

Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum	25	191-208	St. Pölten 2014
----------------------------------------	----	---------	-----------------

Die Flechten in Wäldern des Biosphärenparks Wienerwald

Roman Türk

Zusammenfassung

Die Biodiversität der Flechten des Biosphärenparks Wienerwald wurde in Monitoringflächen in Kernzonen (KZO) und in Wirtschaftswäldern (WW) auf allen Substraten untersucht. In den 53 Monitoringflächen der Kernzonen und in den 24 Flächen der Wirtschaftswälder wurden 109 Arten gefunden, unter Einbeziehung anschließender Flächen waren es insgesamt 154 Arten. Entsprechend den für das Flechtenwachstum gebietsweise günstigen klimatischen Bedingungen wurden auch seltene Arten in den Untersuchungsflächen gefunden. Unter den epiphytischen Flechten sind *Anaptychia ciliaris*, *Arthonia atra*, *Bacidia subincompta*, *Evernia divaricata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora expallens*, *Lecanora intumescens*, *Lecanora subrugosa*, *Mycobilimbia carnealbida*, *Naetrocymbe punctiformis*, *Pseudosagedia aenea* und *Ramalina obtusata* erwähnenswert. Unter den saxicolen Flechten ist *Bacidina arnoldiana* hervorzuheben. Das auffälligste Ergebnis der Flechtenuntersuchungen ist die Tatsache, dass es Kernzonen-Punkte (KZO-Punkte) und Wirtschaftswald-Punkte (WW-Punkte) gibt, in denen keine einzige epiphytische Flechte aufgefunden werden konnte. Viele KZO-Punkte weisen nur wenige Flechtenarten mit geringer Abundanz auf, der Deckungsgrad der baumbewohnenden Flechten ist im Allgemeinen äußerst gering (<0,1 - 2%) und übersteigt nur in den wenigsten Fällen 3% der Aufnahmefläche vom Stammfuß bis in 2m Stammhöhe. An den meisten Aufnahmepunkten ist der Bewuchs mit Algen (*Prasiola spec.*, *Desmococcus spec.* und *Trentepohlia spec.*) auf den Borke stark ausgebildet, was auf einen hohen Eintrag von Stickstoffverbindungen hinweist. Diese Stickstoffverbindungen (Stickoxide, Ammonium, Ammoniumnitrat) und Aerosole bewirken an vielen Untersuchungspunkten an Makrolichenen starke Schädigungen und stammen offensichtlich aus der Metropole Wien und aus deren Umgebung, aus der petrochemischen Industrie, aus lokalen landwirtschaftlichen Quellen sowie aus überregionalem Eintrag.

Abstract

Lichens in forests of the Biosphere Reserve Wienerwald

The biodiversity of lichens in the Biosphere Reserve Wienerwald was investigated on all substrates in 54 monitoring plots of the core areas (KZO) and in 24 managed forests (WW). In the core areas occurred 109 species, including adjacent areas 154 lichen species were identified. Due to the favourable climatic conditions for lichen growth in some areas the

following rare epiphytic lichens were found: *Anaptychia ciliaris*, *Arthonia atra*, *Bacidia subincompta*, *Evernia divaricata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora expallens*, *Lecanora intumescens*, *Lecanora subrugosa*, *Mycobilimbia carneoalbida*, *Naetrocymbe punctiformis*, *Pseudosagedia aenea* and *Ramalina obtusata* and the saxicolous lichen *Bacidina arnoldiana*. In many core areas and managed forest areas no or only a few epiphytic lichen species could be found and mostly with low abundance. Also the degree of epiphytic coverage was very low (<0,1-2%) and exceeded only in few sites 3% of the recording areas which ranges from the root collar to the stem height of 2m. In most monitoring sites the bark of the trees is covered by aerial algae (*Prasiola* spec., *Desmococcus* spec. and *Trentepohlia* spec.). These algae indicate a high input of mainly nitrogen compounds (nitrogen oxides, ammonium and ammonium nitrate) and aerosols, which cause heavy damage of macrolichens. The source of these compounds is most likely the conurbation of Vienna, the petrochemical industry, local agricultural sources and the long range transport of pollutants.

Key words: lichens, woodland, species diversity, air pollution

Einleitung

Flechten sind aufgrund ihres langsamen Wachstums, ihrer Empfindlichkeit gegenüber raschen Änderungen ihres Lebensraumes, aufgrund anthropogener Faktoren wie Luftverunreinigungen, Überdüngung, nicht nachhaltigen Methoden der Forstwirtschaft etc. sensible Indikatoren für ihre Umwelt (siehe zusammenfassende Darstellung bei KIRSCHBAUM & WIRTH 2010). Deshalb werden Flechten in Monitoringprojekten als Organismen für den Nachweis langzeitiger und kurzfristiger Veränderungen der Umweltbedingungen eingesetzt.

Ein Blick in die Vergangenheit der Erforschung der Flechten in Niederösterreich bietet wichtige Hinweise auf die Veränderung der Flechtenflora, denn viele Fundorte von Flechten wurden schon damals aus dem Gebiet des heutigen Biosphärenparks Wienerwald angegeben. Schon HEUFLER (1856) wendet sein Interesse den Flechten der Dolomittfelsen des Kalenderberges bei Mödling zu, die HOLZINGER (1863) noch intensiver untersuchte und eine bemerkenswerte Flechtenflora mit vielen seltenen Arten fand. LOJKA (1868) listet die Flechten der Brühl auf. REICHARDT (1866) berichtet über einen Fund von *Peltigera didactyla* „in den Wäldern zwischen Heiligenkreuz und Gaden nächst Wien“. Bei HIBSCH (1879) sind die Strauchflechten Niederösterreichs aufgelistet. Viele Strauchflechtenarten, die heute äußerst selten auftreten, wurden damals noch als „häufig im gesamten Gebiet“ bezeichnet, sodass auf genauere Fundortangaben verzichtet wurde. So wird das Vorkommen von *Anaptychia ciliaris* z.B. als „in der Berg- und Voralpenregion sowie auch in der Ebene an Baumstämmen sehr verbreitet“

dargestellt. Heute stellen Funde dieser auffälligen Flechte „Leckerbissen“ höchsten Grades für den Flechtenkundigen dar. Einige Fundorte aus dem Wienerwald finden sich auch bei BECK (1884). Der zu seinen Zeiten weltbekannte Lichenologe Alexander Zahlbruckner, der eine leitende Stellung im Naturhistorischen Museum Wien (Direktor der Botanischen Abteilung) bekleidete, listet in seinen „Beiträgen zur Flechtenflora Niederösterreichs“ zahlreiche Fundorte vieler Flechtenarten im Wienerwald auf, die im Einzelnen an dieser Stelle nicht dargestellt werden (Zahlbruckner 1886-1927, 1900).

