Lecanora dispersa (PERS.) SOMMERF.
L. dispersa ist eine euryöke, thermophile Gesteinsart, die relativ substratunspezifisch auftritt.

L. dispersa wurde am Dom meist auf den Vertikalflächen der Balustraden gefunden, aber auch an anderen ± senkrechten Mauerteilen und Zierraten.

Lecanora muralis (SCHREBER) RABENH.
L. muralis ist eine weitverbreitete Art auf kalkhaltigen, eutrophierten Unterlagen, welche dem Namen zum Trotz nicht immer Gesteine sein müssen. Sie ist zudem relativ toxitolerant (WIRTH 1994) und demnach auch in Stadtzentren oft noch die letzte vorkommende Flechtenart.

Am Stephansdom findet man an vielen Stellen, vor allem aber an der Nordseite, zum Teil sehr große Exemplare mit der typischen, kreisförmigen

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Wuchsform. Dabei wurden Individuen mit über 12 cm Durchmesser gefunden. Geht man von einer jährlichen Zuwachsrate von 1,3 mm (MASUCH 1993) aus, müßten diese Thalli etwa 100 Jahre alt sein. Dem Alter entsprechend sind die zentralen Teile einzelner Thalli bereits wieder abgestorben und von anderen Flechten oder der eigenen Art erneut besiedelt. Alle Individuen dieser Art machen einen höchst vitalen Eindruck.

Lecidella sp.
Nur wenige Arten dieser Gattung besiedeln auch kalkreiche Substrate. Das am Dom vorkommende Individuum taucht nur an einer Stelle an der nach oben offenen Balustrade des nordwestlichen Langhauses auf und konnte nicht näher identifiziert werden.

Physcia orbicularis (NECKER) POETSCH
P. orbicularis kommt sowohl epiphytisch wie epilithisch vor. Gesteinsstandorte sind meist relativ stark eutrophiert.

P. orbicularis ist wohl nicht zuletzt wegen ihrer Toleranz gegenüber ökotoxikologisch wirksamen Substanzen am Stephansdom verbreitet. Die einzelnen Populationen sind stetig, aber punktförmig über den Dom verteilt, vor allen an den härteren Substraten.

Physcia sciastra (ACH.) DU RIETZ
Diese Flechte ist relativ unspezifisch gegenüber dem zu besiedelnden Substrat und taucht in der Natur immer wieder auf Vogelsitzplätzen auf.

Am Stephansdom gibt es einige wenige Fundpunkte, vor allem auf durch Vogelkot eutrophierten Stellen der Südseite (z.B. Balustrade nächst Südturm).

Verrucaria nigrescens PERS. s. l.
Diese endolithische Krustenflechte lebt bevorzugt auf eutrophen Karbonatgesteinen.

Am Dom wurde *V. nigrescens* während der zahlreichen Begehungen nur einmal im Bereich der westlichen Balustrade gefunden, sie könnte aber durchaus häufiger vorkommen, vor allem in den nicht einsehbaren steinernen Abflußrinnen.

Algen

Nomenklatur nach ETTL (1983).

Es wurden an zwei für Algen repräsentativen Standorten der Außen- und Innenseite des Domes Proben entnommen und bestimmt, wobei die gefunde-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

nen Taxa nur exemplarisch für jeweils eine möglicherweise größere Gruppe an Algen stehen.

Haematococcus pluvialis FLOTOW 1844 em. WILLE 1903
Die Blutregenalge ist ein typischer Vertreter der Weihwasserflora, einer Lebensgemeinschaft, die immer wieder in Weihwasserbecken auftaucht und von dort auch beschrieben wurde.

Sie kommt auch in verstopften Regenrinnen und kleineren abflußlosen Becken an der Außenseite von Gebäuden vor. *H. pluvialis* ist durch Haematochrom rot gefärbt, das sich vor allem unter Streß stärker entwickelt. Gefördert wird dessen Bildung vor allem bei Nährstoffmangel (Phospor und Stickstoff). Die Quantität dieser beiden Nährelemente steuert gleichfalls die Geschlechtsdifferenzierung der bisexuell angelegten Organismen. N- und P-freie (-arme) Medien fördern die Bildung von Gameten mit weiblichem Verhalten.