In neuerer Zeit wurden Funde von Flechten aus dem Untersuchungsgebiet des Biosphärenparks Wienerwald und aus der unmittelbaren Nachbarschaft des Wienerwaldes von SAUBERER (1951), POELT & MAYRHOFER (1985), TÜRK et al. (1998), TÜRK & MAIER (2007, 2011) und TÜRK & PFLEGER (2009, 2011, 2012a, b) zusammengefasst.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Erfassung der Biodiversität der Flechten auf allen Substraten in den Monitoringflächen der Kernzonen und der Wirtschaftswälder im Biosphärenpark Wienerwald. Sie ist Grundlage für die Beobachtung der Veränderung der Artenzusammensetzung im Laufe der weiteren Entwicklung der betroffenen Waldökosysteme.

Methodik

Für die Flächenauswahl und die Flächenbeschreibung siehe DROZDOWSKI et al. (2014) in diesem Band. Die Flechtenarten wurden sowohl auf der Grunderhebungsfläche als auch auf der Erweiterungsfläche erhoben.

Für jede Flechtenart wurden folgende Parameter im Feld aufgezeichnet: Flechtenart (Nomenklatur nach WIRTH et al. 2013 und TÜRK & HAFELLNER 2010) und Substrat (Baumstämme bis 2 m Stammhöhe, Seitenäste (sofern erreichbar), Totholz, Boden, Steine, Felsen, Moose).

Für die Untersuchung der Erweiterungsfläche wurde so viel Bearbeitungszeit investiert, wie sie für die Erfassung der Flechten auf allen Substraten notwendig war. In den Waldökosystemen wurden die borken- und holzbewohnenden Flechten bevorzugt aufgenommen, dann folgten jene auf Boden, Moosen und anstehenden Gesteinen. Flechten, welche im Gelände nicht bis auf Artniveau angesprochen werden konnten, mussten aufgesammelt und mikroskopisch bestimmt werden. Der dadurch bedingte Eingriff war minimal, weil nur sehr geringe Probemengen entnommen wurden. Es handelt sich hinsichtlich des späteren Monitorings um keinen relevanten Eingriff.

Außerhalb der Untersuchungsflächen wurden vor allem Flechten (Epiphyten, Bodenbewohnende und Gesteinsflechten) auf dem Weg zu den Aufnahmepunkten in den Kernzonen (KZO) und Wirtschaftswäldern (WW) aufgenommen, um die potentielle Flechtenflora zu erfassen.

Die gesammelten Proben werden im Herbar W (Naturhistorisches Museum Wien) aufbewahrt, die Bestimmung der Flechten erfolgte nach WIRTH et al. (2013) und POELT (1969). Der Gefährdungsstatus folgt der Definition der Gefährdungsstufen nach TÜRK et al. (1998), TÜRK & HAFELLNER (1999) und aktuellen Befunden.

Ergebnisse

Generell ist festzuhalten, dass der Deckungsgrad der epiphytischen Flechten in fast allen KZO-Punkten und in den angrenzenden Untersuchungsflächen sehr gering war. Bezieht man den Deckungsgrad der Flechten (Krusten-, Blatt- und Strauchflechten) auf die Stammoberfläche von 50 - 200 cm der untersuchten Bäume, so ist dieser in den meisten Fällen unter 1 %, in sehr vielen unter 0,1 %.

In folgenden KZO- und WW-Punkten waren keine epiphytischen Flechten vorhanden: KZO Mauerbach 21028, KZO Dombachgraben 41025, KZO Troppberg 26015, KZO Waldandacht 334, WW Wolfsgraben 27837, KZO Dorotheerwald 46012, WW Finsterer Gang (Tenneberg) 35302, KZO Mitterschöpfung 8042, KZO Kiental 33028, WW Helenental 52538, KZO Hoher Lindkogel 11062.

Nur 1 bis 3 Arten kamen in folgenden KZO- und WW-Punkten vor: KZO Altenberg 1015, WW Altenberg 138, KZO Rauchbuchberg 32008, 32035, WW Mauerbach 9390, WW Troppberg 15514, KZO Kolbeterberg 40005, WW Kolbeterberg 14600, KZO Moosgraben 415, KZO Baunzen 20013, KZPO Üblaugraben 49031, WW Lainzer Tiergarten 22218, KZO Dorotheerwald 46025, KZO Hengstlberg 37028, KZO Wasserspreng 35028, WW Wasserspreng 35635, WW Hirschenstein 46350, KZO Weinberg 6010, WW Kiental 43728, KZO Helenental 22019, KZO Helenental 22024, WW Anninger 52205, WW Großer Marchberg (Maria Raisenmarkt) 54744, KZO Hoher Lindkogel 11082.

Vier bis 7 Arten wurden gefunden in: KZO Pfaffenberg 110/115 – Wien, KZO Troppberg 26083, WW Kolbeterberg 14185, KZO Dorotheerwald 46030, WW Perchtoldsdorf 29811, KZO Schwarzlacken 44045, KZO Festenberg 25041, KZO Wasserspreng 35017, KZO Wasserspreng 35004, WW Wasserspreng 37635, KZO Gießhübl – Eichberg 30033, KZO Tenneberg 34014 (= Gießhübl Finsterer Gang), KZO Tenneberg 34018, KZO Mitterschöpfung 8019, KZO Hirschenstein 3011, KZO Weinberg 6060, KZO Höherberg 5027, KZO Helenental 22041, KZO Anninger Tieftal 29008, KZO Anninger Tieftal 29021, KZO Hoher Lindkogel 11050, KZO Hoher Lindkogel 11038.

Acht bis 14 Arten: KZO Altenberg 1018, WW Rauchbuchberg 5909, WW am Himmel 8158, KZO Baunzen 20080, WW Baunzen 20398, KZO Deuschwald 504, KZO Johannser Kogel 27, KZO Festenberg 25053, KZO Festenberg 29259, KZO Hollergraben 216, KZO Hainbach 10056, WW Finsterer Gang (Tenneberg) 35635, KZO Kiental 33045, KZO Helenental 22029, WW Helenental 51574.

In folgenden Untersuchungsflächen fehlten Makrolichenen: KZO Altenberg 1015, KZO Rauchbuchberg 32035, WW Mauerbach 9390, WW Kolbeterberg 14600, KZO Moosgraben 415, WW Perchtoldsdorf 29811, KZO Baunzen 20013, WW Baunzen 20398, KZO Üblaugraben 49031, WW Lainzer Tiergarten 22218, KZO Schwarzlacken 44045, KZO Weinberg 6010, KZO Höherberg 5027, KZO Helenental 22041, KZO Helenental 22024, WW Großer Marchberg 54744, KZO Dorotheerwald 46025, KZO Dorotheerwald 46030, KZO Hengstlberg 37028, KZO Festenberg 25041, WW Wasserspreng 37535, KZO Hirschenstein 3011, WW Hirschenstein 46350, WW Kiental 43728, WW Anninger 52205, WW Raisenmarkt (Großer Marchberg) 54744, KZO Hoher Lindkogel 11050.

In folgenden Untersuchungsflächen waren Makrolichenen in stark geschädigtem Zustand vorhanden: KZO Tenneberg 34018, KZO Weinberg 6060, KZO Helenental 22029, KZO Gießhübl – Eichberg 30033, KZO Gießhübl – Eichberg 34018.

In Tab. 1 sind die gefundenen Flechtenarten entsprechend den bevorzugten Substraten aufgelistet. Folgende Artenzahl-Bilanz ergibt sich für die KZO- und WW-Flächen: Epiphytische Arten 76 (92); Saxicole Arten: 28 (48); Terricole Arten: 6 (12); Xylocole Arten: 8 (11). Gesamt in den KZO-Punkten: 109 Arten (9 Doppelnennungen bei den einzelnen Substraten), 154 Arten (9 Doppelnennungen bei den einzelnen Substraten) mit den Flechten außerhalb der KZO-Punkte (in Klammer).

Außerhalb der Untersuchungsflächen wurden insgesamt 106 Arten aufgefunden. In den meisten Fällen war allerdings die Abundanz vieler epiphytischer Arten in den Außenflächen bei weitem höher als in den KZO-Untersuchungsflächen. Somit ist den immissionsökologischen Gesichtspunkten und den Einstrahlungsverhältnissen für die Interpretation der Ergebnisse eine entsprechende Bedeutung beizumessen.

Die klimatischen Bedingungen sind an den meisten Untersuchungsflächen günstig (Feuchteverhältnisse, Temperaturabfolgen) für das Aufkommen von Flechten, worauf z. B. das Auftreten von Strauchflechten aus den Gattungen *Evernia* und *Ramalina* hinweist. So kam auf dem Hohen Lindkogel z. B. sogar *Evernia divaricata* mit einer Thalluslänge von etwa 3 cm vor, allerdings war sie stark veralgt. Auch die älteren Exemplare von Blattflechten (z. B. *Parmelia sulcata*, *Melanelixia glabratula*) zeigten durch das äußere Erscheinungsbild der Thalli (Ausbleichen der Loben, Verrötungen der Loben bei *Parmelia*-Arten, Absterben der Thalli vom Zentrum aus, Aufwuchs von Algen auf den Thalli der Blatt- und Strauchflechten) Schädigung durch Immissionen an. Es können zwei Faktoren für das mangelnde Aufkommen von epiphytischen Flechten verantwortlich sein: die hohe Kronendichte und damit der Lichtmangel (für lichtbedürftige Flechtenarten) und der schädigende Einfluss von Immissionen.

In fast allen Untersuchungsflächen war ein Bewuchs mit Luftalgen (*Desmococcus* spec., *Prasiola* spec., vgl. Ettl & Gärtner 1995) auf der Borke von fast allen Baumarten festzustellen, was auf einen Düngeeffekt durch Immissionen hinweist. Entlang

Tab. 1: Flechtenarten und ihr aktueller Gefährdungsstatus im Biosphärenpark Wienerwald. Angegeben sind die Anzahl der Kernzonen (KZO)- und Wirtschaftswald (WW)-Punkte, in denen sie aufgefunden wurden, ihr Vorkommen außerhalb dieser Punkte (lediglich als + vermerkt) und ihre Gefährdungseinstufung (Definition nach TÜRK et al. (1998), TÜRK & HAFELLNER (1999) und aktuellen Befunden).

Flechtenart	KZO- und WW-Punkte Anzahl	außerhalb	Gefähr- dungsstatus
Epiphytische Arten			
<i>Acrocordia gemmata</i> (Ach.) A. Massal.	3	+	r: 2
<i>Agonimia tristicula</i> (Nyl.) Zahlbr.	1	+	
<i>Alyxoria varia</i> (Pers.) Ertz & Tehler	1		
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	1	+	
<i>Anaptychia ciliaris</i> (L.) Körb.	1	+	3a r: 1
<i>Arthonia atra</i> (Pers.) A. Schneid.	2		3
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	15	+	
<i>Arthopyrenia punctiformis</i> (Pers.) A. Massal.	1		
<i>Bacidia rubella</i> (Hoffm.) A. Massal.	4		r: 3b
<i>Bacidia subincompta</i> (Nyl.) Arnold	1		3b
<i>Bacidina assulta</i> (Körb.) S. Ekman		+	3a
<i>Baeomyces rufus</i> (Hudson) Rebent.	1		
<i>Buellia griseovirens</i> (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.		+	
<i>Caloplaca cerina</i> var. <i>cerina</i> (Ehrh. ex Hedw.) Th. Fr.		+	
<i>Caloplaca pyracea</i> (Ach.) Th. Fr.	1	+	
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) B. Stein.		+	
<i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau	7	+	
<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau	5	+	
<i>Chaenotheca ferruginea</i> (Turner ex Sm.) Mig.	4	+	
<i>Cladonia caespiticia</i> (Pers.) Flörke	3		
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	5		
<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.	1		
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.	2	+	
<i>Coenogonium pineti</i> (Schrad. ex Ach.) Lücking & Lumbsch	6	+	3a
<i>Collema crispum</i> (Huds.) F. H. Wigg.	1		
<i>Evernia divaricata</i> (L.) Ach.	1		r: 0
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	1		3b
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	2		3b
<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	15	+	
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt	1	+	3a
<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach. ex Lilj.) M. Choisy	17	+	
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	5		3b
<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.	1		3b
<i>Imshaugia aleurites</i> (Ach.) S. L. F. Mey.	1		3b
<i>Lecania cyrtella</i> (Ach.) Th. Fr.		+	
<i>Lecania naegelii</i> (Hepp) Diederich & van den Boom	2		
<i>Lecanora allophana</i> (Ach.) Nyl.		+	
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Malme	1	+	
<i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.	2	+	
<i>Lecanora chlarotera</i> Nyl.	21	+	