Grünalgen der Lampenflora:
In den Katakomben haben sich unter dem Einfluß der dortigen künstlichen Beleuchtung an einigen Stellen Algenrasen entwickelt. Es handelt sich dabei um coccale Grünalgen, mit großer Wahrscheinlickeit um Arten der Gattungen *Chlorella* bzw. *Muriella*. Eine exakte Bestimmung wäre nur über Kulturen des Probenmaterials möglich gewesen (Bestimmung der Schaulampenflora durch M. SCHAGERL, Wien).

Lebensstrategien

Bei den Pflanzen an der Außenseite des Stephansdomes dominieren ganz allgemein lichtliebende, verhältismäßig thermophile Arten bzw. solche mit erfolgreichen Strategien gegenüber stärkerer Austrocknung. Dabei werden von den Höheren Pflanzen die besiedelten Substrate intensiv durchwurzelt, wobei die Wurzeln den vorgegebenen Spaltensystemen tief ins Innere des Baus folgen (*Ailanthus, Epilobium*) oder flach dem Substrat anliegen (*Betula*). Alle gefundenen Höheren Pflanzen zeigen überdies mehr oder weniger starke Behaarung der Blätter, eine Strategie zur Verminderung der Einstahlung und Erhöhung des Grenzschichtwiderstandes.

Die poikilohydren Arten (Niedere Pflanzen) entwickeln neben physiologischen Anpassungsmechanismen (PROCTOR 1990) auch eine Reihe morphologischer Anpassungen, wie die Ausbildung von Papillen auf der Lamina (*Tortula*) oder die Bildung von Glashaaren und Glasspitzen (*Tortula, Bryum argenteum*). Die Länge der Glashaare steht auch am Dom in deutlichem

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Zusammenhang mit der Intensität der Einstahlung am jeweiligen Kleinstandort. Glashaare dienen neben der Beschattung der Verminderung der Windgeschwindigkeit an der Lamina bzw. dienen als Kondensationskeime in den Morgen- und Abendstunden (PROCTOR 1979). Daneben kann auch die Wuchsform als Anpassungsmechanismus an den Standort verstanden werden. So sind die am stärksten exponierten Polster von *Bryum argenteum* überaus kompakt, die Beblätterung der einzelnen Stämmchen extrem anliegend.

In einer einzigen Nische an der Nordseite des Gebäudes findet man auch hygrophile Arten (z.B. *Dryoptheris carthusiana* agg.). Dieser Standort ist fast ganztägig beschattet und wird nur im Sommer, wenn die Sonne hoch steht, für einige Stunden direkt beschienen.

Auf den eigentlichen Dachflächen wachsen acidophile Arten, wobei die Versauerung des Untergrundes primär auf anthropogene Luftschadstoffe zurückzuführen ist. Im Gegensatz dazu sind die Gesteinsflächen von schwach bis eindeutig basiphilen Arten besiedelt, der natürlichen chemischen Reaktion des verwendeten Bausubstrates entsprechend, jedoch abgepuffert durch saure atmosphärische Einträge. Bemerkenswert viele Arten sind Zeiger eutrophierter Standorte, ein Phänomen, das einerseits auf den relativ hohen Eintrag atmosphärischen Stickstoffs, andererseits auf die nicht geringen Mengen an Taubenkot zurückzuführen sein dürfte.

Die Mediane der Zeigerwerte aller gefundenen Arten (Zeigerwerte nach ELLENBERG et al., 1991) sind wie folgt:
Lichtwert 8, Temperaturzahl 6, Kontinentalität 5, Feuchtigkeit 5, Reaktionszahl 7, Stickstoffzahl 7.

Da nicht für alle gefundenen Arten Zeigerwerte vorliegen bzw. manche Spezies indifferent gegenüber einzelnen Faktoren sind, beeinflussen die hygrophilen Arten einer einzigen, feuchten Nische das Gesamtbild relativ stark. Unter Einbeziehung der Quantität der vorkommenden Arten wäre das Bild deutlich stärker in Richtung Wärme- und Trockniszeiger verschoben.

Unter den Moosen wurden ausschließlich Laubmoose gefunden, die überwiegend hygrophilen Lebermoose kommen am Dom nicht vor.

Unter den Moosen und Höheren Pflanzen findet man bevorzugt typische Pionierarten. In natürlichen Systemen werden diese Arten nach einiger Zeit im Zuge der Sukzession von konkurrenzkräftigeren Arten verdrängt. Demgemäß entspricht ihre Strategie bevorzugt derjenigen der „ruderal-species" (GRIME 1974, 1988) oder derjenigen der „r-species" im System von MCARTHUR & WILSON (1967). Auf Grund der edaphischen Verhältnisse und

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

denkmalpflegerischer Tätigkeit fehlen am Stephansdom die fortschreitenden Sukzessionen, woraus sich eine Konstanz im Auftreten von Pioniergesellschaften ergibt. Die Vermehrung der einzelnen Arten erfolgt primär über zahlreiche flugfähige Samen und hochvolatile Sporen. Als Wuchsform dominieren bei den Höheren Pflanzen Phanerophyten (66 %) und Therophyten.

Alle Moose entsprechen der Strategie der „colonists" nach DURING (1979, 1992). Diese Lebensform ist geprägt durch intensive vegetative Vermehrung im Frühstadium der Besiedelung (s. *Bryum argenteum*) sowie der Umstellung auf sexuelle Fortpflanzung nach 2-3 Jahren. Diese ist dann besonders intensiv, und es werden zahlreiche, allerdings relativ kleine und somit nicht sehr langlebige Sporen produziert. Ein klassisches Beispiel ist *Tortula muralis,* das vor allem in den etwas älteren Rasen eine unübersehbare Anzahl an Sporophyten ausbildet.

Unter den ebenfalls poikilohydren Flechten dominieren Krustenflechten, jene Lebensform, die selbst ausgeprägten natürlichen und anthropogenen Streßsituationen am besten widersteht. Der relativ poröse Kalkstein bietet zudem gute edaphische Voraussetzungen für eine Besiedelung. Die Artenvielfalt am Dom wird aber durch die lokale Immissionssituation stark eingeschränkt (s. unten).

Die Moospolster und -rasen, vor allem jene von *Tortula muralis* und *Bryum argenteum,* bilden die Grundvoraussetzung für die Keimung der Höheren Pflanzen und Farne. Die Moosbestände vermögen die Feuchtigkeit gegenüber der Umgebung deutlich länger zu halten (PROCTOR 1990). Auf den umgebenden Flächen fließt das Wasser rasch ab. Außerdem bilden die Moosrasen ein mechanisches Hindernis gegen das Ausschwemmen von Samen und Sporen. Nach der unmittelbaren Keimung der Gefäßpflanzen sind die Moose gleichzeitig auch ein Reservoir für Mineralstoffe, die über atmosphärische Einträge (Staub, Regen) deponiert werden, zumindestens so lange, bis die Wurzeln der Jungpflanzen genügend Halt und Verbreitung auch außerhalb der Polster gefunden haben.

Durch die Größe des Domes wird ein relativ großer Luftraum ausgekämmt bzw. stellt ein mechanisches Hindernis gegenüber anemochoren Samen und Sporen dar. Die auf den Dachflächen und Gebäudeteilen deponierten Fortpflanzungskörper werden von den Regenfällen gesammelt und abgeschwemmt. Aufgrund der höheren Feuchtigkeitsanteile in diesen Abflußrinnen und -zonen sammeln sich hier auch bevorzugt Kryptogamen, in denen dann auch einzelne Samen und Sporen deponiert werden und dort keimen. Die Anzahl der Keimlinge ist im gesamten Bereich des Domes dementsprechend hoch, doch nur vereinzelt schaffen es die Gefäßpflanzen über das

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Keimblattstadium hinauszukommen. Die zum Teil hohe Verwitterungsrate senkrechter Mauerteile verhindert eine erfolgreiche Besiedelung vor allem durch Flechten. Dadurch beschränkt sich das Vorkommen dieser Pflanzengruppe überwiegend auf relativ harte Gesteine (z.B. an den Balustraden).

Die Pflegeintensität, die zur Aufrechterhaltung der kunsthistorischen bedeutsamen Bausubstanz notwendig ist, muß freilich als primäres Hindernis eines intensiveren Bewuchses betrachtet werden.

Unter den Höheren Pflanzen sind auffallend viele Arten (> 50 %), die ihre ursprüngliche Heimat in anderen Lebensräumen bzw. Kontinenten haben und in Österreich entweder bewußt eingeführt oder im Gefolge des Menschen ungewollt eingewandert sind (= Hemerochore). Die Standortbedingungen am Stephansdom liegen offensichtlich innerhalb ihrer ökologischen Valenz, aufgrund der geringen Konkurrenz heimischer Arten ist eine Besiedelung dieses Lebensraumes möglich. Hemerochore dominieren auch in anderen Städten die dortige Innenstadtvegetation (z.B. KOWARIK 1988, WITTIG 1991, SUKOPP 1995, SUKOPP & WURZEL 1995).