Flechten in Wäldern des Biosphärenparks Wienerwald

197

Tab. 1: Fortsetzung	KZO- und WW-Punkte	Gefähr-
Flechtenart	Anzahl	außerhalb
		status
<i>Lecanora conizaeoides</i> Nyl. ex Cromb.	5	+
<i>Lecanora expallens</i> Ach.	1	+
<i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach. var. <i>hagenii</i>		+
<i>Lecanora impudens</i> Degel.	1	
<i>Lecanora intumescens</i> (Rebent.) Rabenh.	2	
<i>Lecanora subrugosa</i> Nyl.	1	
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy	8	+
<i>Lepraria eburnea</i> J. R. Laundon	6	
<i>Lepraria finkii</i> (Hue) R. C. Harris	10	+
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	16	+
<i>Lepraria jackii</i> Tønsberg	4	
<i>Lepraria rigidula</i> (B. de Lesd.) Tønsberg	1	
<i>Lepraria vouauxii</i> (Hue) R. C. Harris	1	
<i>Massjukiella candelaria</i> (L.) S. Y. Kondr. et al.		+
<i>Massjukiella polycarpa</i> (Hoffm.) S. Y. Kondr. et al.		+
<i>Melanelixia glabra</i> (Schaer.) O. Blanco et al.		+
<i>Melanelixia glabrata</i> (Lamy) Sandler & Arup	18	+
<i>Melanelixia subargentifera</i> (Nyl.) O. Blanco et al.		+
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco et al.	3	+
<i>Melanohalea exasperatula</i> (Nyl.) O. Blanco et al.	1	+
<i>Mycobilimbia carneovalbida</i> (Müll. Arg.) S. Ekman & Printzen	1	
<i>Mycobilimbia epixanthoides</i> (Nyl.) Vitik. et al.		+
<i>Mycobilimbia tetramera</i> (De Not.) Vitik. et al.		+
<i>Opegrapha rufescens</i> Pers.	3	
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	6	+
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	6	+
<i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M. Choisy & Werner	5	+
<i>Pertusaria leioplaca</i> DC.	19	+
<i>Phaeophyscia endophoenicea</i> (Harm.) Moberg	1	+
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Harm.) Moberg		+
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	5	+
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	53	+
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier	6	+
<i>Physcia aipolia</i> (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr.		+
<i>Physcia aipolioides</i> (Nád.v.) Breuss & Türk		+
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	4	+
<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	5	+
<i>Physciella chloantha</i> (Ach.) Essl.	1	
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	1	+
<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg	3	+
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch		+
<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf var. <i>furfuracea</i>	2	+
<i>Pseudosagedia aenea</i> (Wallr.) Hafellner & Kalb	1	
<i>Punctelia jeckeri</i> (Roum.) Kalb	2	+
<i>Punctelia subrudecta</i> (Nyl.) Krog	4	

Tab. 1: Fortsetzung	KZO- und WW-Punkte	Gefähr-
Flechtenart	Anzahl	außerhalb
		dungsstatus
<i>Pyrenula nitida</i> (Weigel) Ach.	6	3b
<i>Pyrenula nitidella</i> (Flörke ex Schaer.) Müll. Arg.	2	3a
<i>Ramalina obtusata</i> (Arnold) Bitter	1	3b
<i>Ramalina pollinaria</i> (Westr.) Ach.	3	
<i>Ropalospora viridis</i> (Tønsberg) Tønsberg	1	
<i>Sphinctrina anglica</i> Nyl.		+
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	7	+
Flechten auf Totholz		
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.	1	
<i>Cladonia macilenta</i> Hoffm.	2	
<i>Mycocalicium subtile</i> (Pers.) Szatala		+
<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.		+
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	1	+
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	1	
<i>Placynthiella icmalea</i> (Ach.) Coppins & P. James	2	
<i>Punctelia jeckeri</i> (Roum.) Kalb	1	
<i>Trapeliopsis flexuosa</i> (Fr.) Coppins & P. James	1	
<i>Trapeliopsis granulosa</i> (Hoffm.) Lumbsch	1	+
<i>Trapeliopsis viridescens</i> (Schrad.) Coppins & P. James		+
Flechten auf dem Boden		
<i>Bacidia bagliettoana</i> (A. Massal. & De Not.) Jatta		+
<i>Baeomyces rufus</i> (Hudson) Rebent.	1	+
<i>Cladonia caespiticia</i> (Pers.) Flörke	2	+
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	3	+
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.		+
<i>Cladonia furcata</i> (Huds.) Schrad.	2	+
<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.		+
<i>Cladonia rangiformis</i> Hoffm.		+
<i>Collema tenax</i> (Sw.) Ach. em. Degel. var. <i>tenax</i>		+
<i>Peltigera horizontalis</i> (Huds.) Baumg.	2	3b
<i>Toninia sedifolia</i> (Scop.) Tindal		+
<i>Trapeliopsis gelatinosa</i> (Flörke) Coppins & P. James	1	
Flechten auf Gestein		
<i>Acarospora cervina</i> A. Massal. var. <i>cervina</i>		+
<i>Agonimia tristicula</i> (Nyl.) Zahlbr.	1	
<i>Bacidina arnoldiana</i> (Körb.) V. Wirth & Vězda	1	2
<i>Baeomyces rufus</i> (Hudson) Rebent.	1	
<i>Bagliettoa calciseda</i> (DC.) Gueidan & Cl. Roux		+
<i>Bilimbia sabuletorum</i> (Schreb.) Arnold	1	+
<i>Caloplaca aurantia</i> (Pers.) Hellb.	3	+
<i>Caloplaca chrysojeta</i> (Vain. ex Räsänen) Dombr.	2	
<i>Caloplaca cirrochroa</i> (Ach.) Th. Fr.	2	+
<i>Caloplaca citrina</i> (Hoffm.) Th. Fr.		+
<i>Caloplaca decipiens</i> (Arnold) Blomb. & Forsell	1	+

Tab. 1: Fortsetzung	KZO-und WW-Punkte	Gefähr-
Flechtenart	Anzahl	außerhalb dungsstatus
<i>Caloplaca holocarpa</i> (Hoffm.) A. E. Wade		+
<i>Caloplaca proteus</i> Poelt		+
<i>Caloplaca pseudofulgensia</i> Gaya & Nav.-Ros.		+ 2
<i>Caloplaca saxicola</i> (Hoffm.) Nordin	1	+
<i>Caloplaca teicholyta</i> (Ach.) J. Steiner		+
<i>Caloplaca velana</i> (A. Massal.) Du Rietz		+
<i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.	1	+
<i>Circinaria calcarea</i> (L.) A. Nordin, S. Savić & Tibell	1	
<i>Circinaria contorta</i> (Hoffm.) A. Nordin	2	+
<i>Collema auriforme</i> (With.) Coppins & J. R. Laundon	1	+
<i>Collema cristatum</i> (L.) F. H. Wigg.		+
<i>Collema fuscovirens</i> (With.) J. R. Laundon		+
<i>Diplotomma hedinii</i> (H. Magn.) P. Clerc & Cl. Roux	1	
<i>Gyalecta jenensis</i> (Batsch) Zahlbr.	1	
<i>Lecanora campestris</i> (Schaer.) Hue	1	
<i>Lecanora crenulata</i> Hook.		+
<i>Lecanora dispersa</i> (Pers.) Sommerf.		+
<i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach. var. <i>hagenii</i>		+
<i>Lecanora muralis</i> (Schreb.) Rabenh.	1	+
<i>Lecanora polytropa</i> (Ehrh. ex Hoffm.) Rabenh.		+
<i>Lecidella stigmatea</i> (Ach.) Hertel & Leuckert	1	
<i>Leptogium lichenooides</i> (L.) Zahlbr.	1	
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Harm.) Moberg		+
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg		+
<i>Placynthium nigrum</i> (Huds.) Gray	1	+
<i>Porpidia crustulata</i> (Ach.) Hertel & Knoph	1	
<i>Protoblastenia incrustans</i> (DC.) J. Steiner	1	
<i>Protoblastenia rupestris</i> (Scop.) J. Steiner	2	+
<i>Sarcogyne regularis</i> Körb.		+
<i>Squamarina cartilaginea</i> (With.) P. James		+ 3b
<i>Trapelia coarctata</i> (Turner ex. Sm.) M. Choisy	1	+
<i>Trapelia glebulosa</i> (Sm.) J. R. Laundon	1	
<i>Trapelia placodioides</i> Coppins & P. James	3	+
<i>Verrucaria amylacea</i> (A. Massal.) Jatta		+
<i>Verrucaria muralis</i> Ach.	2	
<i>Verrucaria murina</i> Leight.		+
<i>Verrucaria nigrescens</i> Pers.	3	