Daß sich unter den Neophyten viele Arten mit einer höheren Temperaturpräferenz befinden, steht in engem Zusammenhang mit den vielerorts beschriebenen klimatischen Bedingungen in städtischen Bereichen (z.B. SUKOPP & WURZEL 1995).

Bioindikatorischer Ansatz

Moose und Flechten sind aufgrund ihrer morphologischen und physiologischen Voraussetzungen in hohem Maße für bioindikatorische Zwecke geeignet (z.B. ARNDT et al. 1987, BATES & FARMER 1992). Durch ihre primär ectohydrische Wasser- und Nährstoffaufnahme sind sie den in der Atmosphäre vorhandenen Luftschadstoffen unmittelbar ausgesetzt (z.B. BROWN & BATES 1990, RAO 1982). Die puffernde Wirkung humoser Substrate, durch die Höhere Pflanzen in größerem Ausmaß geschützt sind, entfällt bei Kryptogamen mangels der Existenz eines leitenden Wurzelsystems. Zudem sind die meisten Moose und Flechten nur ein bis wenige Zellschichten dick und damit allseits von den toxischen Substanzen umgeben. Dies führt unter der in den industrialisierten Staaten vorherrschenden Luftqualität zu einem dramatischen Artenrückgang (z.B. BARKMANN 1969, GILBERT 1970, BURTON 1990), dessen Ausmaß als direkter sowie indirekter Gradmesser für Luftverschmutzung gelten kann.

Wie eine Reihe von Untersuchungen gezeigt hat (z.B. TÜRK & WIRTH 1975, LEBLANC & DESLOOVER 1970), sind Moose und in etwas geringerem Aus-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

maß Flechten vor allem gegenüber SO_2 empfindlich. Wenngleich die SO_2-Emissionen in Österreich in den letzten 15 Jahren um 80 % reduziert wurden (Umweltkontrollbericht 1996), sind die Immissionen noch immer beträchtlich. In den letzten Jahren kam es in mehreren Bereichen Wiens regelmäßig zu Überschreitungen der maximalen Halbstunden-Mittelwertkonzentrationen (Umweltkontrollbericht 1996). Schwefel und seine wäßrigen Derivate sind deshalb wohl nach wie vor der primäre Faktor für die relative Artenarmut am Stephansdom. Inwieweit aufgrund der Nettoreduktion der S-Depositionen trotzdem eine Zunahme in der epilithischen Flora in den letzten Jahren erfolgt ist, kann mangels Vergleichsuntersuchungen am Dom derzeit nicht festgestellt werden. Wie in anderen Bereichen der Stadt aber bereits erkannt (ZECHMEISTER, unpubl.), ist dies aber zu erwarten.

Die meisten gefundenen Flechten- und Moosarten müssen als relativ toxitolerant angesprochen werden. Das Faktum, daß Arten wie *Bryum argenteum* oder *Tortula muralis* derart dominant werden, ist zweifelsfrei auf diese Eigenschaft zurückzuführen. Wie Untersuchungen in anderen Städten gezeigt haben (z.B. DALY 1970), nehmen gerade die Bestände dieser beiden Arten in Zentrumsnähe auf Kosten anderer Spezies zu.

Arten wie *Tortula ruralis* oder *Schistidium apocarpum* gehören jedoch bereits zu den etwas empfindlicheren Arten (GILBERT 1970) und könnten durchaus erst in letzter Zeit zugewandert sein. Beide Spezies sind auch nur mit wenigen (*T. ruralis*) bzw. einer (*Schistidium*) Population(en) vertreten. Auch die hohe Anzahl an sporophytentragenden Individuen ist ein Zeichen für die Vitalität der einzelnen Populationen, da die Fertilität von Bryophyten als indirekter Gradmesser für Vitalität und somit bessere Luftqualität gerwertet werden kann (z.B. LEBLANC & DESLOOVER 1970).

Die große Anzahl an Nitratzeigern (vor allem bei den Flechten) hat neben lokalen Gründen (Taubenkot) sicherlich auch Ursache in den relativen hohen atmosphärischen Stickstoffdepositionen. Alle Innenstadtbereiche zeigen regelmäßig Überschreitungen der maximalen NO_x-Konzentrationen und sind auch durch Nitrat-Depositionen belastet.

Wie aufgrund der Ausgangssituation zu erwarten war, sind die aktuellen Aussagen zur Luftgütebeurteilung begrenzt. Die vorliegende Arbeit ist aber in jedem Fall ein wichtiger Schritt und Grundlage für immissionsökologisch orientierte Kartierungen in den nächsten Jahren.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Danksagung

Dieses Forschungsprojekt wurde finanziell von der Österreichischen Nationalbank (Jubiläumsfond, Projekt Nr.6150) unterstützt. Dr. O. BREUSS und Dr. M. SCHAGERL sei für die Unterstützung bei der Bestimmung der Flechten bzw. Algen herzlich gedankt. Dank gilt auch Herrn G. RIHA für die Initiierung der Studie und den Steinmetzen der Dombauhütte für die Zusammenarbeit in den luftigen Höhen des Domes.

Literatur

ADLER W., OSWALD K. & FISCHER R., 1994: Exkursionsflora von Österreich. Ulmer, Stuttgart, Wien.

ARNDT U., NOBEL W. & SCHWEIZER B., 1987: Bioindikatoren – Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse. Ulmer, Stuttgart.

BARKMANN J. J., 1969: The influence of air pollution on bryophytes and lichens. In: Proceedings of the first European congress on the influence of air pollution on plants and animals, Wageningen, p. 197-209.

BATES J. & FARMER A. M. (Eds.), 1992: Bryophytes and lichens in an changing environment. Clarendon Press, Oxford.

BORNKAMM R., 1961: Vegetation und Vegetationsentwicklung auf Kiesdächern. Vegetatio 10, 1-23.

BROWN D. H. & BATES J. W., 1990: Bryophytes and nutrient cycling. Bot. J. Linn. Soc. 104, 129-147.

BURTON M. A., 1990: Terrestrial and aquatic bryophytes as monitors of environmental contaminants in urban and industrial habitats. Bot. J. Linn. Soc. 104, 267-280.

CHRISTIAN E., 1998: Die Katakombenfauna des Wiener Stephansdomes. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 135: xx-xx.

DALY G. T., 1970: Bryophyte and lichen indicators of air pollution in Christchurch, New Zealand. Proc. New Zealand Ecol. Soc. 17, 70-79.

DARIUS F. & DREPPER J., 1984: Rasendächer in West-Berlin. Das Gartenamt 33, 309-315.

DURING H., 1979: Life strategies of bryophytes: a preliminary review. Lindbergia 5, 2-17.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

DURING H., 1992: Ecological classifications of bryophytes and lichens. In: BATES J. W. & FARMER A. M. (Eds.), Bryophytes and lichens in a changing environment, p. 2-32. Clarendon Press, Oxford.

ELLENBERG H., WEBER H., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D., 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, p. 1-248.

ETTL H., 1983: Chlorophytina I. Phytomonadina. In: ETTL H. GERLOFF J., HEYNIG H. & MOLLENHAUER D. (Ed.), Suesswasserflora von Mitteleuropa, Bd. 9. G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.

FORSTNER W., 1983: Ruderale Vegetation in Ost-Österreich, Teil I. Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmus. (Wien) 2, 19-133.

FORSTNER W., 1984: Ruderale Vegetation in Ost-Österreich, Teil 2. Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmus. (Wien) 3, 11-91.

FRAHM J. P. & FREY W., 1992: Moosflora. 3. Aufl. Ulmer, Stuttgart.

GERSON U., 1969: Moss-Arthropod associations. Bryologist 11, 495-500.

GILBERT O. L., 1970: Further studies on the effects of sulphur dioxide on lichens and bryophytes. New Phytologist 69, 605-627.

GRIME J. P., 1974: Vegetation classification in reference to strategies. Nature 250, 26-31.

GRIME J. P., 1988: The C-S-R model of primary plant strategies – origins, implications and tests. In: GOTTLIEB L. D. & JAIN S. K. (Eds.), Plant evolutionary biology, p. 371-393. Chapman & Hall, London.

GRIME J. P., RINCON E. R. & WICKERSON B. E., 1990: Bryophytes and plant strategies theory. Bot. J. Linn. Soc. 104, 175-186.

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

JACKOWIAK B. & GRABHERR G., 1990: Zur Ausbreitung von *Angelica archangelica* L. an der Donau in Wien. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 127, 113-122.

KIRSCHBAUM U. & WIRTH V., 1995: Flechten erkennen – Luftgüte bestimmen. Ulmer, Stuttgart.