von Regenabfluss-Streifen an den Baumstämmen waren allerdings in den meisten Untersuchungsflächen sowohl der Flechten- als auch der Algenbewuchs stark geschädigt bzw. fehlte er an diesen Flächen vollständig. An den Untersuchungspunkten mit 1-3 Arten aber auch an 4 Arten und darüber waren viele Makrolichenen nur mit deutlichen Anzeichen von Schädigungen vorhanden (siehe vorhergehender Absatz).

Den besten Entwicklungszustand zeigten die epiphytischen Flechten auf Bäumen, deren Borke über eine höhere Pufferkapazität verfügt, wie z. B. *Fraxinus excelsior*, Arten der Gattungen *Quercus* und *Acer*. Auf Bäumen mit sauer reagierender Borke und geringer Pufferkapazität – *Picea abies*, Arten der Gattungen *Pinus*, *Prunus*, *Betula*, *Fagus* etc. – kamen kaum Flechten vor. Sehr selten waren auf ihnen acidophytische Arten aus den Gattungen *Hypogymnia*, *Pseudevernia* und *Ramalina* zu finden, die nur als vereinzelt wachsende Thalli mit äußerst geringer Abundanz auftraten. Unter den Makrolichenen dominierten in den KZO-Punkten nitrophytische bis nitrophile Arten aus den Gattungen *Xanthoria*, *Physcia*, *Phaeophyscia*, *Physconia* und *Melanohalea*. Diese Arten erreichten auf den Oberseiten der auf dem Boden liegenden Kronenäste von Laubbäumen einen hohen Deckungsgrad.

Für das Untersuchungsgebiet charakteristische Flechten

Phlyctis argena (Abb. 1) ist die häufigste epiphytische Flechte. Ihr Thallus bildet auf dem Substrat eine dünne, weißlich bis hellgrau gefärbte Kruste, die unregelmäßig sorediös aufbricht. Mit Kalilauge färbt sie sich blutrot. Sie wächst vor allem am Stamm auf dem Periderm von Buchen, Hainbuchen und auf der Borke von Nadel- und Laubbäumen. Sie ist eine euryöke Art, die vom schattigen Waldesinneren bis hin zu sonnenexponierten Einzelbäumen zu wachsen imstande ist.



Abb. 1: *Phlyctis argena* ist die häufigste epiphytische Flechte im Gebiet.

Parmelia sulcata (Abb. 2) bevorzugt als Wuchsort die Borke von Laubbäumen, selten wächst sie auf Gestein im Kronendach von Laubbäumen und auf leicht gedüngten Seitenästen von Nadelbäumen. *Parmelia sulcata* ist an dem engmaschigen Netz von Pseudocyphellen, das als weiße Linien auf der Oberseite der Loben sichtbar ist, leicht erkennbar. Der Thallus bricht an den Pseudocyphellen und an den Lappenrändern zu strichförmigen, staubigen Soralen auf und erreicht Durchmesser bis zu 5 cm. *Parmelia sulcata* ist gegenüber dem Einfluss von sauer reagierenden Abgasen empfindlich und stirbt vom Zentrum her ab, was sich in einer Verfärbung (Rotfärbung bis Ausbleichen) der Thalli äußert. Dies ist in Abb. 3, die einen toten Thallus von dieser Flechte zeigt, klar sichtbar.

Der Thallus von *Anaptychia ciliaris* („Wimpernflechte“, Abb. 4) ist blatt- bis leicht strauchförmig. Charakteristisch sind die langen und schmalen Loben, die an den Rändern lang bewimpert sind und dem Substrat nur locker anliegen. Die



Abb.2: *Parmelia sulcata* bevorzugt als Wuchsort die Borke von Laubbäumen.



Abb.3: Toter Thallus von *Parmelia sulcata*.

Oberseite der dorsiventralen Loben ist grau bis bräunlich, die Unterseite blass bis schwärzlich gefärbt. Die Fruchtkörper (Apothecien) sind kurz gestielt, mit einem grauen Thallusrand versehen, ihr Hymenium ist braun gefärbt. Sie wächst auf alten, zumeist freistehenden Laubbäumen auf rissiger, mineralreicher Borke, zuweilen auf den Seitenästen von alten Exemplaren der Gattung *Quercus*. Früher war sie im gesamten Mitteleuropa häufig, heute gehört sie zu den großen Seltenheiten der Flechtenflora und ist großflächig bereits ausgestorben.

Unter den Strauchflechten ist *Ramalina pollinaria* (Abb.5) gelegentlich auf dem Stamm von Laubbäumen (Gattungen *Quercus*, *Acer* und *Fraxinus*) anzutreffen. Die strauchig gedrängt wachsenden Lappen sind von end- und flächenständigen Soralen bedeckt, die dicht verzweigten Lappen können bis zu 3 mm breit werden.

Auch diese Flechte ist in den letzten Jahrzehnten seltener geworden. Die braun gefärbten Loben deuten auf den Einfluss von Luftverunreinigungen hin.

Punctelia jeckeri (Abb.6) ist eine Blatflechte mit grau-grünlich gefärbten, relativ großen Lappen, deren Ränder kraus gewellt sind. Die Lappenränder sind aufsteigend und mit Bortensoralen versehen, auf den Lappen entwickeln sich runde Flecksorale.



Abb.4: *Anaptychia ciliaris* wächst auf alten, zumeist freistehenden Laubbäumen auf rissiger, mineralreicher Borke von alten Exemplaren der Gattung *Quercus*.



Abb.5: *Ramalina pollinaria* besiedelt gelegentlich den Stamm von Laubbäumen, sie ist in den letzten Jahrzehnten selten geworden.

Im Wienerwald ist sie vor allem auf *Quercus* zu finden.