KOWARIK I., 1988: Zum menschlichen Einfluß auf Flora und Vegetation. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 56, 280 pp.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

KUGLER R. G., 1990: Typisierung und floristische Kartierung von innerstädtischen Brachflächen in Wien. 168 pp. Diplomarbeit Univ. Wien.

KUNICK W., 1982: Zonierung des Stadtgebietes von Berlin (West). Ergebnisse floristischer Untersuchungen. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 14. Inst. Ökol., TU Berlin, Berlin.

LEBLANC F. & DESLOOVER J. L., 1970: Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. Can. J. Bot. 48, 1485-1496.

MASUCH G., 1993: Biologie der Flechten. Ulmer, Stuttgart.

MCARTHUR R. H. & WILSON E. D., 1967: The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.

MÜLLER H. W., ROHATSCH A., SCHWAIGHOFER B., OTTNER F. & THINSCHMIDT A., 1991: Gesteinsbestand in der Bausubstanz der Westfassade und des Albertinischen Chores von St. Stephan. Bericht an die Akademie der Wissenschaften. Wien.

PROCTOR M. C. F., 1979: Structure and eco-physiological adaptions in bryophytes. In: CLARKE G. C. S. & DUCKET J. G. (Eds.), Bryophyte systematics, p. 479-509. Academic Press, London.

PROCTOR M. C. F., 1990: The physiological basis of bryophyte production. Bot. J. Linn. Soc. 104, 61-77.

RADLER D., 1990: Zur Vegetation der Industriegebiete von Wien und ihrer Ökologie. 201 pp. Diplomarbeit Univ. Wien.

RAO D. N., 1982: Responses of bryophytes to air pollution. In: SMITH A. J. E. (Ed.), Bryophyte ecology, p. 445-471. Chapman & Hall, London.

ROHATSCH A., 1991: St. Stephan. Herkunft, Petrographie und Verwitterung. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustudien Österr. 37, 141-155.

SILVERTON J., 1987: Introduction to plant population ecology. Longman, Harlow.

STIFTER R., 1988: Dachgärten – Grüne Inseln in der Stadt. Ulmer Verlag, Stuttgart.

SUKOPP H., 1995: Neophytie und Neophytismus. In: BÖCKER R., GEBHARDT H., KONOLD W. & SCHMIDT-FISCHER S. (Ed.), Gebietsfremde Pflanzenarten, p. 3-32. Ecomed-Verl.-Ges., Landsberg, Lech.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

SUKOPP H., KUNICK W., RUNGE M., ZACHARIAS F., 1973: Ökologische Charakteristik von Großstädten, dargestellt am Beispiel Berlins. Verh. Ges. Ökol. 2, 383-403.

SUKOPP H. & WURZEL A., 1995: Klima- und Florenveränderung in Stadtgebieten. Angewandte Landschaftsökologie 4, 103-130.

TÜRK R. & WIRTH V., 1975: Über die SO2-Empfindlichkeit einiger Moose. Bryologist 78, 187-193.

UMWELTKONTROLLBERICHT, 1996: Vierter Umweltkontrollbericht. Reihe: Monographien des Umweltbundesamtes. Wien.

URBANSKA K. M., 1992: Populationsbiologie der Pflanzen. G. Fischer Verlag, Stuttgart.

WIRTH V., 1980: Flechtenflora. Ulmer, Stuttgart.

WIRTH V., 1994: Die Flechten Baden-Württembergs, Teil I & II. Ulmer, Stuttgart.

WITTIG R., 1973: Die ruderale Vegetation der Münsterschen Innenstadt. Natur und Heimat 33, 100-110.

WITTIG R., 1991: Ökologie der Großstadtflora. G. Fischer, Stuttgart.

ZECHMEISTER H. G., 1992: Die Vegetation auf Flachdächern von Großbauten aus der Jahrhundertwende. Tuexenia 12, 307-314.

ZECHMEISTER H. G., 1994: Biomonitoring der atmosphärischen Schwermetalldepositionen mittels Moosen in Österreich. Monographien, Bd. 42. Umweltbundesamt, Wien.

Manuskript eingelangt: 1998 03 04

Anschrift: Univ.-Doz. Dr. Harald G. ZECHMEISTER, Univ.-Prof. Dr. Georg GRABHERR, Abteilung für Vegetationsökologie und angewandte Naturschutzforschung, Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, Althanstraße 14, A-1091 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 135

Autor(en)/Author(s): Zechmeister Harald Gustav, Grabherr Georg

Artikel/Article: Erfassung der Flora des Wiener Stephansdomes 323-342