In den feuchteren Tälern des Biosphärenparks Wienerwald sind die Stämme von *Fagus sylvatica* und *Carpinus betulus* dicht mit Krustenflechten überzogen (Abb. 7, 8). *Pyrenula nitida* (Abb. 7) fällt durch ihren olivgrauen bis braunen, krustigen Thallus und die halbkugelig hervorstehenden, braunschwarzen Perithezien auf. Um ihren Thallus herum wächst flächen-



Abb. 6: *Punctelia jeckeri* ist im Wienerwald vor allem auf Eichen zu finden.

deckend *Pertusaria leioplaca* (Abb. 8), die eine Menge von 1,5-2,5 mm dicken Apothecienwarzen entwickelt, in denen zahlreiche, bis zu 80 x 40 µm große Sporen gebildet werden. *Pertusaria leioplaca* gehört zu den häufigsten Krustenflechten im Biosphärenpark Wienerwald. Sie ist an den gewölbten bis halbkugeligen Apothecienwarzen mit der punktförmigen Apothecienöffnung zu erkennen.



Abb. 7: Krustenflechten im Biosphärenpark Wienerwald: *Pyrenula nitida* und *Graphis scripta* (rechts oben mit den Thalli von *P. nitida* geradezu verzahnt).



Abb. 8: *Pertusaria leioplaca* gehört zu den häufigsten Krustenflechten im Biosphärenpark Wienerwald.

Baeomyces rufus („Braune Köpfchenflechte“) bildet ein kleinschuppiges, krustiges Lager mit kurz gestielten Apothecien aus. Im trockenen Zustand ist das Lager graugrünlich, im feuchten (Abb. 9) deutlich grün gefärbt. Sie wächst vor allem auf Böden über Sandstein an Weganrissen, direkt auf bodenliegenden Steinen und auf sauren Lehmböden. Im Wienerwald ist sie in den Sandsteingebieten weit verbreitet, wo sie allerdings nur kleinflächige Thalli entwickelt.

Peltigera horizontalis (Abb. 10) ist eine Cyanobakterienflechte („Blualgenflechte“), was an ihrer dunkel blaugrauen Farbe zu erkennen ist. Ihre horizontal stehenden, braunen Apothecienscheiben sind rundlich. Im gesamten Bereich der nördlichen



Abb.9: *Baeomyces rufus* wächst vor allem auf Böden über Sandstein, direkt auf bodenliegenden Steinen und auf sauren Lehmböden.



Abb.10: *Peltigera horizontalis* ist eine „Blaualgflechte“, was an ihrer dunkel blaugrauen Farbe zu erkennen ist.

Ostalpen (Flyschzone bis zur Stauzone der Kalkhochalpen) sind die großflächig wachsenden Cyanobakterienflechten aus den Gattungen *Peltigera*, *Leptogium*, *Nephroma* und *Sticta* durch den atmosphärischen Eintrag von Stickstoffverbindungen besonders stark gefährdet. Deshalb sollten Bestände dieser Flechtenarten in die höchste Schutzkategorie gestellt werden.

Diskussion

Als eine wichtige Größe wurde auch das Artenspektrum außerhalb der Aufnahmeflächen in den Kernzonen und in Wirtschaftswäldern erfasst, da die ökologischen Verhältnisse (vor allem Strahlung, Licht und Feuchtigkeit) im geschlossenen Bestand einigen Flechtenarten nicht dieselben Lebensmöglichkeiten bieten wie auf offenen Flächen bzw. auf einzeln stehenden Bäumen. Zudem kommen die abweichenden immissionsökologischen Verhältnisse, die in Abhängigkeit vom Relief, der Bestandesdichte und der vorherrschenden Luftströmungen einen sehr unterschiedlichen Einfluss auf das Aufkommen und das Wachstum bzw. auf das Überleben, speziell von epiphytischen Flechten, haben können. Daher war eine größerflächige Aufnahme der Flechtenvegetation bzw. der Flechtenbiodiversität für die vergleichende Beurteilung der lokalen Effekte auf die KZO- und WW-Flächen notwendig.

Das auffälligste Ergebnis der Flechtenuntersuchungen ist die Tatsache, dass es etliche Kernzonen-Punkte (KZO-Punkte) und Wirtschaftswald-Punkte (WW-Punkte) gibt, in denen keine einzige epiphytische Flechte aufgefunden werden konnte.

Viele KZO-Punkte weisen nur wenige Flechtenarten auf und der Deckungsgrad der baumbewohnenden Flechten ist äußerst gering. An den meisten Aufnahmepunkten ist der Bewuchs mit Algen (*Prasiola* sp., *Desmococcus* sp. und *Trentepohlia* sp.) auf den Borken stark ausgebildet (Abb. 11), was auf einen hohen Eintrag von Stickstoffverbindungen hin-



Abb. 11: Flächendeckender Bewuchs mit Algen (*Prasiola* sp. und *Desmococcus* sp.) auf den Borke von Bäumen im Wienerwald.

weist. Diese Stickstoffverbindungen stammen aus lokalen und regionalen Quellen, aus der Metropole Wien sowie aus einem überregionalen Eintrag. Der überregionale Eintrag von Luftschadstoffen aus dem Nordwesten Mitteleuropas an den Rand der Ostalpen wurde in zahlreichen neueren Arbeiten aufgezeigt (z. B. DIRNBÖCK et al. 2007, MAYER et al. 2013a, b, TÜRK et al. 2013). Neben dem dominanten Eintrag aus dem Osten ist aber auch ein überregionaler Eintrag aus dem Nordwesten nicht auszuschließen. Die Stickstoffbelastung des Biosphärenparks Wienerwald aus der Umgebung von Wien wird in diesem Band von ZECHMEISTER et al. (2014) dargestellt.

Auf Bäumen mit sauer reagierender Borke und geringer Pufferkapazität – *Picea abies*, Arten der Gattungen *Pinus*, *Prunus*, *Betula*, *Fagus* etc. – kommen kaum Flechten auf (TÜRK & WIRTH

1975a, b, WIRTH & TÜRK 1975). Sehr selten sind auf ihnen acidophytische Arten aus den Gattungen *Hypogymnia*, *Pseudevernia* und *Ramalina* zu finden, die nur als vereinzelt wachsende Thalli mit äußerst geringer Abundanz auftreten. Unter den Makrolichenen dominieren in den KZO-Punkten nitrophytische bis nitrophile Arten aus den Gattungen *Xanthoria*, *Physcia*, *Phaeophyscia*, *Physconia* und *Melanohalea*, die auf den Oberseiten der Kronenäste von Laubbäumen einen hohen Deckungsgrad erreichen können.

Die meisten baumbewohnenden Arten wachsen im Bereich des Stammgrundes, wo sie einerseits den mit Schadstoffen belasteten Luftströmungen nicht in dem Maße ausgesetzt sind, andererseits über günstigere Feuchtebedingungen verfügen, was die Resistenz gegenüber den schädigenden Einflüssen erhöht.

Das großflächige Fehlen von Band- und Bartflechten deutet auf einen massiven Eintrag von Luftfremdstoffen, die die Flechten schädigen, hin. Die Artenzusammensetzung auf den Seitenästen in den höheren Kronenbereichen (vorwiegend nitrophile bzw. nitrotolerante Arten wie *Xanthoria*-, *Physcia*- und *Phaeophyscia*-Arten) ist auf den Einfluss von pflanzenverfügbaren Stickstoffverbindungen (NO_x , Ammoniak, Ammoniumnitrat) und auf an Aerosole gebundene organische Verbindungen zurückzuführen. Somit erweisen sich die Untersuchungsflächen ohne Flechten, mit

geringer Artenzahl (1 bis 3 Arten) bzw. nur mit Krustenflechten – also ohne das Vorkommen von Makrolichenen – als stark belastet.

Auffällig ist die Tatsache, dass es in den an das Wiener Becken grenzenden Punkten eine Inversionsobergrenze (etwa 460 msm, vgl. Abb. 12) gibt, oberhalb der sich der epiphytische Flechtenbewuchs schlagartig in der Biodiversität und der Abundanz ändert. Hier steigt die Artenzahl sprunghaft an. Unterhalb der Inversionsobergrenze ist auch die Abundanz der Makrolichenen (*Parmelia*-, *Melanelixia*- und *Parmelina*-Arten) gering. Die meisten der hier auftretenden Makrolichenen zeigen allerdings auch deutliche Schädigungsbilder, die durch die Einwirkung wasserlöslicher Derivate von NO_x und Ammonium hervorgerufen werden (siehe Beschreibungen bei TÜRK & ZIEGELBERGER 1982 und Abb. bei TÜRK & PFLÉGER 2007).

Somit ist der Beachtung der lufthygienischen Aspekte bei der Interpretation der Ergebnisse höchste Bedeutung beizumessen. So sollten die Inversionshäufigkeit und die Häufigkeit des Auftretens von Luftströmungen aus dem NE bis SE klimatisch untersucht werden, die mit den Abgasen der angrenzenden Bezirke des Großraumes Wien und der Erdöl verarbeitenden Industrie in Schwechat bzw. Bratislava in Verbindung zu bringen sind.

Die am häufigsten auftretenden Flechtenarten unter den Krustenflechten sind *Phlyctis argena*, *Hypocenomyce scalaris*, *Arthonia radiata* und *Lepraria*-Arten, unter den Blattflechten *Melanelixia glabratula* und *Parmelia sulcata*, die allerdings fast überall im Untersuchungsgebiet alle Anzeichen eines hohen Schädigungsgrades aufweisen.



Abb. 12: Über den Dächern Wiens: gut sichtbare Inversionssituation, welche die Ansammlung von Schadstoffen im Wiener Raum verdeutlicht.

Als äußerst seltene, epiphytische Arten wurden in den Untersuchungsflächen gefunden: *Anaptychia ciliaris*, *Arthonia atra*, *Bacidia subincompta*, *Evernia divaricata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora expallens*, *Lecanora intumescens*, *Lecanora subrugosa*, *Mycobilimbia carneoalbida*, *Naetrocymbe punctiformis*, *Pseudosagedia aenea* und *Ramalina obtusata*. Unter den saxicolen Flechten ist *Bacidina arnoldiana* hervorzuheben.

Damit ist klar, dass die klimatischen Bedingungen für anspruchsvolle und damit seltene Arten (*Anaptychia ciliaris*, *Bacidia subincompta*, *Ramalina obtusata*) durchaus gegeben sind, dass deren Häufigkeit des Auftretens (Abundanz) allerdings von den Immissionen großflächig begrenzt wird.

Bemerkenswert ist die hohe Biodiversität im Bereich des Johannser Kogels. Die klimatischen Bedingungen sind hier für das Flechtenwachstum günstig. Hier treten sogar – wenn auch nur sehr vereinzelt – acidophytische Flechten wie *Hypogymnia physodes* und *Pseudevernia furfuracea* auf (vgl. auch TÜRK & PFLEGER 2009).

106 Arten wurden auf Flächen außerhalb der KZO- und WW-Punkte, wie z. B. Perchtoldsdorf oder Bad Vöslau registriert. Die hier aufgelisteten Flechten geben die zusätzliche potentielle Flechtenflora im gesamten Untersuchungsgebiet wieder.

Von großem Interesse sind Untersuchungsflächen, die infolge der orographischen Situation vor den schädigenden Immissionen teilweise geschützt sind (z. B. Hoher Lindkogel, KZO-Punkt 11079). Hier tritt sogar die äußerst empfindliche Strauchflechte *Evernia divaricata* auf. Ältere Exemplare von Blattflechten (*Parmelia sulcata*, *Melanelixia glabrata*) sind allerdings stark geschädigt. Auf vor Immissionen weitgehend geschützte Bereiche weist das Auftreten von *Flavoparmelia caperata*, *Anaptychia ciliaris* und *Evernia divaricata* hin.

Ein weiterer Schritt für die Interpretation ist das Feststellen der Verbreitungsmuster der aufgefundenen Flechten. Die Verbreitungsmuster lassen in Kombination mit den orographischen Gegebenheiten und den Anströmungsbedingungen von belasteten Luftmassen eine korrelative bzw. kausale Erklärung des schlechten Entwicklungszustandes vieler Makrolichenen zu.

Danksagung

Mein tief empfundener Dank gilt dem Biosphärenpark-Management-Team für die entgegenkommende Hilfestellung bei der Freilandarbeit und für den Informationsaustausch zwischen den einzelnen Arbeitsgruppen. Träger des Projektes war die Biosphärenpark Wienerwald Management GmbH. Das Projekt wurde finanziert aus Eigenmitteln der Biosphärenpark Wienerwald Management GmbH sowie mit Unterstützung von Bund, Ländern Niederösterreich & Wien und der Europäischen Union aus Mitteln des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums

2007-2013 (ELER). Finanzielle Unterstützung erfolgte außerdem von Seiten der Niederösterreichischen Landesregierung – Abteilung Raumordnung und Regionalpolitik (RU2), der Magistratsabteilung 49 – Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien (MA49) sowie der Österreichischen Bundesforste AG. Ohne das zuvorkommende Entgegenkommen der Grundbesitzer wäre das Betreten der Untersuchungsflächen kaum möglich gewesen. Ihnen sei vielmals gedankt.

Literatur

- BECK, G. (1884): II. Theil. Flora des Gebietes. – In: M.A BECKER (Hrsg.), *Hernstein in Niederösterreich*, Bd. 2: I-III, 177-464, Wien
- DIRNBÖCK, T., MIRTIL, M., DULLINGER, S., GRABNER, M.-T., HOCHRATHNER, P., HÜLBER, K., KARRER, G., KLEINBAUERN, I., MAYER, W., PERTERSEIL, J., PFEFFERKORN-DELLALI, V., REIMOSER, F., REIMOSER, S., TÜRK, R., WILLNER, W., ZECHMEISTER, H. (2007): Effects of nitrogen and sulphur deposition on forests and forest diversity. Austrian Integrated Monitoring Zöbelboden. – Umweltbundesamt Report Rep-0077, Umweltbundesamt: Wien 60 pp.
- DROZDOWSKI, I., STAUDINGER, M., BRENNER, H., MRKVICKA, A. (2014): Beweissicherung und Biodiversitätsmonitoring in den Kernzonen des Biosphärenparks Wienerwald - Einführung und Methodik – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 25: 89-136
- ETTL, H. & GÄRTNER, G. (1995): *Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen*. – G. Fischer: Stuttgart, 721 pp.
- HEUFLER, L.R. (1856): Zwei kleine Beiträge zur Lichenen-Flora der Gegend von Wien. – *Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins in Wien* 6: 225-228
- HIBSCH, J.E. (1879): Die Strauchflechten Niederösterreichs. – *Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 28: 407-422
- HOLZINGER, J.B. (1863): Beitrag zur Lichenen-Flora Nieder-Oesterreichs. – *Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 13: 1003-1008
- KIRSCHBAUM, U. & WIRTH, V. (2010): Flechten erkennen - Umwelt bewerten. – Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Wiesbaden, 204 pp.
- LOJKA, H. (1868): Kleine Beiträge zur Lichenenflora Nieder-Oesterreichs. I. Flechten der Brühl. – *Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 18: 517-520.
- MAYER, W., PFEFFERKORN-DELLALI, V., TÜRK, R., DULLINGER, S., MIRTIL, M., DIRNBÖCK, T. (2013a): Significant decrease in epiphytic lichen diversity in a remote area in the European Alps, Austria. – *Basic and Applied Ecology* 14: 396-403
- MAYER, W., GRUBER, J., TÜRK, R. (2013b): Epiphytische Flechtengesellschaften im Nationalpark Kalkalpen, Oberösterreich, Österreich. – *Stapfia* 98: 1-79
- POELT, J. (1969): *Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten*. – J. Cramer: Lehre, 757 pp.
- POELT, J. & MAYRHOFFER, H. (1985): Die Flechtenflora der Mödlinger Klause einst und jetzt (Niederösterreich). – *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 98: 385-392
- REICHARDT, H.W. (1866): Lichenologische Notiz. – *Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 16: 494-495
- SAUBERER, A. (1951): Die Verteilung rindenbewohnender Flechten in Wien, ein bioklimatisches Großstadtproblem. – *Wetter und Leben* 3: 116-121
- TÜRK, R. & HAFELLNER, J. (1999): Rote Liste gefährdeter Flechten (Lichenes) in Österreich. 2. Fassung.

- In: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs, Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie 10: 187-228
- TÜRK, R. & HAFELLNER, J. (2010): Nachtrag zur Bibliographie der Flechten in Österreich. – *Biosystematics and Ecology Series* (Wien) 27: 1-381
- TÜRK, R. & MAIER, R. (2007): Die Flechtendiversität am Bisamberg bei Wien. – *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich* 144: 83-91
- TÜRK, R. & MAIER, R. (2011): Flechten. – In: H. Wiesbauer, H. Zettel, M.A. Fischer, R. Maier (Hrsg.), *Der Bisamberg und die Alten Schanzen. - Vielfalt am Rande der Großstadt Wien, 91-94*, Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz: St. Pölten
- TÜRK, R. & PFLEGER, H. S. (2007): Das stumme Siechtum der Flechten. – *Natur und Land* 93(6): 22-26
- TÜRK, R. & PFLEGER, H. S. (2009): Die Flechtenflora am Johannser Kogel im Lainzer Tiergarten und in den Steinhofgründen (Wien, Österreich). – *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich* 145: 83-95
- TÜRK, R. & PFLEGER, H. S. (2011): Flechten in Wien - gestresste Lebenskünstler. – In: R. Berger, F. Ehrendorfer (Hrsg.), *Ökosystem Wien. Die Naturgeschichte Wiens*, 66-68, Wien: Böhlau.
- TÜRK, R. & PFLEGER, H. S. (2012a): Flechten. – In: *Natur in Pfaffstätten. Ergebnisse zum Tag der Artenvielfalt 2009*, 27-28, 61, Biosphärenpark Wienerwald Management GmbH: Tullnerbach
- TÜRK, R. & PFLEGER, H. S. (2012b): Flechten. – In: *Natur in Mauer, Rodaun und Kalksburg. Ergebnisse zum Tag der Artenvielfalt 2010*, 26-27, 61-62, Biosphärenpark Wienerwald Management GmbH: Tullnerbach
- TÜRK, R. & WIRTH, V. (1975a): Der Einfluß des Wasserzustandes und des pH-Wertes auf die SO₂-Schädigung von Flechten. – *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, Erlangen 1974: 167-172
- TÜRK, R. & WIRTH, V. (1975b): The pH dependence of SO₂-damage to lichens. – *Oecologia* 19: 285-291
- TÜRK, R. & ZIEGELBERGER, G. 1982: Die Luftqualität von Salzburg - dargestellt anhand der Verbreitung epiphytischer Flechten. – *Schriftenreihe Luftgüteuntersuchung* (Salzburg) 7: 78-141
- TÜRK, R., BREUSS, O., ÜBLAGGER, J. (1998): Die Flechten im Bundesland Niederösterreich. – *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum* 11: 7-313
- TÜRK, R., PFLEGER H. S., HAMETNER, CH. (2013): Die Flechten im Gemeindegebiet von Neumarkt am Wallersee - ihre Bedeutung als Indikatoren für Hemerobie und Luftqualität. – *Sauteria* 20: 31-47
- WIRTH, V. & TÜRK, R. (1975): Über die SO₂-Resistenz von Flechten und die mit ihr interferierenden Faktoren. – *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, Erlangen 1974: 173-179
- WIRTH, V., HAUCK, M., SCHULTZ, M. (2013): *Die Flechten Deutschlands*. – Eugen Ulmer: Stuttgart, 1244 pp.
- ZAHLEBRUCKNER, A. (1886-1927): Beiträge zur Flechtenflora Niederösterreichs. I-VIII. – *Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 36: 47-52, 38: 661-667, 40: 279-290, 41: 769-784, 48: 349-370, 52: 257-270, 68: 1-35, 76: 76-101
- ZAHLEBRUCKNER, A. (1900): Bericht der Commission für die Flora von Deutschland 1896-98. IX. Flechten. – *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 18: 132-142
- ZECHMEISTER, H. G., TÜRK, R., KROPIK, M. (2014): Atmosphärische Stickstoffdepositionen im Gebiet des Biosphärenparks Wienerwald. – *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum* 25: 237-248

Anschrift des Verfassers:

Roman Türk (roman.tuerk@sbg.ac.at), Universität Salzburg, Fachbereich Organismische Biologie, Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg