Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung
UB Universitäts Bibliothek Frankfurt am Main
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Mitteilungen der Pollichia

Die Flechten der Gemarkung Bad Dürkheim im Wandel der Zeit und ihrer Beziehung zu aktuellen Umweltthemen

John, Volker
Zarabska, Daria

2007

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-127183

Visual Library

ISSN 0341-9665 (Druckausgabe)
ISSN 1866-9891 (CD-ROM)

Mitt. POLLICHIA	**93**	15 – 40	30 Abb.	6 Tab.	Bad Dürkheim 2007
					ISSN 0341-9665

Volker **JOHN** & Daria **ZARABSKA**

Die Flechten der Gemarkung Bad Dürkheim im Wandel der Zeit und ihrer Beziehung zu aktuellen Umweltthemen

Kurzfassung

JOHN, V. & ZARABSKA, Daria (2007): Die Flechten der Gemarkung Bad Dürkheim im Wandel der Zeit und ihrer Beziehung zu aktuellen Umweltthemen.— Mitt. POLLICHIA, **93**: 15 – 40 , 30 Abb., 6 Tab., Bad Dürkheim.

Die Veränderung der Flechtenflora und -vegetation in einer fast zweihundertjährigen Periode wird am Beispiel der Stadt Bad Dürkheim dargestellt. In dem rund 100 km^2 großen, reich strukturierten Gelände mit Weinbergen, Offenland, exponierten Sandstein- und Kalkfelsen, Wald und dem Stadtgebiet selbst, konnten im Laufe der Zeit 312 Flechtenarten nachgewiesen werden. Davon sind zwölf Arten heute verschollen, vier Arten konnten nach mehr als 100 Jahren wiedergefunden werden und neun Arten wurden nach 2000 erstmals für Rheinland-Pfalz nachgewiesen. Die Auswirkungen von Schwefeldioxid, Stickstoffverbindungen und der Klimaverschiebung lassen sich an der aktuellen Flechtenvegetation ablesen. Interpretation der Zeigerwerte der gefundenen Flechten und deren Verbreitung, sowie die Einstufung der Arten in der Roten-Liste der Flechten erlauben naturschutzrelevante Rückschlüsse auf die Standorte. Der aktuelle Trend mit einem Rückgang der sauren Immissionen und einer Zunahme der Wirkung von Stickstoffverbindungen bei gleichzeitiger Erwärmung wird bestätigt.

Abstract

JOHN, V. & ZARABSKA, Daria (2007): Die Flechten der Gemarkung Bad Dürkheim im Wandel der Zeit und ihrer Beziehung zu aktuellen Umweltthemen
[The lichens of the district of Bad Dürkheim in alteration of time and their relation to actual environmental topics].— Mitt. POLLICHIA, **93**: 15 – 40 , 30 Abb., 6 Tab., Bad Duerkheim.

Changes of the lichen flora and vegetation in a period of nearly two hundred years is documented for the town of Bad Dürkheim. In an area of about 100 km^2 richly structured by wineyards, open areas, exposed rocks of sandstone and limestone, woods and the city itself, in this space of time 312 species of lichens could be detected. Twelve of these species nowadays are extinct, four species were rediscovered after more than 100 years and nine species found after 2000 are new to Rheinland-Pfalz. The influences of sulphur dioxide, nitrogene compounds and climate change may be evaluated by the actual lichen composition. Interpretation of the indicator values of the lichens and their distribution in the area, as well as the classification in the Red Data Book of lichens allow conclusions with relevance to environmental protection on the different sites. The modern trend, showing a decrease of acid immissions and an increase of the effects of nitrogene compounds, going contemporary with warming are confirmed.

Résumé

JOHN, V. & ZARABSKA, Daria (2007): Die Flechten der Gemarkung Bad Dürkheim im Wandel der Zeit und ihrer Beziehung zu aktuellen Umweltthemen
[Les lichens de l'arrondissement de Bad Dürkheim au changement du temps et leur relation aux thèmes d'actualité de l'environnement].— Mitt. POLLICHIA, **93**: 15 – 40 , 30 Abb., 6 Tab., Bad Durkheim

La modification de la flore et de la végétation lichénique dans une période de presque deux cents ans est présentée à l'exemple de la ville de Bad Dürkheim. 312 espèces de lichen ont été découvertes au cours du temps sur un terrain bien structuré d'environ 100 km^2 avec des vignobles, des espaces ouverts, des rochers de grès et de chaux, de la forêt et de la ville elle même. Parmi elles, douze espèces ont disparu aujourd'hui, quatre espèces ont été retrouvées plus de cent années plus tard, et neuf espèces ont été trouvées après l'an 2000 pour la première fois en Rhénanie-Palatinat. Les effets de l'immission du dioxide de soufre, des combinaisons de nitrogène et du changement climatique sont visibles sur la végétation lichénique. L'interprétation des valeurs indicatrices des lichens trouvés et leur répartition ainsi que la classification dans la Liste Rouge des lichens permettent des conclusions sur le site, conclusions qui se réfèrent à la protection de la nature du site. Les tendances actuelles, réduction des immissions acidiques, augmentation des effets des combinaisons de nitrogène avec échauffement simultané ont été confirmées.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

1 Einleitung

Die Flechtenforschung hat in Bad Dürkheim eine Tradition, die fast zwei Jahrhunderte zurückreicht (HEPP, 1844, KOCH 1856, WÜRSCHMITT 1844). Mit der Gründung der POLLICHIA und damit der naturkundlichen Sammlungen im Jahr 1840 haben die ersten Belege von Flechten aus Bad Dürkheim eine Bleibe gefunden (JOHN 2002). Es folgte ein stetiger Zuwachs, jedoch mit periodisch sich ändernder Intensität. In jüngerer Zeit waren kleinere Bereiche des Untersuchungsgebietes schließlich auch in speziell flechtenkundlich ausgerichtete Untersuchungen einbezogen worden (JOHN 1984, 1990, 1996, 1997, 2003, JUNG 1992, BICKER 2004). In diesen langen Zeitraum fallen entscheidende kultur- und umweltrelevante Ereignisse mit einschneidender Auswirkung auf die Flechtenflora und -vegetation. Anhand einfacher floristischer Erhebungen (WETMORE 1988) und der Artenzusammensetzung (WIRTH 1988) lassen sich Einfluss von Schwefeldioxid, Einsatz von Pestiziden, Stickstoffimmissionen und Klimaverschiebung mittels Flechten nachweisen. Wie Umweltveränderungen zu einem Wandel der Flechtenflora führen können, soll nachfolgend beispielhaft dokumentiert werden.

2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Rheinebene über die Haardt in den Pfälzerwald. Bad Dürkheim hat Anteil an neun Messtischblatt-Quadranten (TK 25): 6414/4, 6415/3, 6513/2, 6513/4, 6514/1, 6514/2, 6514/3, 6514/4 und 6515/1 (Abb. 1).

Der niedrigste Punkt liegt im Dürkheimer Bruch an der Isenach nahe Höhenpunkt 99,9 m. Der höchste Punkt befindet sich mit Höhenpunkt 570,8 m auf dem Drachenfels. Der Isenachweiher hat eine Höhenlage von 226 m. Die Niederschläge liegen zwischen 550 mm in der Rheinebene und 850 mm auf den Höhen im Pfälzerwald.

Im Untersuchungsgebiet liegen herausragende Lokalitäten, die auch einen hohen kulturhistorischen Rang belegen, zum Beispiel die Klosterruine Limburg, die Burgruine Hardenburg, der Keltische Ringwall Heidenmauer. Rahnfels, Drachenfels, Teufelsstein, Rabenfels, Katzenstein sind die wichtigsten exponierten Sandsteinfelsen. Auch kleinere Wasserflächen (z.B. Isenachweiher, Herzogweiher) und Bachläufe (z.B. Stütertal, Kirschtal) beleben die Standortsvielfalt. Bedingt durch die Topographie hat sich an den verschiedenen Standorten ein zum Teil gegensätzliches Mesoklima ausgebildet. Hierüber geben unter anderem die Zeigerwerte Auskunft. Eine herausragende Stellung nehmen auch die Friedhöfe ein (s. 4.3.2).

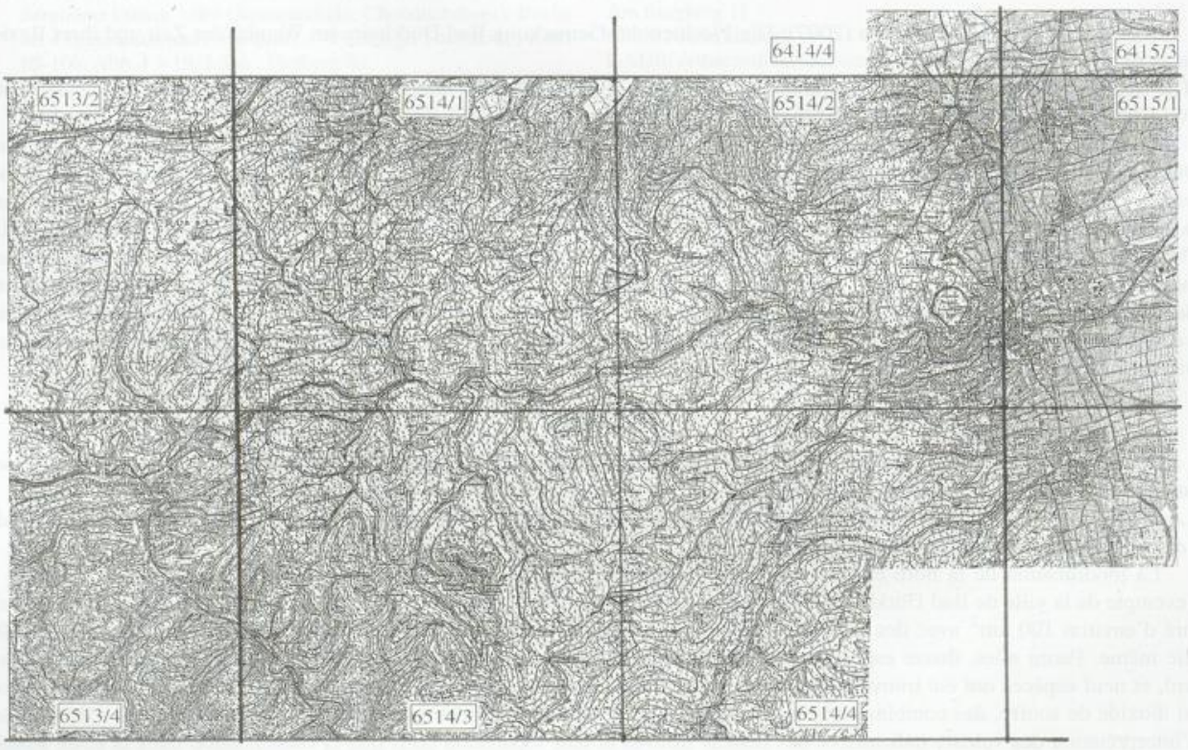


Abb. 1: Übersicht über die Lage des Untersuchungsgebietes und Topographie.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 1: Flächennutzung in der Gemarkung Bad Dürkheim

	in ha	in %
Waldflächen	7796	75,9
Landwirtschaftsflächen	1492	14,5
Wasserflächen	45	0,4
Gebäude-, Frei-, Verkehrsflächen	788	7,7
Sonstige Flächen	144	1,5
Gesamtfläche	10265	100

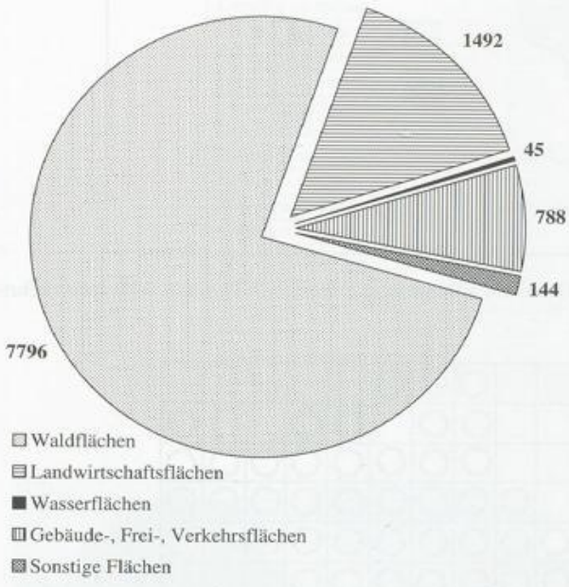


Abb. 2: Verteilung der Gesamtfläche auf die Nutzungsformen.

3 Material und Methoden

Die Datengrundlage ergibt sich aus historischen Belegen, Literaturauswertung und aktueller Geländearbeit. Die historischen Herbarbelege befinden sich fast ausschließlich in den Sammlungen der POLLICHIA im Pfalzmuseum für Naturkunde, Bad Dürkheim (POLL). Nur vereinzelte Proben sind, meist als Dubletten, im Botanischen Institut der Universität Hamburg (HBG) hinterlegt. Die aktuellen Nachweise wurden punktgenau erhoben und lassen sich so durch Übertragung in Raster auf der Basis von Messtischblättern für die landesweite und die bundesweite Kartierung der Flechten verwenden. Auf dieses Raster wird bei der Darstellung der überregionalen Verbreitung einiger Arten zurückgegriffen (Abb. 6, 15, 24). Die Darstellung der Fundzeiträume erfolgt in 4 Stufen:

• vor 1900, ● 1901-1950, ● 1951-2000, ● nach 2000.

Für die großmaßstäbliche Darstellung der Verbreitung wird das UTM-Gitter zugrunde gelegt. Dadurch können die Daten direkt in das Kartierungsraster für die Flechten im Biosphärenreservat Pfälzerwald / Nordvogesen übernommen werden. Dieses Gitter hat sich gegenüber den ansonsten in Frankreich und Deutschland unterschiedlich gehandhabten Rastern bei der grenzübergreifenden Darstellung bewährt (JOHN 1996).

Für die Bestimmung der Flechten wurden die in der Lichenologie üblichen Hilfsmittel (Testreagenzien, UV-Leuchte, optische Geräte) benutzt.

Dem allgemeinen Trend folgend, wurden einige flechtenbewohnende oder nicht lichenisierte Pilze mit berücksichtigt, die systematisch oder ökologisch eine große Nähe zu den Flechten aufweisen. Auf das Einsammeln von Belegen wurde weitestgehend verzichtet. Einige unverzichtbare Proben sind hinterlegt in POLL oder im Herbarium Zarabska. Auf die Autorennamen wurde im Text verzichtet. Diese können in der umfassenden Zusammenstellung in Tabelle 6 nachgelesen werden; sie folgen BRUMMIT & POWELL (1992).

4 Ergebnisse

4.1 Historische Nachweise

4.1.1 Zeitraum bis 1900

Pionier der Lichenologie in der Pfalz, und speziell in Bad Dürkheim, war Philipp Hepp (1797-1867), bevor er aus politischen Gründen nach Zürich flüchten musste, wo er als Lichenologe Berühmtheit erlangte. Seine Weggefährten in der Flechtenkunde waren damals in der Pfalz Gottlieb Wilhelm Bischoff (1797-1854), Georg Friedrich Koch (1808-1874) und Friedrich Sauerbrod (s. Abb. 5, S. 19; Tab. 2, S. 19).

4.1.2 Zeitraum von 1901 bis 1950

Etwa ein Jahrhundert später folgten Eugen Müller (Kaiserslautern) und Walter Voigtländer-Tetzner (Ludwigshafen), die Funde aus Bad Dürkheim publizierten (MÜLLER 1953, VOIGTLÄNDER-TETZNER 1937) und dazu gehörige Belege in den Sammlungen der POLLICHIA in Bad Dürkheim (POLL) hinterlegten (JOHN 1985). Einige wenige Belege stammen von David Wiemann (1885-1948) (s. Tab. 3, S. 20).

4.1.3 Zeitraum von 1951 bis 2000

Herbarbelege aus Bad Dürkheim, den Zeitraum 1951 bis 2000 betreffend, gibt es von Helga Erhardt (Neustadt), Dirk Hofreuter (Bad Dürkheim), Volker John (Bad Dürkheim), Walter Lang (Erpolzheim) und Hermann Lauer (Kaiserslautern). Veröffentlichte Daten finden sich bei BIEHLER (1984), HOFREUTER (1988) und JOHN (1996). Die von MÜLLER (1952, 1953, 1954) publizierten Funde betreffen den vorangegangenen Zeitraum oder Fundorte außerhalb des Bearbeitungsgebietes (s. Tab. 4, S. 21).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

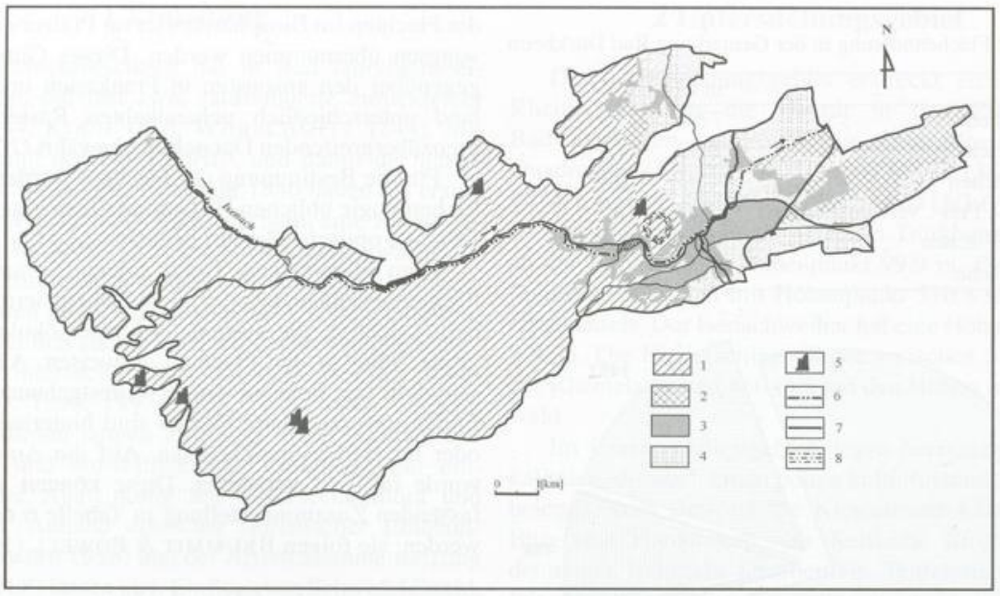


Abb. 3: Lage und Verteilung der Nutzung: 1 Wald, 2 Wiesen, 3 Gebäude, 4 Weinberge, 5 Felsen, 6 Isenach, 7 Hauptverkehrswege, 8 Ringwall.

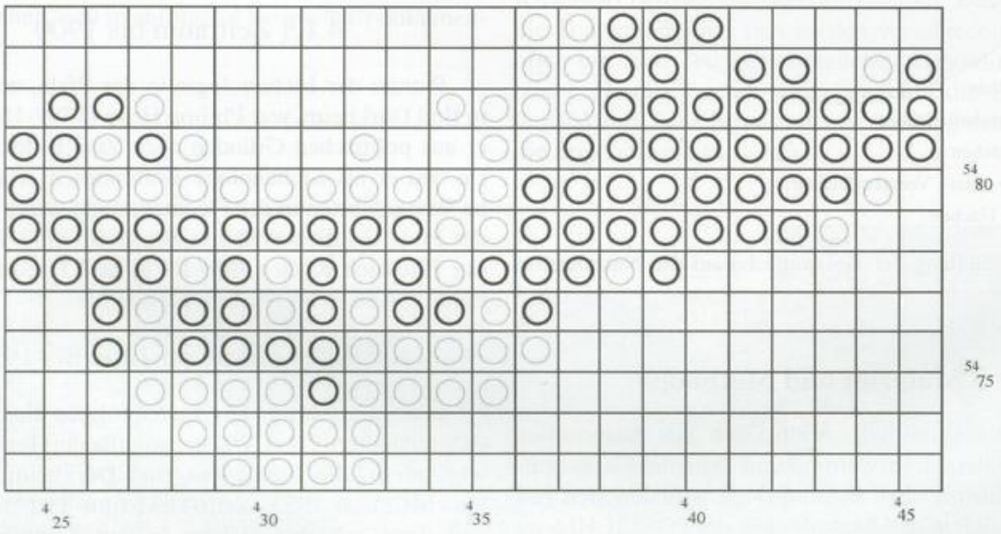


Abb. 4: ○ = das Untersuchungsgebiet im 1 km x 1 km UTM-Gitter. Es wurden alle Rasterflächen mit Bad Dürkheimer Gebietsanteil berücksichtigt, sei dieser auch noch so klein. ○ = Rasterfelder, aus denen Meldungen über Flechtenvorkommen vorliegen.

4.2 Erstfunde, Wiederfunde und Verluste

Einige Flechten hatten in Bad Dürkheim ihren ersten Nachweis für Rheinland-Pfalz, zum Teil sogar den bisher einzigen Fundort in Rheinland-Pfalz. Bereinigt um die zwölf verschollenen Arten ergibt sich eine Dichte von 2,9 Arten pro km^2; für Rheinland-Pfalz liegt dieser Wert bei 0,05 Arten pro km^2 und für Deutschland bei 0,007. Zwischen 1837 und 2007 wurden insgesamt 32 Flechten im Untersuchungsgebiet erstmals für Rheinland-Pfalz nachgewiesen. Davon 17 Arten vor 1900, sechs Arten zwischen 1901 und 2000 und neun Arten ab 2001. Einen eindeutigen Trend zu einer stetigen Zunahme kann man daraus aber ebenso wenig ableiten wie eine kontinuierliche Abnahme in dem betreffenden Zeitraum. So konnten vier Arten, die über ein Jahrhundert verschollen waren, wiedergefunden werden, und von den aktuell nicht mehr nachgewiesenen Arten sind auch solche betroffen, die Mitte bzw. Ende des vergangenen Jahrhunderts noch belegt worden sind.

4.2.1 Erstfunde für Rheinland-Pfalz

Hier sind - bis auf zwei Arten - alle Funde aus Tabelle 2 zu nennen: *Bryoria fuscescens*, *Cladonia coc-*

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 2: Liste der in POLL belegten Arten aus dem Untersuchungsgebiet und der jeweiligen Sammler für den Zeitraum vor 1900

Flechtenart	Sammler	Funddatum	Fundort
Bryoria fuscescens	F. Sauerbrod	01.04.36	Runenfels bei Dürkheim
Cladonia coccifera	F. Sauerbrod	01.04.36	Ringmauer bei Dürkheim
Cladonia mitis	G. F. Koch	11.12.40	Felsen Kloster Limburg
Cladonia pleurota	G. F. Koch	11.12.40	Felsen Kloster Limburg
Cladonia pleurota	G. F. Koch	01.04.36	Ringmauer
Cladonia verticillata	Bischoff	1840	Wälder bei Dürkheim
Hyperphyscia adglutinata	G. F. Koch	01.03.54	Dürkheim
Lasallia pustulata	G. F. Koch	01.04.40	Teufelstein, Drachenfelsen
Lasallia pustulata	F. Sauerbrod	1837	Teufelstein bei Dürkheim
Lecania cyrtella	G. F. Koch	Herbst 1854	Baumrinde bei Dürkheim
Lecanora chlarotera	G. F. Koch	01.03.54	Dürkheim
Lecanora subcarpinea	G. F. Koch	14.04.54	Limburg
Lecidella achristotera	G. F. Koch	03.02.54	Seebach
Lobaria scrobiculata	G. F. Koch	1855	Bei Dürkheim
Parmelia saxatilis	G. F. Koch	01.11.40	Ringmauer, Teufelstein, Limburg
Parmelia sulcata	G. F. Koch	01.11.40	Felsen Kloster Limburg
Peltigera venosa	F. Sauerbrod	01.03.37	Hardenburger Schloss
Umbilicaria grisea	G. F. Koch	16.07.50	Felsen Drachenfels
Umbilicaria polyphylla	G. F. Koch	01.12.40	Fels Teufelstein
Umbilicaria polyrrhiza	G. F. Koch	01.12.43	Fels Teufelstein
Umbilicaria polyrrhiza	F. Sauerbrod	01.03.37	Dürkheim
Xanthoparmelia conspersa	G. F. Koch	01.11.40	Teufelstein
Xanthoparmelia conspersa	G. F. Koch	01.12.43	Felsen der Ringmauer
Xanthoparmelia conspersa	F. Sauerbrod	1837	Teufelstein bei Dürkheim

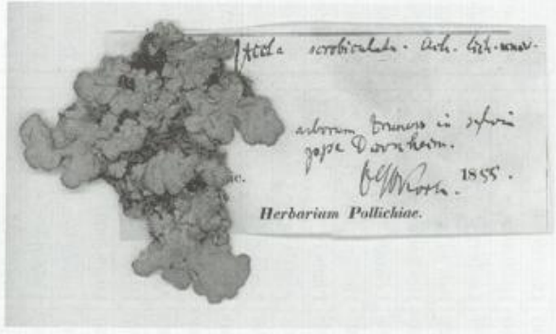


Abb. 5: Herbarbeleg von *Lobarina scrobiculata* in POLL, 1855 von Dr. Koch an „arborum truncis in sylvia prope Dürkheim" [Baumstämme im Wald bei Dürkheim] gesammelt.

cifera, *C. mitis*, *C. pleurota*, *C. verticillata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lasallia pustulata*, *Lecania cyrtella*, *Lecanora chlarotera*, *L. subcarpinea*, *Lecidella achristotera*, *Parmelia sulcata*, *Peltigera venosa*, *Umbilicaria grisea*, *U. polyphylla*, *U. polyrrhiza* und *Xanthoparmelia conspersa*. Aus Tabelle 3 sind weitere sechs Arten zu ergänzen: *Candelariella coralliza*, *Cetrelia cetrarioides*, *Cladonia cervicornis*, *C. scabriuscula*, *Lepraria caesioalba* und *Verrucaria calciseda*.

Bacidina chloroticola hatte seinen ersten Nachweis in Rheinland-Pfalz 2002 auf einem Apfelbaum bei der Altenbach in Bad Dürkheim (V. John).

Bacidina delicata hatte seinen bisher einzigen Nachweis in Rheinland-Pfalz 2002 auf dem Feuerberg bei Bad Dürkheim (V. John).

Caloplaca crenulatella hatte seinen ersten Nachweis in Rheinland-Pfalz 2002 an einer Weinbergsmauer beim Flaggenturm (V. John).

Flavoparmelia soredians wurde 2004 erstmals in Rheinland-Pfalz an einem Mandelbaum an der Weinstraße gefunden (V. John).

Gyalecta truncigena wurde im Zuge dieser Arbeit erstmals in Rheinland-Pfalz an Bergahorn bei der Glashütte entdeckt (V. John & D. Zarabska); bisher einziger Nachweis in Rheinland-Pfalz.

Lecania naegelii hatte seinen bisher einzigen Nachweis in Rheinland-Pfalz 2002 im Dürkheimer Bruch auf alter Weide (V. John).

Lecanora compallens wurde im Zuge dieser Arbeit erstmals in Rheinland-Pfalz gefunden (V. John & D. Zarabska).

Placynthiella dasaea hatte seinen ersten Nachweis in Rheinland-Pfalz 2002 im Dürkheimer Bruch auf einer Apfelplantage (V. John).

Stenocybe pullatula hatte seinen Erstnachweis 2004 an Zweigen von Grauerlen am Isenachweiher (V. John).

Mit diesen neun Arten, die nach 2000 entdeckt wurden, ergibt sich eine Gesamtsumme von 32 Flechtenarten, die in Bad Dürkheim ihren Erstnachweis in Rheinland-Pfalz haben.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 3: Liste der in POLL belegten Arten aus dem Untersuchungsgebiet und der Sammler aus dem Zeitraum 1901 bis 1950

Flechtenart	Sammler	Funddatum	Fundort
Acarospora fuscata	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Aspicilia calcarea	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Baeomyces rufus	E. Müller	21.04.1943	oberh. Forsthaus Weilach
Baeomyces rufus	E. Müller	10.05.1941	Isenachquelle
Caloplaca decipiens	E. Müller	14.06.1941	Dürkheim nach Ungstein
Caloplaca saxicola	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Candelariella coralliza	E. Müller	01.06.1940	Teufelstein
Candelariella coralliza	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Cetraria aculeata	W. Voigtländer-Tetzner	24.11.1928	Limburg
Cetrelia cetrarioides	E. Müller	09.06.1940	Weidenthal Drachenfels
Cladonia arbuscula	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Cladonia arbuscula	W. Voigtländer-Tetzner	30.03.1937	Leistadt
Cladonia arbuscula	W. Voigtländer-Tetzner	29.03.1942	Bad Dürkheim
Cladonia cervicornis	W. Voigtländer-Tetzner	09.10.1931	Bad Dürkheim
Cladonia coniocraea	E. Müller	10.05.1941	Obere Isenach
Cladonia crispata	W. Voigtländer-Tetzner	14.10.1936	Limburg
Cladonia crispata	W. Voigtländer-Tetzner	19.12.1936	Leistadt
Cladonia fimbriata	W. Voigtländer-Tetzner	19.12.1936	Leistadt
Cladonia foliacea	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Cladonia furcata	E. Müller	09.06.1940	Drachenfels
Cladonia gracilis	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Cladonia gracilis	W. Voigtländer-Tetzner	01.04.1933	Limburg
Cladonia macilenta	E. Müller	10.05.1941	Fels an Isenachecke
Cladonia mitis	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Cladonia mitis	W. Voigtländer-Tetzner	30.03.1937	Leistadt
Cladonia pleurota	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Cladonia pleurota	W. Voigtländer-Tetzner	01.04.1933	Limburg
Cladonia pocillum	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Cladonia portentosa	W. Voigtländer-Tetzner	01.04.1935	Limburg
Cladonia portentosa	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Cladonia portentosa	E. Müller	10.05.1941	Isenachquelle
Cladonia rangiformis	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Cladonia scabriuscula	W. Voigtländer-Tetzner	22.03.1924	Heide bei Bad Dürkheim
Cladonia squamosa	E. Müller	09.06.1940	Drachenfels
Cladonia squamosa	E. Müller	10.05.1941	Fels an Isenachecke
Cladonia squamosa	W. Voigtländer-Tetzner	01.04.1933	Limburg
Cladonia uncialis	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Cladonia uncialis	W. Voigtländer-Tetzner	24.10.1928	Limburg
Collema tenax	E. Müller	14.06.1941	Ruine Hardenburg
Dibaeis baeomyces	E. Müller	21.04.1943	oberh. Forsthaus Weilach
Diploschistes scruposus	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Diploschistes scruposus	E. Müller	09.06.1940	Drachenfels
Hypocenomyce scalaris	E. Müller	01.06.1940	Felsen Limburgblick
Hypogymnia physodes	W. Voigtländer-Tetzner	24.10.1928	Seebach
Icmadophila ericetorum	E. Müller	10.05.1941	Isenachquelle
Lasallia pustulata	W. Voigtländer-Tetzner	09.04.1932	Unterhalb Teufelstein
Lecanora albescens	E. Müller	01.06.1940	Bad Dürkheim, Karlsweg
Lecanora chlarotera	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt,
Lecidea fuscoatra	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Lecidella elaeochroma	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Lepraria caesioalba	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Parmelia saxatilis	W. Voigtländer-Tetzner	13.11.1930	Forsthaus Weilach
Parmelia saxatilis	E. Müller	09.06.1940	Drachenfels
Parmelia sulcata	W. Voigtländer-Tetzner	01.10.1935	Bad Dürkheim
Peltigera rufescens	D. Wiemann	01.06.1931	Annaberg
Pertusaria corallina	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Pertusaria hemisphaerica	E. Müller	09.06.1940	Drachenfels
Placynthium nigrum	E. Müller	21.194.1943	Annaberg bei Leistadt
Porpidia crustulata	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Protoparmeliopsis muralis	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Protoparmeliopsis muralis	E. Müller	14.06.1941	Gartenmauer Ungstein
Pseudevernia furfuracea	W. Voigtländer-Tetzner	13.11.1930	Bad Dürkheim
Psilolechia lucida	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Ramalina farinacea	W. Voigtländer-Tetzner	01.03.1924	Limburg
Rhizocarpon lecanorinum	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Toninia sedifolia	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Umbilicaria grisea	E. Müller	09.06.1940	Drachenfels
Umbilicaria polyphylla	E. Müller	01.06.1940	Heidenmauer
Umbilicaria polyphylla	W. Voigtländer-Tetzner	09.04.1932	Ringwall
Verrucaria calciseda	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Xanthoparmelia conspersa	E. Müller	13.04.1940	Drachenfels
Xanthoria elegans	E. Müller	21.04.1943	Annaberg bei Leistadt
Xanthoria parietina	E. Müller	14.06.1941	Bad Dürkheim, Wurstmarkt

UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main DFG

Tabelle 4: Liste der in POLL belegten Arten aus dem Untersuchungsgebiet und der Sammler aus dem Zeitraum 1951 bis 2000

Flechtenart	Sammler	Funddatum	Fundort
Amandinea punctata	D. Hofreuter	17.10.1988	Seegraben
Arthonia radiata	V. John	08.05.1985	Stütertal
Arthonia radiata	D. Hofreuter	02.10.1988	Poppental
Athelia arachnoidea	D. Hofreuter	23.08.1988	Luitpoldweg
Buellia griseovirens	D. Hofreuter	21.09.1988	Schleipen
Caloplaca pyracea	D. Hofreuter	18.08.1988	Saline
Candelariella reflexa	D. Hofreuter	16.10.1988	Seebach
Candelariella vitellina	D. Hofreuter	04.10.1988	Kurpark
Catillaria nigroclavata	D. Hofreuter	13.09.1988	Gaistal
Chaenotheca ferruginea	D. Hofreuter	02.10.1988	Poppental
Cladonia arbuscula	W. Lang	01.02.1992	Drachenfels
Cladonia digitata	D. Hofreuter	28.08.1988	Mühlberg
Cladonia fimbriata	D. Hofreuter	28.08.1988	Mühlberg
Cladonia squamosa	H. Erhardt	16.09.1987	Hammelsbrunnen
Flavoparmelia caperata	D. Hofreuter	23.08.1988	Poppental
Graphis scripta	V. John	08.05.1985	Stütertal
Hypocenomyce caradocensis	D. Hofreuter	02.10.1988	Poppental
Hypocenomyce scalaris	D. Hofreuter	02.10.1988	Poppental
Hypocenomyce scalaris	D. Hofreuter	28.08.1988	Mühlberg
Hypogymnia physodes	V. John	08.05.1985	Stütertal
Hypogymnia physodes	D. Hofreuter	02.10.1988	Poppental
Hypogamnia tubulosa	D. Hofreuter	04.10.1988	Kurpark
Imshaugia aleurites	D. Hofreuter	21.09.1988	Schleipen
Lecanora carpinea	D. Hofreuter	13.09.1988	Gaistal
Lecanora chlarotera	D. Hofreuter	13.09.1988	Gaistal
Lecanora conizaeoides	D. Hofreuter	05.09.1988	Weilach
Lecanora expallens	D. Hofreuter	05.09.1988	Weilach
Lecanora hagenii	D. Hofreuter	04.10.1988	Kurpark
Lecanora pulicaris	D. Hofreuter	13.09.1988	Gaistal
Lecanora saligna	D. Hofreuter	17.10.1988	Seegraben
Lecanora symmicta	D. Hofreuter	13.09.1988	Gaistal
Leciidella elaeochroma	D. Hofreuter	13.09.1988	Gaistal
Lepraria incana	D. Weber	20.07.1985	Limburg
Lepraria incana	D. Hofreuter	23.08.1988	Rudolf-Bart-Siedlung
Lepraria incana	D. Hofreuter	28.08.1988	Hardenburg
Melanohalea fuliginosa ssp. *glabratula*	D. Hofreuter	23.08.1988	Poppental
Mycoblastus fucatus	V. John	08.05.1985	Stütertal
Mycoblastus fucatus	D. Hofreuter	13.09.1988	Gaistal
Opegrapha rufescens	V. John	08.05.1985	Stütertal
Parmelia saxatilis	D. Hofreuter	15.09.1988	Limburg
Parmelia saxatilis	D. Hofreuter	28.08.1988	Mühlberg
Parmelia sulcata	D. Hofreuter	10.10.1988	Annaberg
Parmeliopsis ambigua	D. Hofreuter	21.09.1988	Schleipen
Pertusaria albescens	D. Hofreuter	15.09.1988	Limburg
Pertusaria amara	V. John	08.05.1985	Stütertal
Pertusaria coccodes	D. Hofreuter	15.09.1988	Limburg
Pertusaria hemisphaerica	V. John	08.05.1985	Stütertal
Pertusaria hemisphaerica	D. Hofreuter	23.08.1988	Poppental
Pertusaria leioplaca	D. Hofreuter	23.08.1988	Poppental
Phaeophyscia nigricans	D. Hofreuter	18.08.1988	Saline
Phaeophyscia orbicularis	D. Hofreuter	04.10.1988	Kurpark
Phlyctis argena	D. Hofreuter	23.08.1988	Poppental
Physcia adscendens	D. Hofreuter	04.10.1988	Kurpark
Physcia stellaris	D. Hofreuter	18.08.1988	Saline
Physcia tenella	D. Hofreuter	10.10.1988	Annaberg
Physconia enteroxantha	D. Hofreuter	15.09.1988	Limburg
Placynthiella icmalea	D. Hofreuter	23.08.1988	Rudolf-Bart-Siedlung
Pleurosticta acetabulum	D. Hofreuter	04.10.1988	Kurpark
Pleurosticta acetabulum	D. Hofreuter	24.08.1988	Bruch
Punctelia subrudecta	D. Hofreuter	04.10.1988	Kurpark
Ramalina pollinaria	D. Hofreuter	24.08.1988	Seegraben
Ropalospora viridis	V. John	08.05.1985	Stütertal
Trapeliopsis flexuosa	D. Hofreuter	28.08.1988	Hardenburg
Trapeliopsis flexuosa	D. Hofreuter	02.10.1988	Poppental
Trapeliopsis pseudogranulosa	D. Hofreuter	23.08.1988	Rudolf-Bart-Siedlung
Usnea filipendula	V. John	08.05.1985	Stütertal
Xanthoria parietina	D. Hofreuter	17.10.1988	Seegraben

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

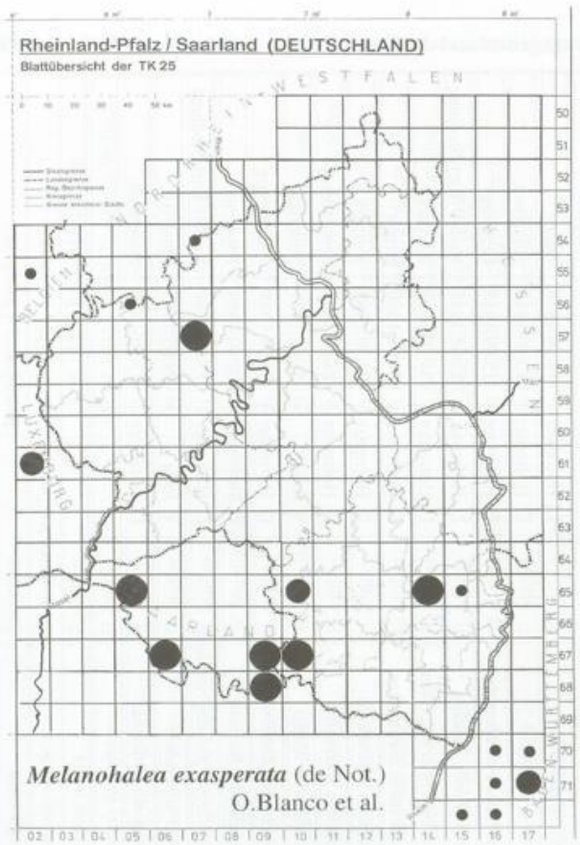


Abb. 6: Aktuelle und frühere Fundpunkte von *Melanohalea exasperata* in Rheinland-Pfalz und Umgebung.

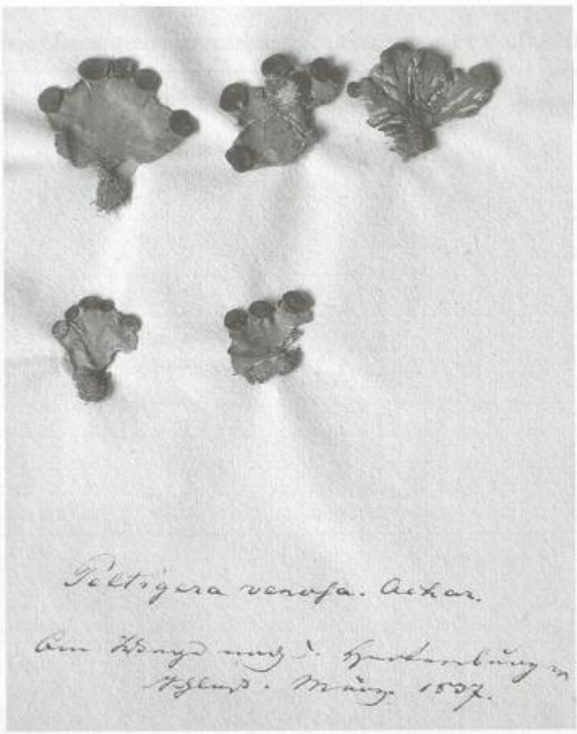


Abb. 7: Historischer Beleg von *Peltigera venosa*, 1837 am Weg zur Ruine Hardenburg.

4.2.2 Wiederfunde

Vier Arten waren im Untersuchungsgebiet länger als ein Jahrhundert verschollen: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecania cyrtella*, *Lecanora subcarpinea* und *Melanohalea exasperata* (Abb. 6). Alle diese Arten wurden jeweils vor 1900 und nach 2000 nachgewiesen.

In der Roten Liste der Flechten von 1996 (WIRTH et al. 1996) erscheint *Melanohalea exasperata* (als *Parmelia exasperata*) noch in der Gefährdungskategorie 1 als vom Aussterben bedroht. Als Ursache der neuerlichen Ausbreitung der Art sehen wir primär eine Erholung infolge der Reduzierung der SO_2-Immissionen.

4.2.3 Verluste

Trotz intensiver Nachsuche, speziell an genauer bekannten ehemaligen Fundorten, sind 12 Arten nicht mehr beobachtet worden. Sie müssen aktuell als verschollen eingestuft werden.

MÜLLER (1953: 118) erwähnt für *Anaptychia ciliaris* einen Fund von Koch aus dem Jahr 1850 bei Dürkheim auf alten Kastanienbäumen. Für *Bryoria chalybeiformis* zitiert MÜLLER (1953: 113) zwei Funde von Sauerbrod aus dem Jahr 1837 vom Runenfels und Rahnfels bei Dürkheim.

Icmadophila ericetorum konnte nach 1941 (MÜLLER am Isenachursprung) im Untersuchungsgebiet nicht mehr nachgewiesen werden. *Fulgensia fulgens* wird von BACHMANN (1963: 67) in spärlichen Resten vom Annaberg angegeben. Die echte Lungenflechte *Lobaria pulmonaria* gab es belegt durch Koch im Jahr 1850 an Baumstämmen und Felsen bei Dürkheim (MÜLLER 1953: 102), und aus dem gleichen Jahr *Lobarina scrobiculata* an Felsen und auf dem Boden der Waldungen bei Dürkheim (MÜLLER 1953: 102).

Melanohalea olivacea hatte seinen Erstnachweis 1850 durch Koch: auf Baumrinde bei Wachenheim und Dürkheim (MÜLLER 1953: 111). *Peltigera venosa* ist durch ein Exemplar von F. Sauerbrod aus dem Jahr 1837 vom Weg nach dem Hardenburger Schloss belegt (Abb. 7). *Piccolia ochrophora* wurde 1993 an einer Linde im Isenachtal entdeckt. Die Flechte ist in jüngster Zeit, wie die gesamte Allee, dem Neubau eines Fahrradweges zum Opfer gefallen.

Squamarina lentigera wird von BACHMANN (1963: 67) in spärlichen Resten vom Annaberg angegeben. MÜLLER (1953: 114) erwähnt einen Nachweis von *Ramalina calicaris* durch G. F. KOCH an Bäumen der Waldungen bei Dürkheim.

Umbilicaria polyrrhiza wurde 1837 von F. Sauerbrod (Fels Teufelstein) und 1843 von G. F. Koch (bei Dürkheim) belegt.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

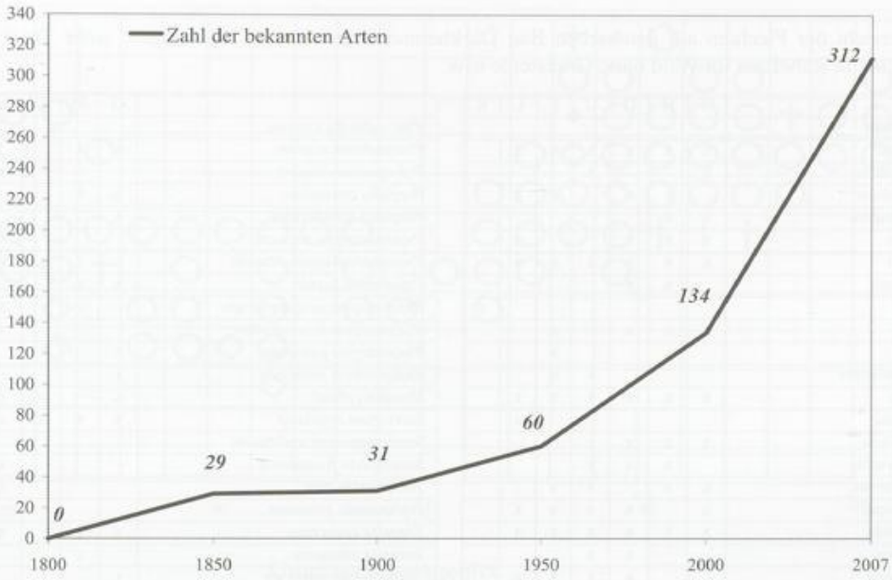


Abb. 8: Entwicklung der Anzahl bekannter Flechtenarten im Untersuchungsgebiet.

4.3 Flechten der unterschiedlichen Lebensräume

4.3.1 Stadtgebiet

Urbane Systeme stellten in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts die zentralen Fragestellungen beim Einsatz von Flechten als Bioindikatoren (SEAWARD 1982). Gelegentlich diente das typische trockenere Stadtklima selbst als Forschungsziel (NATHO 1964, RYDZAK 1959, STEINER & SCHULZE-HORN 1955), bis WIRTH & TÜRK (1975) anhand ökophysiologischer Untersuchungen zeigten, dass die Beurteilung der lufthygienischen Situation mittels Flechten auf der Basis von Immissionen erfolgen muss. Um den verschiedenen Ansätzen gerecht zu werden, wurden gezielt standardisierte Erfassungsmethoden entwickelt (HERZIG et al. 1987, VDI 1995, 2003, 2005). Viele dieser Erhebungen dienten dem Nachweis von Schwefeldioxid (HAWKSWORTH & ROSE 1970, TÜRK & WIRTH 1975, TÜRK et al. 1974) und Schwermetallen (FERRY et al. 1973, GARTY & FUCHS 1982, PUCKETT 1988) während heute Stickstoffverbindungen mehr und mehr in den Vordergrund rücken (JOHN 2007, SEAWARD & COPPINS 2004, VAN DOBBEN & DE BAKKER 1996, VAN HERK 1999) . So lassen sich Bedeutung von Grünflächen und Auswirkung von Verkehrsdichte (STAPPER & KRICKE 2004, VORBECK & WINDISCH 2002) anhand der Flechtenvegetation dokumentieren. Die klimaökologisch-lufthygienische Bedeutung des Kurparks von Bad Dürkheim lässt sich dabei durchaus mit der Wirkung von Grünflächen in Großstädten (JOHN 1989, SOMMERFELDT & JOHN 2001) vergleichen.

4.3.2 Friedhöfe

Friedhöfe erwecken schon seit vielen Jahren großes Interesse bei den Flechtenkundlern (BESCHEL 1958, WADE 1978). Grabsteine eignen sich durch die ihnen eigenen Angaben von Jahreszahlen zum Eichen der Wachstumsgeschwindigkeit der sie besiedelnden Flechten und liefern so wichtige Daten für die Lichenometrie (LAUNDON 1980, LOCK et al. 1979). Friedhöfe stellen aber auch aus Sicht des Naturschutzes bedeutende Biotope dar. Die Grabsteine und Mauern können Refugien für bedrohte Arten darstellen oder durch die Vielfalt der Gesteinsarten wertvolle Trittsteine in einem Mosaik von weiter entfernten Vorkommen seltener Arten bilden (HILL 1994, SEAWARD & JOHN 2005). In England haben sich innerhalb der British Lichen Society aktive Arbeitsgruppen zur Erfassung der Flechten auf Friedhöfen gebildet (ALLEN & PEDLEY 2007). So ist es nicht verwunderlich, dass auch auf den Bad Dürkheimer Friedhöfen mehr als hundert Flechtenarten nachgewiesen werden konnten, ohne die Bäume bewohnenden epiphytischen Arten mitzuzählen. Eine Liste der Flechten auf den Friedhöfen findet sich in Tabelle 5 (S. 38). Dabei bedeutet G = Grethen (53 Arten), H = Hausen (49), D = Bad Dürkheim (52), U = Ungstein (55), S = Seebach (57), L = Leistadt (50) und R = Ruheforst (4). Mit dieser großen Zahl an verschiedenen Arten lassen sich die Forderungen nach einer umwelt- und naturgerechten Unterhaltung und Pflege von Friedhöfen (OERTNER & GEHRING 1995) unterstreichen. Um ein solches Ziel zu erreichen, muss allerdings noch nachhaltig bei der Bevölkerung und den verantwortlichen Behörden geworben werden. Mit dem Argument, einem Sicherheitsrisiko vorzubeugen, werden allzu oft Grabsteine entfernt, die auf Grund

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 5: Übersicht der Flechten auf den sieben Bad Dürkheimer Friedhöfen (Abkürzungen: siehe Text). R nimmt eine Sonderstellung ein, da Ruheforst im Wald ohne Grabsteine usw.

	G	H	D	U	S	L	R
Flechten an Gestein							
Acarospora fuscata	x	x	x	x	x	x	
Acarospora nitrophila	x			x			
Acarospora versicolor		x	x		x	x	
Aspicilia caesiocinerea	x	x					
Aspicilia calcarea	x	x	x			x	
Aspicilia contorta	x	x	x	x	x	x	
Aspicilia hoffmannii		x	x				
Baeomyces rufus							x
Buellia aethalea	x	x	x		x		
Buellia badia					x		
Caloplaca albolutescens				x	x		
Caloplaca citrina	x	x	x	x	x	x	
Caloplaca coronata						x	
Caloplaca crenularia	x	x	x	x			
Caloplaca crenulatella		x	x	x			
Caloplaca flavocitrina	x	x		x	x		
Caloplaca holocarpa	x		x	x	x	x	
Caloplaca lithophila	x	x	x	x	x	x	
Caloplaca saxicola			x	x			
Caloplaca teicholyta			x	x	x	x	
Candelariella aurella	x	x	x	x	x		
Candelariella vitellina	x	x	x	x	x	x	
Catillaria chalybeia				x		x	
Catillaria lenticularis			x	x			
Cladonia coniocraea		x			x	x	
Cladonia fimbriata	x						
Cladonia grayi			x				
Cladonia macilenta		x					
Diploschistes scruposus		x					
Diplotomma epipolium				x			
Endocarpon pusillum			x				
Evernia prunastri					x		
Flavoparmelia caperata					x		
Hypocenomyce scalaris	x	x	x		x	x	
Hypogymnia physodes					x	x	
Lecania erysibe			x				
Lecania inundata	x		x	x		x	
Lecanora albescens	x	x	x	x	x	x	
Lecanora campestris	x	x	x	x		x	
Lecanora conizaeoides	x	x	x	x	x		
Lecanora crenulata auct., non Hooker	x	x	x	x		x	
Lecanora dispersa	x	x	x	x	x	x	
Lecanora flotoviana	x			x			
Lecanora pannonica	x		x	x	x	x	
Lecanora polytropa	x	x	x	x	x	x	
Lecanora rupicola	x	x		x		x	
Lecanora xanthostoma	x						
Lecidea fuscoatra	x	x	x	x	x	x	
Lecidea grisella		x	x	x	x	x	
Lecidella carpathica	x		x	x	x	x	
Lecidella scabra			x			x	
Lecidella stigmatea	x	x	x	x	x	x	
Lepraria caesioalba		x					
Lepraria incana		x	x		x		
Lepraria vouauxii	x	x	x		x	x	
Melanelixia fuliginosa ssp. *fuliginosa*	x	x		x	x	x	
Melanelixia fuliginosa ssp. *glabratula*	x						
Micarea denigrata					x		
Micarea lignaria	x						x
Parmelia saxatilis					x	x	
Parmelia sulcata		x			x	x	
Parmeliopsis ambigua							
Pertusaria amara	x						
Phaeophyscia nigricans			x	x	x	x	
Phaeophyscia orbicularis	x	x	x	x	x	x	
Physcia adscendens			x	x	x	x	
Physcia caesia		x	x	x	x	x	
Physcia dubia	x			x	x		
Physcia tenella			x	x	x	x	
Physconia grisea				x			

	G	H	D	U	S	L	R
Placynthiella icmalea					x		
Placynthium nigrum	x	x					
Polysporina simplex				x			
Porpidia crustulosa	x	x					x
Porpidia soredizodes	x						
Protoblastenia rupestris						x	
Protoparmeliopsis muralis	x	x	x	x	x	x	
Psilolechia lucida	x	x				x	
Rhizocarpon geographicum				x			
Rhizocarpon lecanorinum				x			
Rhizocarpon petraeum	x						
Rhizocarpon reductum	x						
Rinodina oleae	x		x	x	x	x	
Sarcogyne regularis	x	x	x	x	x	x	
Scoliciosporum umbrinum					x		
Staurothele frustulenta				x			
Tephromela atra				x		x	
Tephromala grumosa						x	
Trapelia coarctata	x	x		x	x	x	x
Trapelia obtegens		x			x		
Trapelia placodioides	x				x	x	
Trapeliopsis flexuosa					x		
Verrucaria muralis	x	x	x	x	x	x	
Verrucaria nigrescens	x	x	x	x	x	x	
Verrucaria viridula	x	x					
Xanthoparmelia conspersa		x					
Xanthoparmelia loxodes		x	x	x			
Xanthoparmelia pulla	x				x		
Xanthoparmelia verruculifera	x	x	x	x	x	x	
Xanthoria calcicola				x			
Xanthoria elegans	x		x	x	x	x	
Xanthoria parietina			x		x	x	
Flechten an Bäumen							
Amandinea punctata	x	x	x		x	x	
Athelia arachnoides	x						x
Buellia griseovirens				x			
Candelaria concolor						x	
Candelariella reflexa					x	x	
Candelariella xanthostigma				x	x		
Catillaria nigroclavata			x				
Evernia prunastri			x				
Flavoparmelia caperata			x				
Hypogymnia farinacea						x	
Hypogymnia physodes	x	x	x	x	x	x	x
Hypogymnia tubulosa						x	
Lecanora carpinea	x	x	x				
Lecanora argentata						x	
Lecanora chlarotera	x	x					
Lecanora conizaeoides	x	x	x	x	x	x	x
Lecanora expallens	x	x	x			x	
Lecanora hagenii	x						
Lecanora saligna					x		
Lecanora symmicta	x	x					
Lecanora umbrina			x				
Lecidella elaeochroma		x	x		x		
Lepraria incana							x
Lepraria lobificans							x
Melanelixia fuliginosa ssp. *fuliginosa*			x				
Melanelixia subaurifera			x		x	x	
Melanohalea exasperatula						x	
Parmelia sulcata	x	x	x	x	x	x	x
Physconia grisea			x				
Pseudeverinia furfuracea						x	
Punctelia subrudecta			x	x		x	
Punctelia jeckeri						x	
Ramalina farinacea						x	
Scoliciosporum chlorococcum			x				x
Strangospora pinicola						x	
Usnea hirta						x	
Xanthoria candelaria			x				
Xanthoria polycarpa			x	x		x	

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

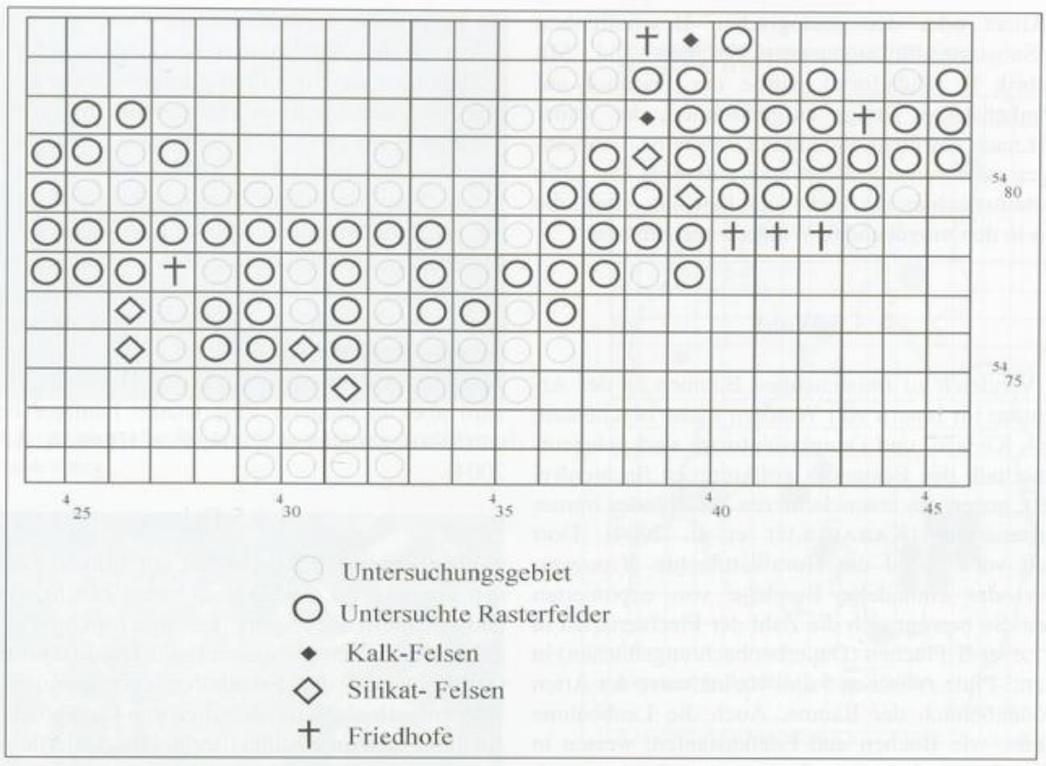


Abb. 9: Lage der untersuchten Friedhöfe (†), exponierten Silikat-Felsen (◇) und Kalk-Felsen (◆) im 1 km x 1 km UTM-Raster von Bad Dürkheim



Abb. 10: Vollkommen flechtenfreier Fichtenbestand auf dem Spitzkopf.



Abb. 11: Reichlich mit Blattflechten (*Parmelia saxatilis*, *Platismatia glauca*) bewachsene Buchenstämme auf dem Rabenfels.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ihres Alters oder der geologischen Beschaffenheit ideale Substrate für angepasste Flechten sind. Mit der Rubrik R (Ruheforst) wurde der Friedhof auf der Frankensteiner Steige aufgenommen, der seiner Eigenart nach abweicht und keine Grabsteine, Grabeinfassungen oder sonstige Bauwerke aufweist. Die Liste der Gesteinsflechten rekrutiert sich hier aus Arten, die ohnehin in den umgebenden Wäldern vorkommen.

4.3.3 Wald

Im Vergleich zu freistehenden Bäumen ist der Artenreichtum im Innern von Wäldern meist bescheiden. Fichten-, Kiefern- und Douglasienforste sind gelegentlich innerhalb des Bestandes vollkommen flechtenfrei (Abb. 9), gegen die etwas lichteren Waldränder immer stets artenärmer (KARABULUT et al. 2004). Dort besiedelt vorwiegend die Hornblattflechte *Hypogymnia physodes* entnadelte Bereiche von exponierten Zweigen. So bewegt sich die Zahl der Flechtenarten in sieben Level-II-Flächen (Dauerbeobachtungsflächen) in Rheinland-Pfalz zwischen 5 und 10, inklusive der Arten im Kronenbereich der Bäume. Auch die Laubbäume im Gebiet, wie Buchen und Edelkastanien, weisen in schattiger Lage oft extrem flechtenarme Stämme auf. Beschaffenheit der Borke, zu geringer Lichteinfall und Trockenheit sind die Hauptgründe dafür. Bemerkenswert ist ein reicher Bewuchs von Buchenstämmen mit Blattflechten (Abb. 10) auf den exponierten Felsen wie Drachenfels oder Rabenfels. Die große Reliefenergie sorgt hier für überdurchschnittliche Feuchtigkeit. Hohe Artenzahlen findet man gelegentlich an alten Hainbuchen in feuchteren Tallagen und vereinzelt an Eichen. An vielen Standorten erhöht sich die Zahl der vorgefundenen Flechten durch die Besiedlung an herabgefallenen Ästen aus dem Kronenbereich erheblich (JOHN & SCHRÖCK 2001).

4.3.4 Weinberge

Der Flechtenbewuchs auf den Rebstöcken hat in den vergangenen Jahrzehnten merklich zugenommen. Das ist als positive Auswirkung einer Verminderung von Pestizidmengen und Eutrophierung zu werten. In der Vergangenheit war die flächendeckende Immissionsrate von SO_2 so hoch, dass die Flechten keine Chance hatten, sich innerhalb der Umtriebszeiten der Rebflächen an den Stöcken anzusiedeln. Ein intensiver Einsatz von Fungiziden lässt keinerlei Flechtenwuchs aufkommen: da eben Flechten auch aus einem Pilzpartner bestehen. Die Mehrzahl der gefundenen Flechten an Rebstöcken gehört zu den Stickstoff tolerierenden Arten (z.B. *Amandinea punctata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria parietina*). Gelegentlich ließen sich auch acidophytische Flechten beobachten (Abb. 19), als Folge einer zurückhaltenden Gabe von Stickstoff. Selbst auf den Wirtschaftswegen siedeln sich nicht selten Flechten an. Die auffälligsten erwecken auf den ersten Blick den Eindruck massenweise zertretener Kaugummis (*Protoparmeliopsis muralis*), dazwischen leben eher unbemerkt bis zu zehn weitere unauffällige Arten. Von besonderer ökologischer Bedeutung sind die vereinzelten Bäume im Weinberg, wie es ein Vorkommen von *Normandina pulchella* belegt. Neben einem Schwerpunkt in niederschlagsreichen, aber milden Lagen kommt die Flechte auch in niederschlagsarmen Obstgärten vor (WIRTH 1995). Durch Luftverunreinigungen war sie stark zurückgedrängt worden, wird aber in jüngerer Zeit wieder häufiger beobachtet (SÉRUSIAUX et al. 2004, VAN HERK & APTROOT 2004).

4.3.5 Felsen

Die Flechtengesellschaften auf Silikatgestein wurden von WIRTH (1972) ausführlich beschrieben. Silikatische Gesteine beschränken sich im Untersuchungsgebiet geologisch fast ausschließlich auf Buntsandstein, Grabsteine auf den Friedhöfen ausgenommen. Diese wurden auch als Baumaterialien von Gebäuden genutzt. An altem Gemäuer ist die Flechtenflora allerdings in der Regel reicher als an natürlichen Gesteinsvorkommen. Zum einen sind die Mauern der Ruinen im Gegensatz zu den Felsen im Wald meist exponierter und kaum beschattet, zum anderen durch den Mörtel in den Mauerfugen besser basenversorgt. Als Beispiele für Arten, die an den Mauern häufiger sind als am natürlichen Standort, lassen sich die Krustenflechten *Lecanora albescens*, *Lecidea grisella*, *Lepraria vouauxii* und *Protoparmeliopsis muralis* anführen. Im Gegensatz dazu sind andere Arten häufiger am natürlichen Standort anzutreffen: *Lasallia pustulata*, *Lecanora orosthea*, *L. swartzii*, *Umbilicaria grisea*, *U. hirsuta*, *U. polyphylla* und *Xanthoparmelia conspersa*. Keine großen Unterschiede lassen sich zum Beispiel feststellen bei *Acarospora fuscata*, *Candelariella vitellina*, *Lecanora pannonica* oder *Lecidea fuscoatra*.

Die Vorkommen von Kalkgestein sind im Untersuchungsgebiet auf zwei kleine Flächen am Haardtrand bei Leistadt beschränkt, die aber für das Vorkommen von wärmeliebenden Arten größte Präferenz haben (Abb. 26). Eine umfassende Darstellung der Flechtengesellschaften auf Kalk legte ROUX (1978, 1981) vor. Ähnlich wie bei den silikatischen Gesteinen kann man auch hier drei Gruppen von Flechten unterscheiden. Zu erster gehören die Arten, die fast nur an natürlichen Standorten gefunden wurden, wie *Caloplaca lactea*, *C. variabilis* und typische *Lecanora crenulata* HOOK., non auct. (Abb. 13). Die zweiten Gruppe umfasst Arten, deren Vorkommen sich fast nur aus Flechten auf anthropogenen Substraten wie Mörtel oder Beton zusammensetzen, wie *Caloplaca citrina*, *C. teicholyta*, *Lecidella stigmatea* und *Lecanora crenulata* auct. non

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main



Abb. 12: Gemäuer alter Ruinen sind artenreiche Sonderstandorte (Hardenburg).

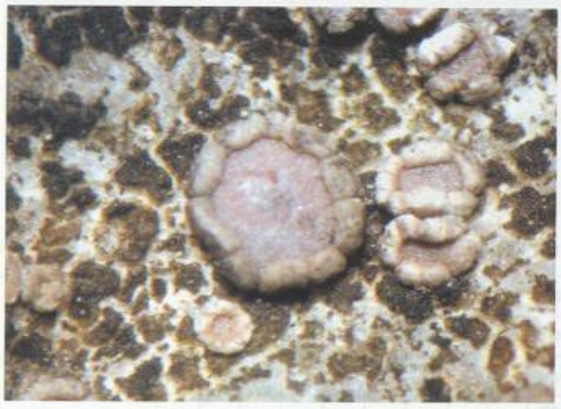


Abb. 13: *Lecanora crenulata* HOOK, non auct. auf natürlichen Kalkvorkommen.

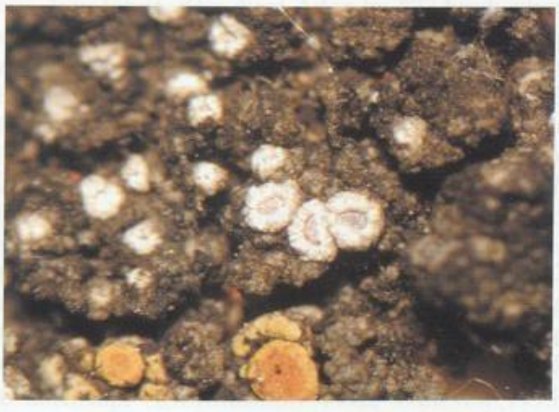


Abb. 14: *Lecanora crenulata* auct, non HOOK. auf anthropogenem Substrat.

HOOK. (Abb. 14). Auf die Unterscheidung dieser beiden Sippen haben DIEDERICH & SÉRUSIAUX (2000) erstmals aufmerksam gemacht (JOHN 2006). Die dritte Gruppe zeigt keine deutlichen Präferenzen, vertreten durch Arten wie *Candelariella aurella*, *Protoparmeliopsis muralis* oder *Xanthoria elegans*.

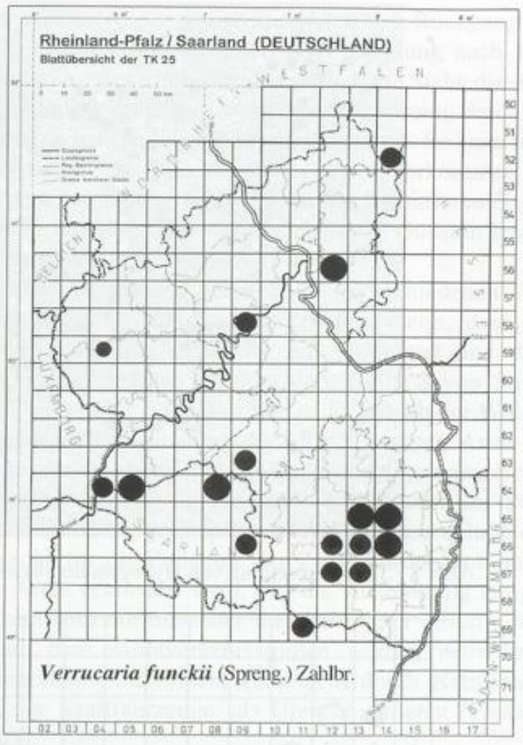


Abb. 15: Aktueller Kenntnisstand der Verbreitung der Wasserflechte *Verrucaria funckii* in Rheinland-Pfalz und im Saarland.



Abb. 16: Eine mit Flechten (*Porina chlorotica*) bewachsene Blechdose aus dem Stütertal untergetaucht im Bach.

4.3.6 Ruinen

Ähnlich wie die Friedhöfe stellen auch die Ruinen der Limburg und der Hardenburg (Abb. 12) einen artenreichen Sonderstandort dar. Deshalb sollte insbesondere bei Restaurierungsmaßnahmen auf die Flechten größtmögliche Rücksicht genommen werden. Viele Flechten sind an einen leicht basischen, nährstoffreichen Standort auf silikatischer Grundlage angewiesen, wie er durch das Sandsteinmauerwerk mit den Zement- bzw. Kalkfugen in geeigneter Form bereitsteht.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

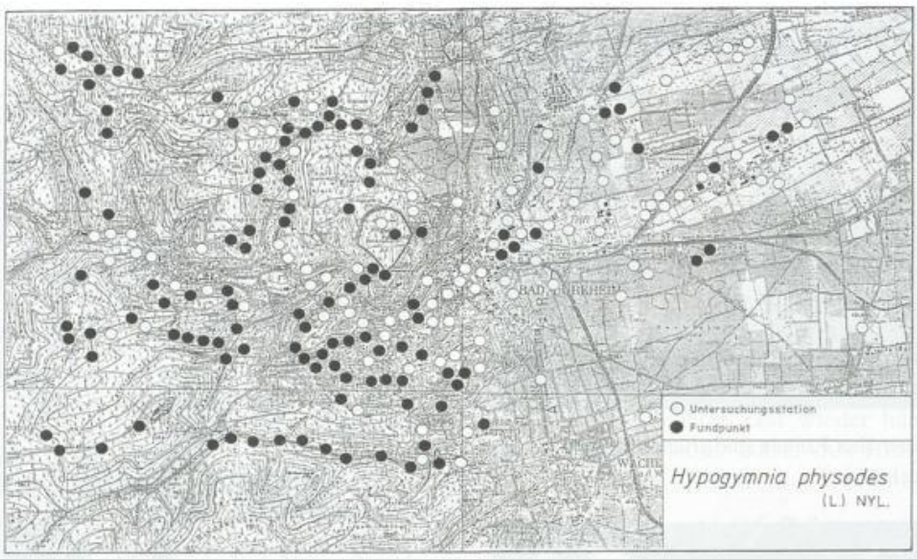


Abb. 17: Die Verbreitung von *Hypogymnia physodes* in Bad Dürkheim im Jahr 1988 (vgl. HOFREUTER 1988).

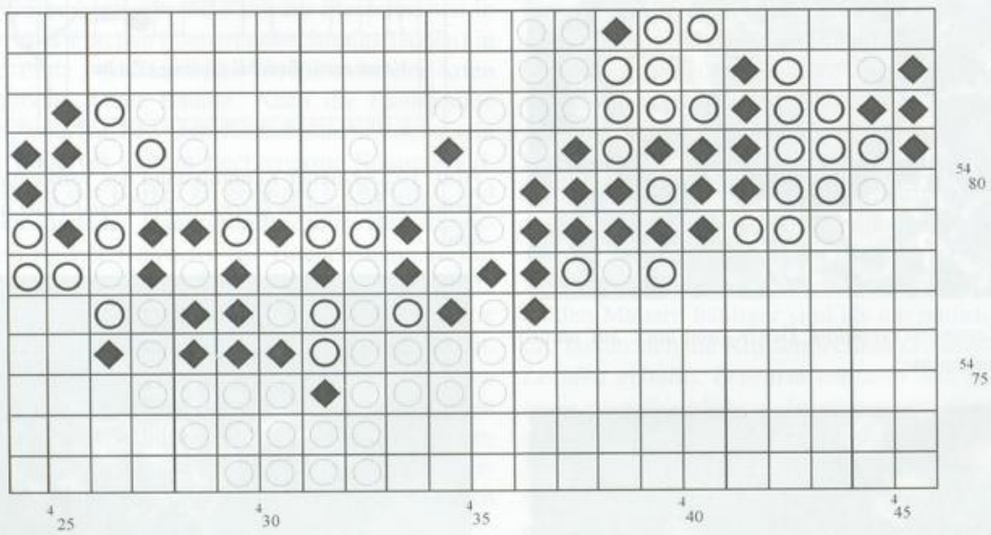


Abb. 18: ◆ = Verbreitung der Hornblattflechte *Hypogymnia physodes* im Untersuchungsgebiet; ○ = Untersuchungsgebiet, ○ = untersuchte Rasterfelder.

4.3.7 Wasserläufe

Submers und amphibisch lebende Wasserflechten sind in den Bächen des Pfälzerwaldes nicht selten (THÜS 2002, 2006, WOLFF 1999). Die Isenach ist im Oberlauf allerdings so extrem sauer, dass keine Flechten im Wasser gedeihen können. Obwohl die beiden von Süden der Isenach zufließenden Bäche im Kirschtal und im Stütertal anthropogen belastet sind konnten sogar im Unterlauf dieser Bäche die Wasserflechten *Verrucaria funckii* (Abb. 15) und *Verrucaria rheitrophila* untergetaucht auf Steinen im Bach nachgewiesen werden. Daraus kann man ableiten, dass gegenwärtig nur eine moderate Eutrophierung durch die vorgelagerten Fischteiche und die angeschlossenen Gebäude erfolgt. Andererseits weiß man heute, dass einige der Süßwasserflechten wesentlich resistenter gegen Eutrophierung sind, als früher angenommen (THÜS 2006). Als Kuriosität sollte an dieser Stelle *Porina chlorotica*, eine Krustenflechte der feuchten Felsen erwähnt werden, die sich unterhalb der Staumauer im Stütertal an einer zerbeulten Dose angesiedelt hat (Abb. 16).

4.4 Umwelteinflüsse und Bioindikation

4.4.1 Luftqualität

Die historischen Nachweise der hochempfindlichen Lungenflechte *Lobaria pulmonaria* und der nahe ver-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

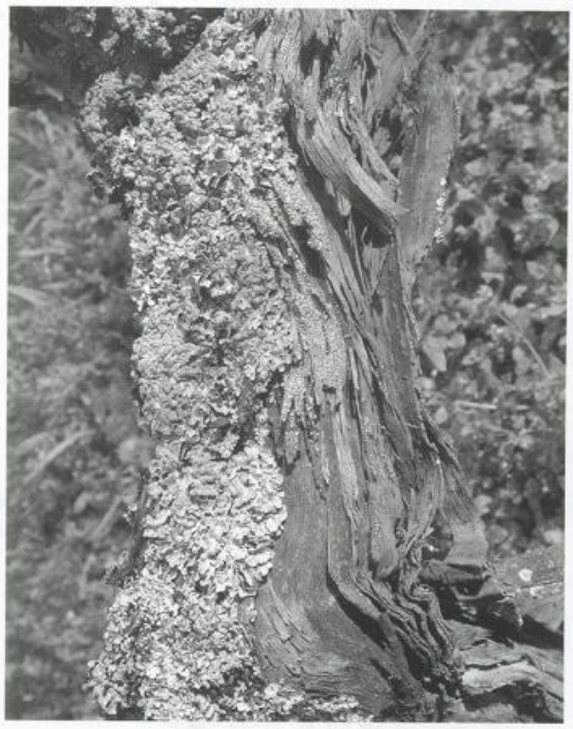


Abb. 19: Flechten auf Weinreben lassen auf einen Minimaleinsatz von Pestiziden schließen.

wandten *Lobarina scobiculata* (Abb. 5) zeugen von einer optimalen Luftqualität im vorletzten Jahrhundert. Im Zuge der Industrialisierung machte sich im Raum Bad Dürkheim auch die Luftverschmutzung aus dem Industriegebiet Mannheim / Ludwigshafen bemerkbar, was dazu führte, dass diese Arten im UG heute ausgestorben sind. Oftmals reichten kurzzeitige Inversionswetterlagen bei Ostwind aus, um reiche Bestände von Bartflechten (*Usnea filipendula*) in den abgelegeneren Tälern entlang der Isenach zum Absterben zu bringen. Ein solches Ereignis fand Mitte der achtziger Jahre im unteren Stütertal statt, bei dem alle Lager von *Usnea filipendula* an Bergahorn abgestorben sind. Einen ähnlich reichen Bestand kann man heute noch am Isenachweiher beobachten.

Zur Zeit, als Schwefeldioxid noch als Leitgas der Luftverschmutzung betrachtet werden konnte, war *Hypogymnia physodes* die meist untersuchte Flechte überhaupt (RICHARDSON 1992, WERNER 1993), und wurde entsprechend im passiven Biomonitoring zu Expositionsmessungen transplantiert (ERHARDT 1987, SCHÖNBECK 1969). Als Flechte mittlerer Empfindlichkeit gegenüber SO_2 eignete sie sich auch im aktiven Monitoring. So zeigt die Verbreitung im Jahr 1988 (Abb. 17) deutliche Lücken im bebauten Stadtgebiet und entlang der Isenach bis tief in den Pfälzerwald. Ursachen hierfür kann man im Straßenverkehr und hauptsächlich durch Heizungsabgase vermuten. Auch heute noch zeigt die Verbreitung Lücken (Abb. 18) und die Flechte ist insgesamt weniger geringer, als nach dem Rückgang der SO_2-Immissionen vermutet. Ihrer Erholung nach Verminderung der einwirkenden Schadgase steht die Klimaänderung entgegen, wobei die Erwärmung den optimalen Lebensbedingungen entgegenwirkt. So kann man beobachten, dass das Verhältnis zu den Vorkommen der verwandten und in der Regel vergesellschafteten *Hypogymnia tubulosa* sich kontinuierlich zu Gunsten letzterer verändert.

Die Anzahl der Arten in den verschiedenen Zeigerwertklassen für die Eutrophierung zeigt, dass die Waldgebiete im Vergleich zum Offenland und dem Stadtgebiet deutlich weniger dem Einfluss von Stickstoff ausgesetzt sind. Dagegen ist außerhalb der Wälder eine deutliche Zunahme der nitrophytischen Arten zu verzeichnen. Meist sind die Lebensbedingungen dieser Arten an höhere Temperaturen und intensivere Sonneneinstrahlung geknüpft, wodurch die Beurteilung der Ursache für die Zunahme der Zahl und der Dominanz der Arten erschwert wird. Für die Ausbreitung einiger extrem stickstoffliebender und -toleranter Arten direkt neben den Hauptverkehrsstraßen werden neuerdings Ammoniakimmissionen, verursacht durch Katalysatoren der Kraftfahrzeuge, als Ursache genannt (FRAHM 2005).

4.4.2 Klima

Die Reaktion von einzelnen Pflanzen und Tieren auf Änderung der Standortfaktoren ist unterschiedlich, wobei typischen Zeigerarten für Wirkungs- und Trendmonitoring besondere Bedeutung zukommt. Hierzu zählen Flechten in besonderem Maße (APTROOT 2005, VAN HERK et al. 2002, WIRTH 2001). Die Veränderung der Flechtenflora (Artenzusammensetzung) wird seit rund einem Jahrzehnt mit verursacht durch einen Klimawandel in Mitteleuropa, von dem mittlerweile viele Pflanzen und Tiere aus unterschiedlichsten systematischen Gruppen betroffen sind. Dabei ist es zunächst unerheblich, ob die Klimaveränderungen durch den Menschen bedingt, verstärkt oder überhaupt nicht beeinflusst werden (JOHN 2006). So haben wir in den letzten 100 Jahren in Mitteleuropa einen Anstieg der Jahresmitteltemperaturen um fast 1°C zu verzeichnen (SCHÖNWIESE 1995). Dieser Temperaturanstieg hat sich insbesondere in den letzten Jahren erheblich beschleunigt.

Die Klimaveränderung beeinflusst die Land- und Forstwirtschaft. In der Landwirtschaft treten vermehrt Schädlinge auf, die bisher nur aus dem Mittelmeergebiet bekannt waren, und der Zeitpunkt der Ernte kann sich um mehrere Wochen verschieben, was zu logistischen Problemen führen kann. Ähnlich ändern sich in der Forstwirtschaft die Umtriebszeiten, und das Potential der an den Standort angepassten Baumarten ändert

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

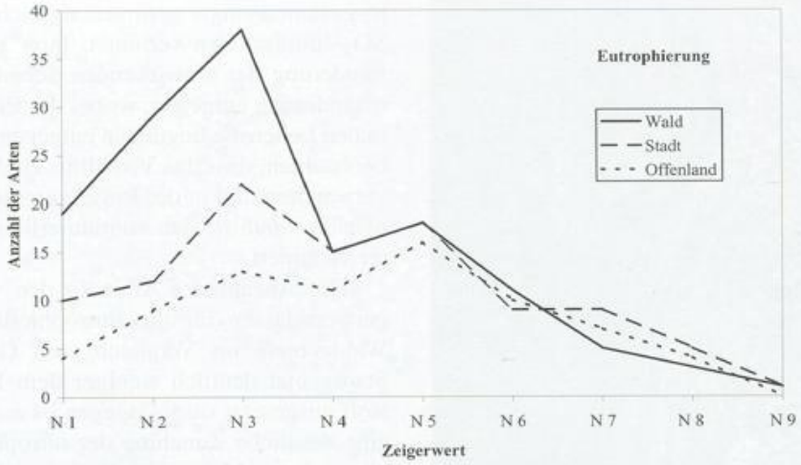


Abb. 20: Die Anzahl der Flechten aus den verschiedenen Zeigerwertklassen in Wald, Stadt und Offenland bezogen auf die Nährstoffzahl (Eutrophierung).

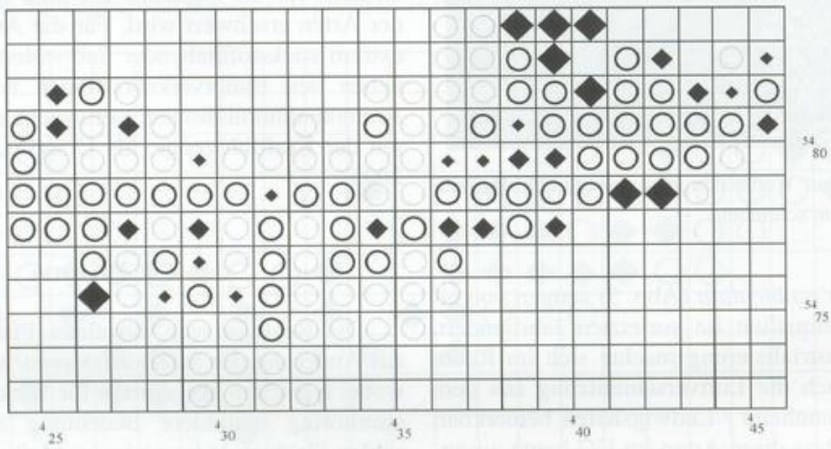


Abb. 21: Die Verteilung der extrem düngungstoleranten Flechtenarten mit einer ausgeprägten Toleranz gegenüber starker Staubbelastung, mit Nährstoffzahlen 8 und 9 (vgl. Wirth 2001). ○ = Untersuchungsgebiet, ○ = untersuchte Rasterfelder, • 1 Art, ◆ 2-3 Arten, ◆ mehr als 3 Arten.

sich. Unabhängig davon, oder als Folge daraus, führen Überflutungen durch Hochwasser und Wirbelstürme zu erheblichen ökonomischen Schäden, die sich in vermehrten Kosten für Versicherungen gegenüber solchen Schäden niederschlagen. Betroffen davon ist auch die Tourismus-Branche.

Daher besteht ein Interesse, die Veränderungen des Klimas zu erfassen, wobei man sowohl eine räumliche als auch eine zeitliche Differenzierung zugrunde legen kann. Die Erfassung und Dokumentation dieses neuen Gesichtspunktes stellt eine Ergänzung zu Nachweis und Bewertung der Veränderung der bisher im Vordergrund stehenden Umweltparameter dar. Es können Gestein bewohnende und epiphytische Flechtenarten gleichermaßen als Indikatoren genutzt werden. Eine offizielle Richtlinie zur Erfassung von Klimaveränderungen mittels Flechten wird derzeit von der Arbeitsgruppe „Wirkungsfeststellung mit Niederen Pflanzen" beim VDI in der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), Düsseldorf, erarbeitet.

Da sich mit der Klimaveränderung Temperatur und Niederschlagsveränderungen regional unterschiedlich auswirken, ist eine räumlich differenzierte Untersuchung notwendig. Es mag zunächst widersprüchlich klingen, wenn einerseits von globaler Erwärmung gesprochen wird und andererseits katastrophale Niederschläge ganze Landstriche überfluten. Die Zusammenhänge lassen sich im Untersuchungsgebiet nachvollziehen. Mit der Temperatur sind auch die Niederschlagsmengen angestiegen. Diese fallen allerdings nicht mehr gleichmäßig über einen längeren Zeitraum verteilt sondern als Starkregen in wenigen Stunden. Den überschüssigen Wassermengen fehlt die Zeit, im Boden und im Sandstein zu versickern, und sie laufen oberflächlich ab. Augenscheinliche Folge ist das Versiegen zahlloser Quellen im Pfälzerwald. Als Folge der

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

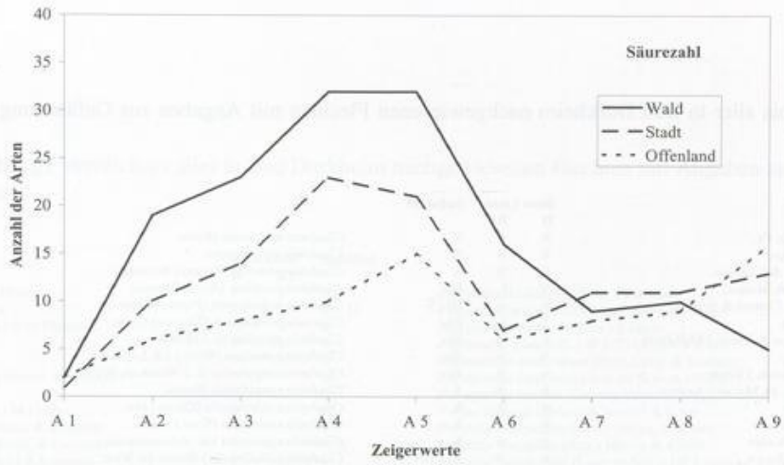


Abb. 22: Die Anzahl der Flechten aus den verschiedenen Zeigerwertklassen in Wald, Stadt und Offenland bezogen auf die Säurezahl (Acidität).

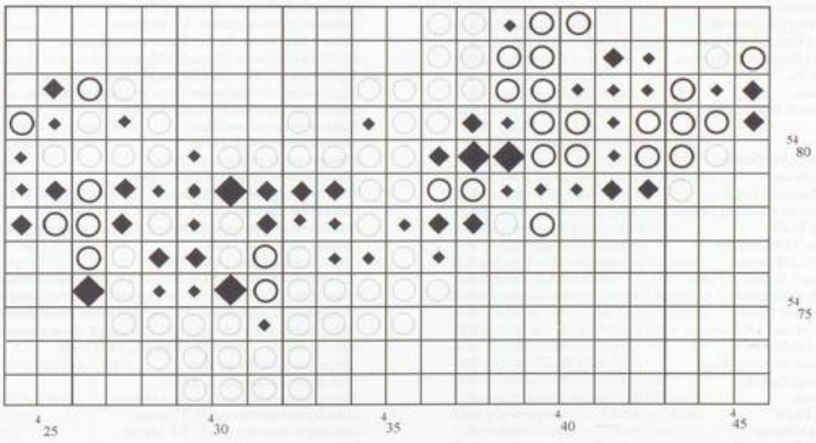


Abb. 23: Die Verteilung der Flechtenarten auf extrem und sehr saurem Substrat (pH 3,4 - 4) mit Reaktionszahlen 1 und 2 (vgl. Wirth 2001). ○ = Untersuchungsgebiet, ○ = untersuchte Rasterfelder, ⬩ 1-3 Arten, ◆ 4-7 Arten, ◆ mehr als 7 Arten.

Austrocknung der Sandsteine lässt sich ein Rückgang der Haarflechten (*Cystocoleus ebeneus*) im Untersuchungsgebiet beobachten. Die Flechte lebt geschützt vor direkter Benetzung bodennah unter Felsvorsprüngen, benötigt aber eine hohe Substratfeuchte.

Candelariella viae-lacteae (Abb. 25) ist eine unscheinbare Krustenflechte aus dem Mittelmeergebiet. Sie ist an extreme Eutrophierung bestens angepasst, was ihr Vorkommen am „locus classicus" in Athen (THOR & WIRTH 1990) und im Zentrum des Stadtgebietes von Izmir (JOHN 1989, SOMMERFELDT & JOHN 2001) deutlich wird. Die Ausbreitung im mittleren Europa wird von uns mit der Erwärmung begründet. In Winnipeg, USA, wurde *Candelaria concolor* neben zwei weiteren Arten als toleranteste Flechtenart registriert (STRINGER & STRINGER 1974). Da dort zu jenem Zeitpunkt die Schwefeldioxid-Immissionen gering waren, folgerten die Autoren daraus, dass Emissionen aus dem Straßenverkehr und mikroklimatische Gegebenheiten die Ursache sind, eben diese Einflüsse, die auch bei uns eine Ausbreitung dieser Flechte begünstigen. Schon früher hat man vergleichbare Beobachtungen an Gesteinsflechten gemacht, wie zum Beispiel die Ausbreitung der Krustenflechten *Caloplaca albolutescens* (Abb. 25), *Caloplaca teicholyta* und *Candelariella medians*.

Bezüglich der Temperaturgradienten (Abb. 26, S. 36) ist das Untersuchungsgebiet einheitlicher als bezüglich der Niederschläge. Die Arten mit den Zeigerwerten T2 bis T7 sind mit relativ gleichmäßiger Häufigkeit über Waldflächen, Stadtgebiet und Offenland verteilt (Abb. 26). Bei den Arten der Zeigerwertklassen 8 und 9 kehrt sich das Verhältnis um, wobei solche Arten im Wald überhaupt nicht mehr vorkommen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 6: Verzeichnis aller in Bad Dürkheim nachgewiesenen Flechten mit Angaben zur Gefährdung und der bevorzugten Substrate.

	Rote Liste D	Rote Liste RP	Substrat
Acarospora fuscata (Nyl.) Th. Fr.	*	*	S
Acarospora nitrophila H.Magn.	*	*	S
Acarospora versicolor Bagl. & Carestia	G	*	S
Acrocordia gemmata (Ach.) A.Massal.	V	1	BL
Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins & Scheid.	*	*	BL, S
Anaptychia ciliaris (L.) Körb.	2	1	BL
Anisomeridium polypori (Ellis & Everhl.) M.E.Barr	*	*	BL
Arthonia radiata (Pers.) Ach.	V	*	BL
Arthothelium ruanum (A. Massal.) Körb.	*	*	BL
Aspicilia caesiocinerea (Nyl. ex Malbr.) Arnold	*	*	S
Aspicilia calcarea (L.) Mudd	*	*	K
Aspicilia contorta (Hoffm.) Kremp.	*	*	K
Aspicilia hoffmannii (Ach.) Flagey	*	*	K
Athelia arachnoidea (Berk.) Jülich	*	*	BL, BN
Bacidia adastra Sparrius & Aptroot	D	*	BL
Bacidia arceutina (Ach.) Arnold	2	D	BL
Bacidia neosquamulosa Aptroot & van Herk	*	*	BL
Bacidia rubella (Hoffm.) A.Massal.	V	2	BL
Bacidina chloroticola (Nyl.) Vězda & Poelt	*	*	BL
Bacidina delicata (Larbal. ex Leight.) V.Wirth & Vězda	*	D	BL
Baeomyces rufus (Huds.) Rebent.	*	*	S, ES
Botryolepraria lesdainii (Hue) Canals et al.	*	D	S
Bryoria chalybeiformis (L.) Brodo & D.Hawksw.	2	0	S
Bryoria fuscescens (Gyeln.) Brodo & D.Hawksw.	3	3	BL
Buellia aethalea (Ach.) Th. Fr.	*	*	S
Buellia badia (Fr.) A.Massal.	3	*	S
Buellia griseovirens (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.	*	*	BL
Calicium glaucellum Ach.	3	3	BL
Calicium salicinum Pers.	3	3	BL
Caloplaca albolutescens (Nyl.) H.Olivier	*	*	K
Caloplaca cerinella (Nyl.) Flagey	2	3	BL
Caloplaca cerinelloides (Erichsen) Poelt	3	3	BL
Caloplaca chrysodeta (Vain. ex Räsänen) Dombr.	*	*	S, K
Caloplaca citrina (Hoffm.) Th.Fr.	*	*	K
Caloplaca crenularia (With.) J.R.Laundon	*	*	S
Caloplaca crenulatella (Nyl.) H.Olivier	D	*	S, K
Caloplaca decipiens (Arnold) Blomb. & Forss.	*	*	K
Caloplaca dolomiticola (Hue) Zahlbr.	–	*	S, K
Caloplaca flacocitrina (Nyl.) H.Olivier	*	*	K
Caloplaca flavorubescens (Huds.) J.R.Laundon	1	1	BL
Caloplaca grimmiae (Nyl.) H.Olivier	R	1	S
Caloplaca holocarpa (Hoffm. ex Ach.) Wade	D	*	K
Caloplaca lactea (A.Massal.) Zahlbr.	*	*	K
Caloplaca lithophila H.Magn.	*	*	K
Caloplaca pyracea (Ach.) Th.Fr.	–	*	BL
Caloplaca saxicola (Hoffm.) Nordin	*	*	K
Caloplaca teicholyta (Ach.) J.Steiner	*	*	S, K
Caloplaca variabilis (Pers.) Müll.Arg.	*	*	K
Candelaria concolor (Dicks.) Stein	*	*	BL
Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.	*	*	K
Candelariella coralliza (Nyl.) H.Magn.	*	*	S
Candelariella medians (Nyl.) A.L.Sm.	*	*	K
Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau	*	*	BL
Candelariella viae-lacteae G.Thor & V.Wirth	D	*	BL
Candelariella vitellina (Hoffm.) Müll.Arg.	*	*	BL, S
Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau	*	*	BL
Catillaria chalybeia (Borrer) A.Massal.	*	*	S
Catillaria lenticularis (Ach.) Th.Fr.	*	*	K
Catillaria nigroclavata (Nyl.) Schuler	3	*	BL
Cetraria aculeata (Schreb.) Fr.	3	*	ES
Cetrelia cetrarioides (Duby) W.L.Culb. & C.F.Culb.	3	2	BL
Cetrelia olivetorum (Nyl.) W.L.Culb. & C.F.Culb.	3	2	BL
Chaenotheca chrysocephala (Ach.) Th.Fr.	3	*	BL, BN
Chaenotheca ferruginea (Turner & Borrer) Migula	*	*	BL, BN
Chaenotheca furfuracea (L.) Tibell	3	*	BL, S
Chrysothrix candelaris (L.) J.R.Laundon	3	*	BL
Chrysothrix chlorina (Ach.) J.R.Laundon	*	*	S
Cladonia arbuscula ssp. *squarrosa* (Wallr.) Ruoss	3	*	ES
Cladonia caespiticia (Pers.) Flörke	*	*	S. ES
Cladonia chlorophaea (Sommerf.) Spreng.	*	*	S, ES
Cladonia cervicornis (Ach.) Flot.	3	3	ES
Cladonia coccifera (L.) Willd.	*	*	S
Cladonia coniocraea (Flörke) Spreng.	*	*	BL, S
Cladonia crispata (Ach.) Flot.	1	1	S
Cladonia digitata (L.) Hoffm.	*	*	BN
Cladonia fimbriata (L.) Fr.	*	*	BL
Cladonia floerkeana (Fr.) Flörke	3	*	S
Cladonia foliacea (Huds.) Willd.	3	*	K
Cladonia furcata (Huds.) Schrad.	*	*	S
Cladonia gracilis (L.) Willd.	3	*	S
Cladonia grayi G.Merr. ex Sandst.	*	*	K
Cladonia macilenta Hoffm.	*	*	BN
Cladonia mitis Sandst.	3	*	ES
Cladonia pleurota (Flörke) Schaerer	3	*	S
Cladonia pocillum (Ach.) Grognot	3	*	K
Cladonia polydactyla (Flörke) Spreng.	*	*	BN
Cladonia portentosa (Dufour) Coem.	3	*	S
Cladonia pyxidata (L.) Hoffm.	*	*	S
Cladonia ramulosa (With.) J.R.Laundon	3	*	BN
Cladonia rangiferina (L.) Weber ex Wigg.	2	3	S
Cladonia rangiformis Hoffm.	3	*	K
Cladonia scabriuscula (Delise) Nyl.	3	*	S
Cladonia squamosa (Scop.) Hoffm.	*	*	S
Cladonia squamosa var. *subsquamosa*	–	D	S
Cladonia subulata (L.) Weber ex Wigg.	*	*	S
Cladonia uncialis (L.) Weber ex Wigg.	3	*	S
Cladonia verticillata (Hoffm.) Schaer.	3	3	S
Collema crispum (Huds.) F.H.Wigg.	*	*	K
Collema cristatum (L.) F.H.Wigg.	3	*	K
Collema fuscovirens (With.) J.R.Laundon	*	*	K
Collema tenax (Sw.) Ach. em. Degel.	*	*	K
Cystocoleus ebeneus (Dillwyn) Thwaites	*	*	S
Dermatocarpon miniatum (L.) W.Mann	3	*	S
Dibaeis baeomyces (L. fil.) Rambold & Hertel	2	2	S
Diploicla canescens (Dicks.) A.Massal.	3	*	S
Diploschistes scruposus (Schreb.) Norm.	*	*	S
Diplotomma chlorophaeum (Hepp ex Leight.) Szatala	–	D	S
Diplotomma epipolium (Ach.) Arnold	*	D	K
Endocarpon pusillum Hedw.	2	2	EK
Evernia prunastri (L.) Ach.	*	*	BL, BN
Flavoparmelia caperata (L.) Hale	*	*	BL
Flavoparmelia soredians (Nyl.) Hale	*	*	BL
Fulgensia fulgens (Sw.) Elenkin	1	1	K
Fuscidea cyathoides (Ach.) V.Wirth & Vězda	3	*	S
Fuscidea praeruptorum (De Retz & H.Magn.) V.Wirth & Vězda	*	*	S
Graphis scripta (L.) Ach.	3	*	BL
Gyalecta truncigena (Ach.) Hepp	1	1	BL
Haematomma ochroleucum (Neck.) J.R.Laundon var. *ochroleucum*	3	*	S
Haematomma ochroleucum var. *porphyricum* (Pers.) J.R.Laundon	3	*	S
Hyperphyscia adglutinata (Flörke) H.Mayrhofer & Poelt	*	*	BL
Hypocenomyce caradocensis (Nyl.) P.James & Gotth.Schneider	*	3	BN
Hypocenomyce scalaris (Ach. ex Lil.) M.Choisy	*	*	BL, BN, S
Hypogymnia farinacea Zopf	3	2	BL
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.	*	*	BL, BN, S
Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Havaas	*	*	BL, BN
Icmadophila ericetorum (L.) Zahlbr.	1	1	ES, M
Imshaugia aleurites (Ach.) S.F.Meyer	*	*	BN
Lasallia pustulata (L.) Merat	3	*	S
Lecania cyrtella (Ach.) Th.Fr.	*	*	BL
Lecania cyrtellina (Nyl.) Sandst.	*	*	BL
Lecania erysibe (Ach.) Mudd	*	*	K
Lecania inundata (Hepp ex Körb.) M.Mayrhofer	*	*	K
Lecania naegelii (Hepp) Diederich & van den Boom	3	*	BL
Lecanora albescens (Hoffm.) Brandt & Rostr.	*	*	K
Lecanora argentata (Ach.) Malme	3	*	BL
Lecanora campestris (Schaer.) Hue	*	*	S
Lecanora carpinea (L.) Vain.	*	*	BL
Lecanora chlarotera Nyl.	*	*	BL
Lecanora circumborealis Brodo & Vitik.	2	*	BL
Lecanora compallens van Herk & Aptroot	*	*	BL
Lecanora conizaeoides Nyl. ex Crombie	*	*	BL, BN, S
Lecanora crenulata Hooker, non auct.	*	*	K
Lecanora crenulata auct., non Hooker	–	*	K
Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf.	*	*	K
Lecanora expallens Ach.	*	*	Borke
Lecanora flotoviana Spreng.	*	*	K
Lecanora hagenii (Ach.) Ach.	*	*	BL
Lecanora horiza (Ach.) Linds.	3	D	BL
Lecanora intricata (Ach.) Ach.	*	*	S
Lecanora intumescens (Rebent.) Rabenh.	2	3	BL
Lecanora orosthea (Ach.) Ach.	*	*	S
Lecanora pannonica Szatala	3	*	S
Lecanora persimilis (Th.Fr.) Nyl.	D	*	BL
Lecanora polytropa (Ehrh. ex Hoffm.) Rabenh.	*	*	S
Lecanora pulicaris (Pers.) Ach.	*	*	BL
Lecanora rupicola (L.) Zahlbr.	*	*	S
Lecanora saligna (Schrad.) Zahlbr.	*	*	BL
Lecanora sambuci (Pers.) Nyl.	3	*	Borke
Lecanora subcarnea (Li.) Ach.	*	*	BL
Lecanora subcarpinea Szatala	2	*	BL
Lecanora swartzii (Ach.) Ach.	*	*	S
Lecanora symmicta (Ach.) Ach.	*	*	BL

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 6: (Fortsetzung) Verzeichnis aller in Bad Dürkheim nachgewiesenen Flechten mit Angaben zur Gefährdung und der bevorzugten Substrate.

	Rote Liste D	Rote Liste RP	Substrat
Lecanora umbrina (Ach.) A.Massal.	–	★	BL
Lecanora varia (Hoffm.) Ach.	2	2	BL, H
Lecanora xanthostoma Cl.Roux ex Fröberg	D	★	K
Lecidea fuscoatra (L.) Ach.	★	★	S
Lecidea grisella Flörke	–	★	S
Lecidella achristotera (Nyl.) Hertel & Leuckert	–	★	BL
Lecidella carpathica Koerb.	★	★	S
Lecidella elaeochroma (Ach.) M.Choisy	★	★	BL
Lecidella scabra (Taylor) Hertel & Leuckert	★	★	S
Lecidella stigmatea (Ach.) Hertel & Leuckert	★	★	S, K
Lepraria caesioalba (de Lesd.) J.R.Laundon	★	★	S
Lepraria incana (L.) Ach.	★	★	BL, BN, S
Lepraria lobificans Nyl.	★	★	BL, BN
Lepraria membranacea (Dicks.) Vain.	★	★	S, BL
Lepraria neglecta (Nyl.) Lettau	★	★	S
Lepraria nivalis J.R.Laundon	★	★	K
Lepraria rigidula (de Lesd.) Tønsb.	★	★	BL
Lepraria vouauxii (Hue) R.C.Harris	★	★	S, K
Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm.	1	1	BL
Lobarina scrobiculata (Scop.) Nyl. ex Crombie	1	0	BL
Melanelixia fuliginosa (Duby) O.Blanco et al.ssp. *fuliginosa*	–	★	S, BL
Melanelixia fuliginosa ssp. *glabratula* (Lamy) J.R.Laundon	★	★	BL, BN
Melanelixia subaurifera (Nyl.) O.Blanco et al.	★	★	BL
Melanohalea exasperata (de Not.) O.Blanco et al.	★	★	BL
Melanohalea exasperatula (Nyl.) O.Blanco et al.	★	★	BL
Melanohalea olivacea (L.) O.Blanco et al.	0	0	BL
Micarea denigrata (Fr.) Hedl.	★	–	BN
Micarea lignaria (Ach.) Hedl.	★	★	S
Micarea micrococca (Körb.) Gams ex Coppins	★	★	BL
Micarea prasina Fr.	★	★	BL
Mycoblastus fucatus (Stirton) Zahlbr.	★	★	BL
Naetrocymbe punctiformis (Pers.) R.C.Harris	2	★	BL
Normandina pulchella (Borrer) Nyl.	★	★	BL
Ochrolechia androgyna (Hoffm.) Arnold	3	3	BL
Ochrolechia parella (L.) A.Massal.	3	3	S
Ochrolechia turneri (Sm.) Hasselrot	3	3	BL
Opegrapha rufescens Pers.	3	3	BL
Opegrapha varia Pers.	3	3	BL
Opegrapha vermicellifera (Kunze) J.R.Laundon	3	3	BL
Opegrapha zonata Körb.	★	★	S
Parmelia ernstiae Feuerer & A.Thell	★	★	BL
Parmelia omphalodes (L.) Ach.	★	★	S
Parmelia saxatilis (L.) Ach.	★	★	BL, S
Parmelia sulcata Taylor	★	★	BL, S
Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl.	★	★	BL, BN, S
Parmeliopsis hyperopta (Ach.) Arnold	★	★	BL
Parmotrema chinense (Osbeck) Hale & Ahti	3	2	BL
Peltigera horizontalis (Huds.) Baumg.	2	2	ES
Peltigera polydactylon (Neck.) Hoffm.	3	★	ES
Peltigera praetextata (Flörke ex Sommerf.) Zopf	3	★	S
Peltigera rufescens (Weiss) Humb.	3	★	K
Peltigera venosa (L.) Baumg.	1	0	ES
Pertusaria albescens (Huds.) M.Choisy & Werner	3	★	BL
Pertusaria amara (Ach.) Nyl.	3	★	BL
Pertusaria coccodes (Ach.) Nyl.	3	3	BL
Pertusaria corallina (L.) Arnold	★	★	S
Pertusaria coronata (Ach.) Th.Fr.	2	3	BL
Pertusaria flavida (DC.) J.R.Laundon	2	3	BL
Pertusaria hemisphaerica (Flörke) Erichsen	2	3	BL
Pertusaria leioplaca DC.	3	3	BL
Pertusaria pertusa (Weigel) Tuck.	3	★	BL
Pertusaria pseudocorallina (Lilj.) Arnold	★	★	S
Phaeophyscia nigricans (Flörke) Moberg	★	★	K, BL
Phaeophyscia orbicularis (Neck.) Moberg	★	★	BL, K
Phlyctis argena (Spreng.) Flot.	★	★	BL
Physcia adscendens (Fr.) H.Olivier	★	★	BL, K
Physcia caesia (Hoffm.) Fürnr.	★	★	S
Physcia dubia (Hoffm.) Lettau	★	★	S
Physcia stellaris (L.) Nyl.	3	3	BL
Physcia tenella (Scop.) DC.	★	★	BL, K
Physcia tribacia (Ach.) Nyl.	1	1	S
Physconia distorta (With.) J.R.Laundon	2	3	BL
Physconia enteroxantha (Nyl.) Poelt	3	3	BL
Physconia grisea (Lam.) Poelt	★	3	BL
Piccolia ochrophora (Nyl.) Hafellner	★	–	BL
Placynthiella dasaea (Stirt.) Tønsberg	★	★	BL, H
Placynthiella icmalea (Ach.) Coppins & P.James	★	★	BL
Placynthium nigrum (Huds.) S.Gray	★	★	K
Platismatia glauca (L.) W.L.Culb. & C.F.Culb.	★	★	BL, BN, S
Pleurosticta acetabulum (Neck.) Elix & Lumbsch	3	3	BL
Polysporina lapponica (Ach. ex Schaer.) Degel.	★	★	S
Polysporina simplex (Davies) Vězda	★	★	S
Porina leptalea (Durieu & Mont.) A.L.Sm.	★	★	BL
Porpidia cinereoatra (Ach.) Hertel & Knoph	★	★	S
Porpidia crustulata (Ach.) Hertel & Knoph	★	★	S
Porpidia soredizodes (Lamy ex Nyl.) J.R.Laundon	★	★	S
Porpidia tuberculosa (Sm.) Hertel & Knoph	★	★	S
Protoblastenia rupestris (Scop.) J.Steiner	★	★	K
Protoparmeliopsis muralis (Schreb.) M.Choisy	★	★	S, K
Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf var. *furfuracea*	★	★	BL
Pseudosagedia aenea (Wallr.) Hafellner & Kalb	★	★	BL
Pseudosagedia chlorotica (Ach.) Hafellner & Kalb	★	★	S
Psilolechia lucida (Ach.) M.Choisy	★	★	S
Punctelia jeckeri (Roum.) Kalb	★	★	BL
Punctelia subrudecta (Nyl.) Krog	★	★	BL
Pyrenula nitida (Weigel) Ach.	2	3	BL
Ramalina calicaris (L.) Fr.	1	0	BL
Ramalina farinacea (L.) Ach.	★	★	BL
Ramalina pollinaria (Westr.) Ach.	3	★	BL, S
Rhizocarpon distinctum Th.Fr.	★	★	S
Rhizocarpon geographicum (L.) DC.	★	★	S
Rhizocarpon lecanorinum Anders	★	★	S
Rhizocarpon petraeum (Wulfen) A.Massal.	2	D	S
Rhizocarpon reductum Th.Fr.	★	★	S
Rhizocarpon viridiatrum (Wulfen) Körb.	★	★	S
Rinodina bischoffii (Hepp) A.Massal.	★	★	S
Rinodina pyrina (Ach.) Arnold	2	★	BL
Ropalospora viridis (Tønsberg) Tønsberg	★	★	BL
Sarcogyne regularis Körb.	★	★	K
Scoliciosporum chlorococcum (Graewe ex Stenh.) Vězda	★	★	BL
Scoliciosporum umbrinum (Ach.) Arnold	★	★	BL, S
Squamarina lentigera (Weber) Poelt	1	1	K
Staurothele frustulenta Vain.	★	★	S
Stenocybe pullatula (Ach.) Stein	2	★	BL
Stereocaulon condensatum Hoffm.	1	1	S
Strangospora moriformis (Ach.) Stein	3	★	BL
Strangospora pinicola (A.Massal.) Körb.	★	★	BL
Tephromela atra (Huds.) Hafellner	3	★	S
Tephromela grumosa (Pers.) Hafellner & Cl.Roux	★	★	S
Toninia sedifolia (Scop.) Timdal	2	3	K
Trapelia coarctata (Sm.) M.Choisy	★	★	S
Trapelia involuta (Taylor) Hertel	★	★	S
Trapelia obtegens (Th.Fr.) Hertel	★	★	S
Trapelia placodioides Coppins & P.James	★	★	S
Trapeliopsis flexuosa (Fr.) Coppins & P.James	★	★	BL, BN, M
Trapeliopsis granulosa (Hoffm.) Lumbsch	★	★	BL, BN, ES
Trapeliopsis pseudogranulosa Coppins & P.James	★	★	ES
Tuckermannopsis chlorophylla (Willd.) Hale	★	★	BL
Umbilicaria grisea Hoffm.	3	★	S
Umbilicaria hirsuta (Sw. ex Westr.) Hoffm.	★	★	S
Umbilicaria polyphylla (L.) Baumg.	3	★	S
Umbilicaria polyrhizza (L.) Fr.	1	1	S
Usnea filipendula Stirton	3	3	BL
Verrucaria baldensis A.Massal.	★	★	K
Verrucaria calciseda DC.	★	★	K
Verrucaria funckii (Spreng.) Zahlbr.	3	★	
Verrucaria muralis Ach.	★	★	K
Verrucaria nigrescens Pers.	★	★	K
Verrucaria rheitrophila Zschacke	2	★	
Verrucaria tectorum (A.Massal.) Körb.	★	★	K
Verrucaria viridula (Schrad.) Ach.	★	★	K
Xanthoparmelia conspersa (Ehrh. ex Ach.) Hale	★	★	S
Xanthoparmelia loxodes (Nyl.) O.Blanco et al.	3	★	S
Xanthoparmelia mougeotii (Schaer. ex D.Dietr.) Hale	3	2	S
Xanthoparmelia pulla (Ach.) O.Blanco et al.	★	★	S
Xanthoparmelia verruculifera (Nyl.) O.Blanco et al.	★	★	S
Xanthoria candelaria (L.) Th.Fr.	★	★	BL
Xanthoria elegans (Link) Th.Fr.	★	★	K
Xanthoria parietina (L.) Th.Fr.	★	★	BL, K
Xanthoria polycarpa (Hoffm.) Rieber	★	★	BL

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

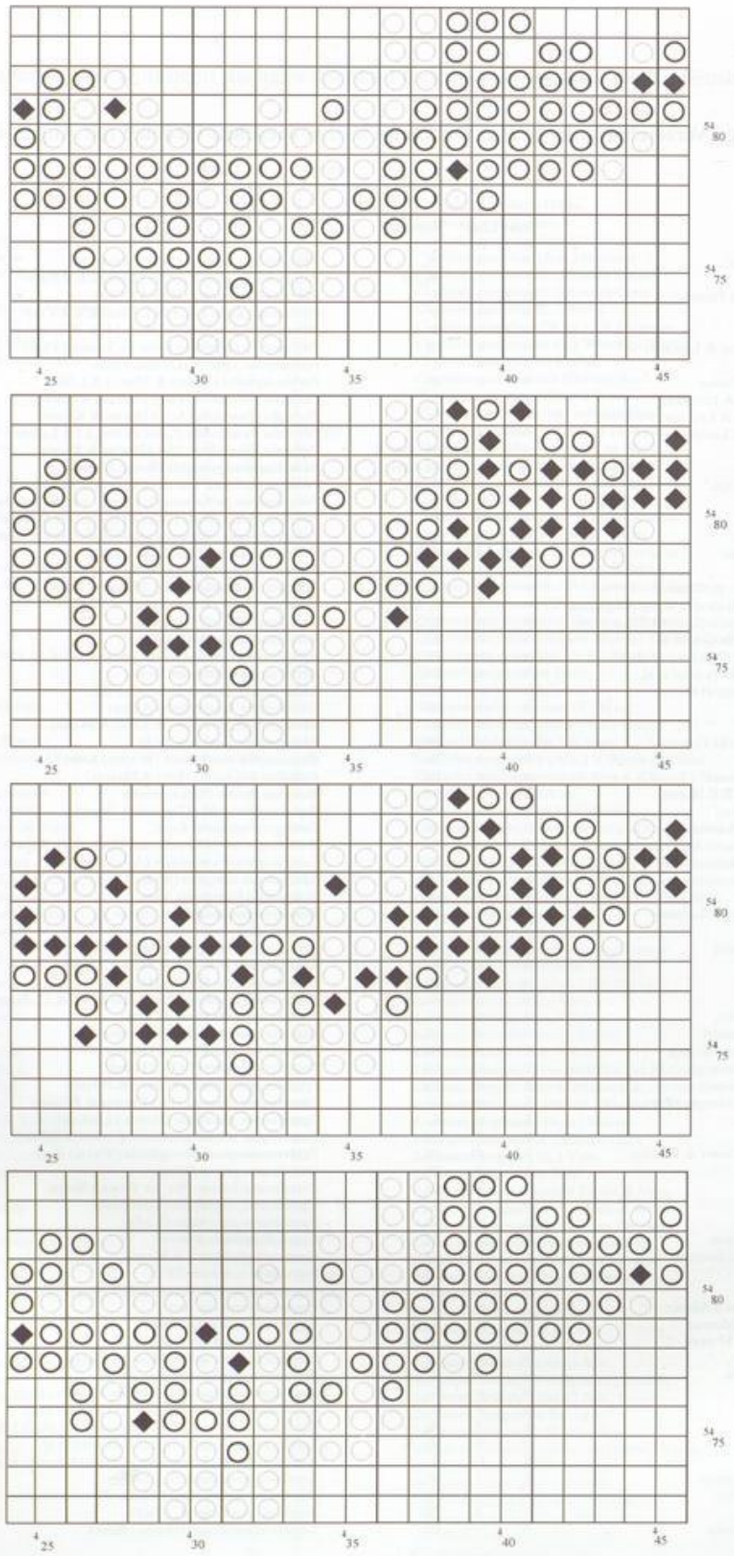
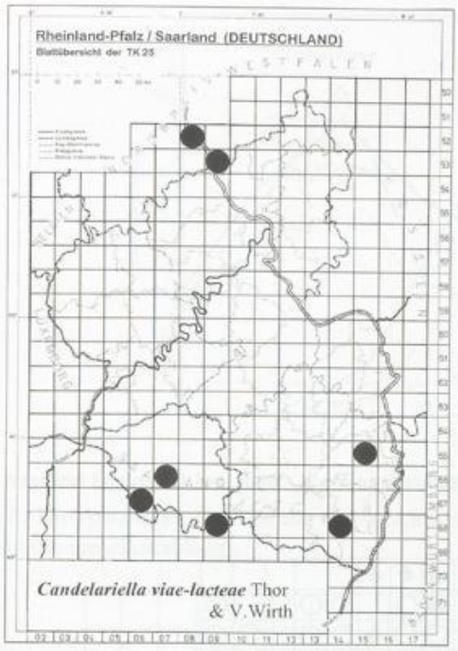


Abb. 24: Verteilung der Fundorte der Flechten aus den verschiedenen Gefährdungskategorien im Untersuchungsgebiet. ○ Untersuchungsgebiet, ○ untersuchte Rasterfelder, ◆ von oben nach unten: vom Aussterben bedrohte Arten (1), stark gefährdete Arten (2), gefährdete Arten (3), Arten der Vorwarnstufe (V) .

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main



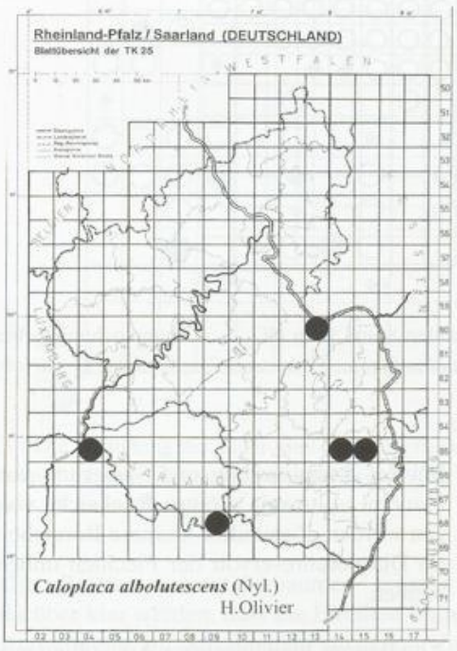


Abb. 25: Die bisherigen Fundpunkte der epiphytischen *Candelariella viae-lacteae* und der Gestein bewohnenden *Caloplaca albolutescens* in Rheinland-Pfalz, Saarland und näherer Umgebung stammen alle aus der Zeit nach 2000.

4.5 Gefährdung und Rote Liste

Die Einschätzung der Gefährdung der einzelnen Flechtenarten bezogen auf die Bundesrepublik Deutschland (D) folgt der vorläufigen neuen Fassung der Roten Liste, wie sie vorab ins Internet gestellt wurde (WIRTH 2007). Die Gefährdungskategorien richten sich nach LUDWIG et al. (2006). Eine Neuauflage der Roten Liste der Flechten in Rheinland-Pfalz wird derzeit erarbeitet. Die Angaben hierzu unter RP sind als vorläufig zu betrachten.

Legende zu Tab. 6 (S. 32f.).

0	ausgestorben oder verschollen
1	vom Aussterben bedroht
2	stark gefährdet
3	gefährdet
V	Vorwarnliste
R	extrem selten
D	Daten unzureichend
G	Gefährdung anzunehmen
*	ungefährdet
–	nicht aufgelistet

Unter Substrat sind folgende Unterlagen aufgeführt:

BN	Borke von Nadelgehölzen
BL	Borke von Laubbäumen
H	Holz
S	Silikatgestein
K	Kalkgestein, incl. Mörtel, Beton und Zementplatten
ES	Erdboden über Silikatgestein
EK	Erdboden über Kalkgestein
D	Detritus und Moder

(vgl. Abb. 24, S. 34; Abb., 30, S. 38).

5 Diskussion

Die relativ hohe Zahl von 312 Flechtenarten in einem Areal von 100 km^2 setzt sich zusammen aus historischen Fundangaben und der aktuellen Erfassung. Bereits 43 % dieser Arten waren in den 200 Jahren von 1800 bis 2000 bekannt geworden, und 57 % ab 2001 (Abb. 8). Die meisten Flechtenarten lassen sich bestimmten Lebensräumen zuordnen, an die diese angepasst sind, beziehungsweise lassen sich im Umkehrschluss die Lebensräume anhand der in ihnen vorkommenden Flechten beurteilen. Mit den Zeigerwerten und der Einstufung in der Roten Liste der Flechten sind uns weitere Instrumente zur Hand gegeben, unsere Umwelt durch Flechten als Bioindikatoren zu charakterisieren und zu bewerten. Erste Voraussetzung hierfür ist die Kartierung der Flechten respektive ihrer Standorte. Obgleich die aktuelle Dynamik in der Populationsbiologie der Flechten zeigt, dass verschollen geglaubte Arten plötzlich wiedergefunden werden, andere Arten aufgrund ökologischer Umwälzungen ohne unser Zutun verschwinden, sollten wir ein Minimum an Aufmerksamkeit den Flechten mit ihren Standorten zukommen lassen. Nicht selten sind diese Standorte auch

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

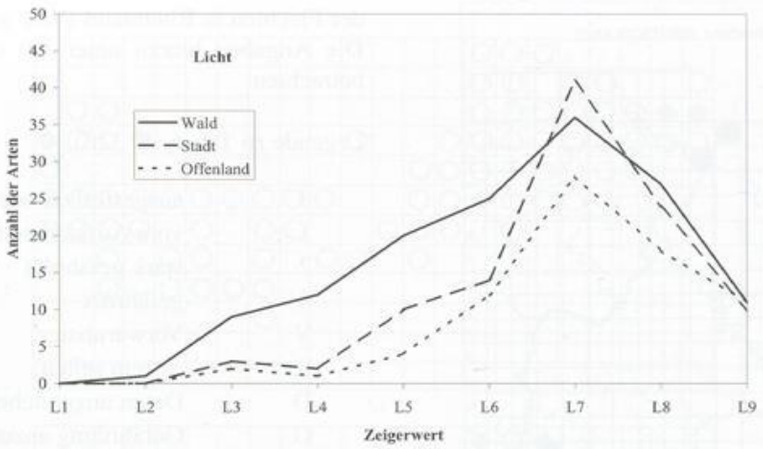


Abb. 26: Die Anzahl der Flechten aus den verschiedenen Zeigerwertklassen in Wald, Stadt und Offenland bezogen auf die Temperaturzahl (Wärme).

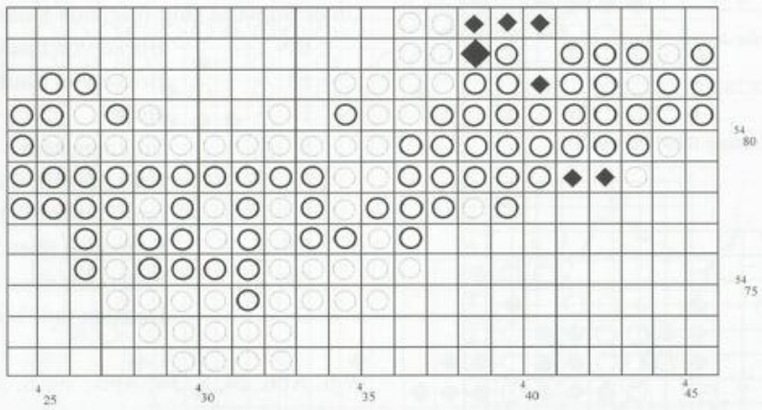


Abb. 27: Die Verteilung der wärmeliebenden Arten mit Temperaturzahlen 8 und 9 im UG. ○ = Untersuchungsgebiet, ○ = untersuchte Rasterfelder, ◆ Krustenflechten (*Caloplaca coronata*, *C. dolomiticola*, *C. lactea*, *C. teicholyta*, *C. variabilis*), ◇ Blattflechten (*Flavoparmelia soredians*).

von übergeordneter Bedeutung (z.B. als Lebensraum für Tiere), andererseits aber auf eng begrenzte Mikrostandorte begrenzt. Zu solchen Mikrostandorten lassen sich die Borkenrisse alter Eichen zählen, in denen die Stecknadelköpfchen-Flechten wachsen, oder Mauerritzen in den alten Gemäuern der Burgen. Daraus resultierend lassen sich einige Forderungen zum Schutz der Flechten ableiten. Dabei muss man sich immer bewusst bleiben, dass nicht nur die Flechte an sich den Wert darstellt, der zu schützen ist, sondern ebenso die Aussage, die man aus ihrem Vorkommen an einem bestimmten Standort bezüglich dessen Qualität ziehen kann. Folgende 5 Punkte sind für den Schutz von Flechten besonders hervorzuheben:

1. Mit dem Freistellen exponierter Felsen wurde bereits begonnen. Selbst wenn dies eine Nebenerscheinung bei der Pflege von Stromleitungen ist, wirken sich solche Maßnahmen positiv auf die Flechten aus.

2. Bei der Restaurierung und Sanierung von alten Mauern sollte mit größter Rücksicht vorgegangen werden. Zumindest kleinere Bereiche sollten als Diasporenreservoir der Flechten unbehandelt bleiben.

3. Alte Bäume, gleich welcher Art, sollten möglichst erhalten bleiben. Das gilt sowohl für Waldbäume wie für Bäume in der freien Landschaft, z. B. Apfelbäume, Walnussbäume oder Alleebäume.

4. Pflegemaßnahmen an Grabsteinen auf Friedhöfen sollten auf ein Mindestmaß beschränkt werden oder gar unterbleiben. Alte Grabsteine und sonstige Mauerwerke sollten unbedingt erhalten bleiben. Zum Erhalt bzw. zum Umwandeln eines Friedhofs in einen Lebensraum ist ein Umdenken in der Bevölkerung und im Management der Behörden notwendig.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

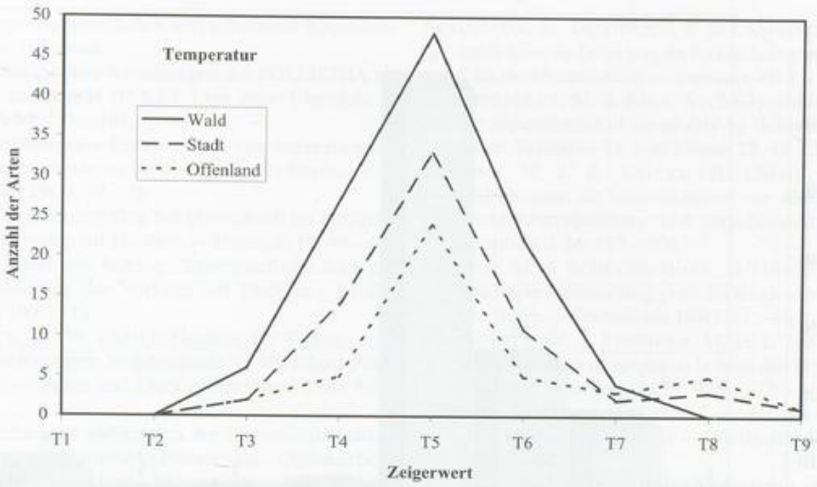


Abb. 28: Die Anzahl der Flechten aus den verschiedenen Zeigerwertklassen in Wald, Stadt und Offenland bezogen auf die Lichtzahl (Sonneneinstrahlung).

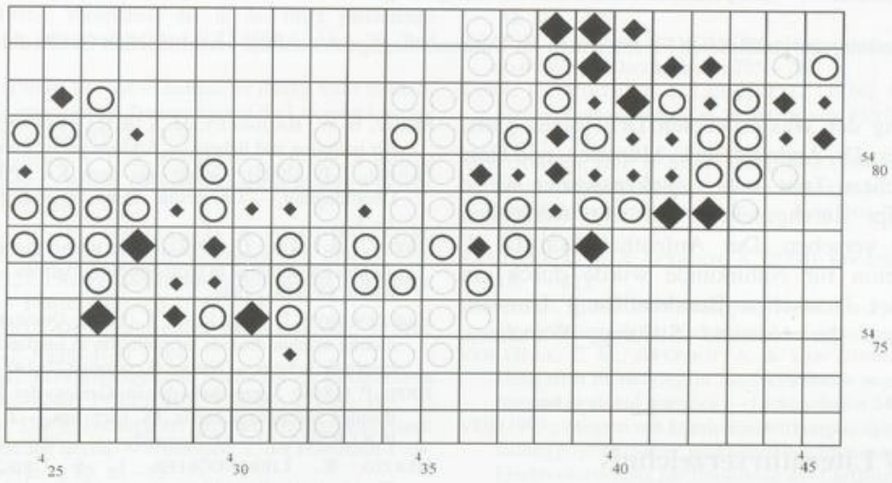


Abb. 29: Die Verteilung der Licht- und Volllichtpflanzen unter den Flechtenarten (selten weniger als 40% bzw. 50% relative Beleuchtung) mit den Lichtzahlen 8 und 9 (vgl. Wirth 2001). ○ = Untersuchungsgebiet, ○ = untersuchte Rasterfelder, • 1-3 Arten, ◆ 4-10 Arten, ◆ mehr als 10 Arten.

5. Die Besitzer von Obstbäumen müssen sich darüber klar werden, dass die Flechten Epiphyten sind und nur auf den Bäumen aufsitzen, ohne ihnen zu schaden, und nicht Parasiten, die das Holz zerstören. Hier sind die Redakteure von Gartenzeitschriften gefordert, unsinnige Aufrufe wie „Bäume von Flechten zu befreien" zu unterlassen.

Mit der vorliegenden Studie lässt sich die Sinnhaftigkeit solcher Forderungen eindrucksvoll belegen. Die politischen, wirtschaftlichen und technischen Maßnahmen, die zur Reduktion von SO_2 in der Luft geführt haben, gingen nicht zuletzt auf eindringliche Forderungen und hunderte von Untersuchungen von Flechtenkundlern zurück. Heute profitiert die gesamte Bevölkerung davon. Die Zunahme von Flechtenwachstum an Weinreben kann von den Bad Dürkheimer Winzern durchaus als Qualitätsmerkmal für ihren Weinbau vermarktet werden.

An Reben, die übermäßig eutrophiert werden oder unsachgemäß mit Pestiziden behandelt werden, wachsen keine Flechten! Bachbegleitende Bäume und Alleen sind hervorragende Sonderstandorte für aussagekräftige Flechtenarten.

6 Danksagung

Herr Dr. Tassilo Feuerer, Hamburg, hat freundlicherweise das gesamte rheinland-pfälzische Material aus HBG zum Studium bereitgestellt. Für Bestimmungshilfen danken wir den Herren Dr. Esteve Llopp, Barcelona, Dr. Christian Printzen, Frankfurt, und für

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

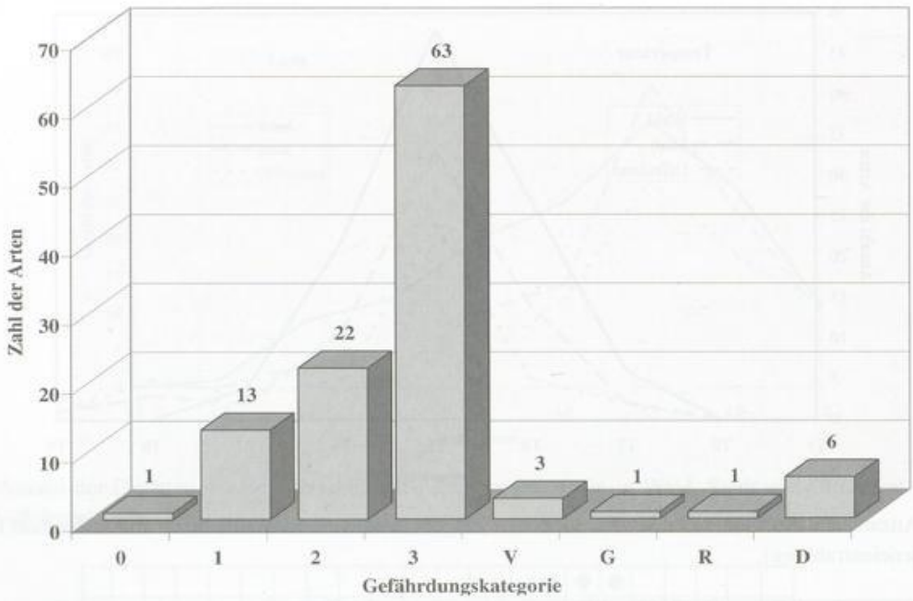


Abb. 30: Verteilung der gefährdeten Flechtenarten im Untersuchungsgebiet auf die verschiedenen Gefährdungskategorien.

die Bearbeitung der Wasserflechten Dr. Holger Thüs, Mannheim. Herr Dr. Andreas Beck, München, und Herr Dr. Hans Reichert, Trier, haben dankenswerter Weise das Manuskript durchgesehen und mit wertvollen Anmerkungen versehen. Der Aufenthalt von D. Z. am Pfalzmuseum für Naturkunde wurde durch ein Stipendium der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück, und der Nowicki Stiftung, Warszawa, ermöglicht.

7 Literaturverzeichnis

ALLEN, A. & PEDLEY, I. (2007): BLS churchyard sub-committee workshop S Sommerset.— British Lichen Society Bulletin **100**: 31 – 33.

APTROOT, A. (2005): Lichens and global warming.— Brit. Lich. Soc. Bulletin **96**: 14 – 16.

BACHMANN, O. (1963): Zur pfälzischen Flechtenflora. 1. Bemerkenswerte Neufunde und Wiederfunde von einigen Flechten in der Pfalz.— Pfälzer Heimat **14**(2): 66 – 67.

BESCHEL, R. (1958): Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum.— Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins Innsbruck **52**: 1 – 158.

BICKER, F. R. (2004): Das Gaswechselverhalten und Vegetationsmuster von Nabelflechten an exponierten Pfälzer Buntsandsteinfelsen, auf unterschiedliche abiotische Umweltfaktoren.— Diplomarbeit, Allgemeine Botanik, TU Kaiserslautern: 1 – 118.

BIEHLER, W. (1984): Naturkundliches und Historisches von der Sommerwende (Gewanne am Gräfenberg) Bad Dürkheim.— Pfälzer Heimat **35**(3): 125 – 130. Speyer.

BRUMMIT, R. K. & POWELL, C. E. (1992): Authors of plant names.— Royal Botanical Gardens, Kew.

DIEDERICH, P. & SÉRUSIAUX, E. (2000): The lichens and lichenicolous fungi of Belgium and Luxembourg. An annotated checklist.— Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg.

ERHARDT, W. (1987): Die Bedeutung von Akklimatisation und Referenzexposition für die Auswertung von Flechtenexpositionen.— VDI-Berichte **609**: 701 – 714.

FERRY, B. W., BADDELEY, M. S. & HAWKSWORTH, D. L. (1973): Air pollution and lichens.— Athlone press, London: 389 S.

FRAHM, J.-P. (2005): Gefahr aus dem Kat: Pflanzen droht die Überdüngung.— Universität Bonn, Presseinformationen **463**: 1 – 3.

GARTY, J. & FUCHS, C. (1982): Heavy metals in the lichen *Ramalina duriaei* transplanted in biomonitoring stations.— Water, Air, Soil Pollut. **17**: 175 – 183.

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

HEPP, P. (1844): Verzeichnis der im Gebiete der Pollichia vorkommenden Naturgegenstände. IX. Lichenes.— **2.** Jahresbericht der POLLICHIA: 51 – 57. Neustadt.

HERZIG, R., LIEBENDÖRFER, L. & URECH, M. (1987): Flechten als Bioindikatoren der Luftverschmutzung in der Schweiz: Methoden-Evaluation und Eichung mit wichtigen Luftschadstoffen.— VDI-Berichte **609**: 619 – 639.

HILL, D. J. (1994): The succession of lichens on gravestones: a preliminary investigation.— Cryptogamic Botany **4**: 179 – 186.

HOFREUTER, D. (1988): Kartierung epiphytischer Flechten in Bad Dürkheim und Umgebung.— Unveröff. Facharbeit Biologie, WHG: 1 – 94. Bad Dürkheim.

JOHN, V. (1984): Rasterkartierung der Flechten in Rheinland-Pfalz. Neue Regionalstelle im Pfalzmuseum für Naturkunde, Bad Dürkheim.— Pfälzer Heimat **35**(4): 173 – 174. Speyer.

JOHN, V. (1985): Das Flechten-Herbarium von Eugen MÜLLER im Pfalzmuseum für Naturkunde (POLL).— Mitteilungen der POLLICHIA **73**: 245 – 252. Bad Dürkheim.

JOHN, V. (1989): Flechten als Bioindikatoren für anthropogene Luftbelastungen. In: Barth, H.-G., Duthweiler, H. & Voigt, W.: Umweltqualität und Naturraumpotentiale im Ballungsraum Izmir.— Beiträge zur räumlichen Planung **22**: 193 – 214.

JOHN, V. (1990): Atlas der Flechten in Rheinland-Pfalz.— Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz 13(1): 1 – 275, **13**(2): 1 – 272. Oppenheim.

JOHN, V. (1996): Les lichens des Réserves de la Biosphère des Vosges du Nord et du Pfälzerwald. I. Qualité de l'air et valeurs indicatrices. Premiers résultats.— Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord **5**: 17 – 41.

JOHN, V. (1997) Aufnahme der epiphytischen Flechtenvegetation an Waldökosystem-Dauerbeobachtungsflächen in Rheinland-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Pfalz.— Mitteilungen der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz **40**: 91 – 112. Trippstadt.

JOHN, V. (2002): Die botanischen Sammlungen der POLLICHIA im Pfalzmuseum für natzrkunde (POLL). Eine erste Übersicht.— Mitt. POLLICHIA **89**: 141 – 191.

JOHN, V. (2003): Forschung am Pfalzmuseum von internationaler Tragweite: Flechten nach wie vor im Blickpunkt des Interesses.— POLLICHIA-Kurier **19**(3): 37 – 38.

JOHN, V. (2006): Die Schlackenhalden bei Hostenbach im mittleren Saartal als Sekundärbiotop für Flechten.— Herzogia **19**: 49 – 61.

JOHN, V. (2007): Stickstoff und Wärme - Synergieeffekte oder gegenseitige Verschleierung der Wirkung auf Flechten.- KRdL-Schriftenreihe **37**: 109 – 118.

JOHN, V. & SCHRÖCK, H. W. (2001): Flechten im Kronen- und Stammbereich geschlossener Waldbestände in Rheinland-Pfalz (SW-Deutschland).— Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz **9**(3): 727 – 750.

JUNG, M. (1992): Flechten als Indikatoren der Immissionssituation in Waldökosystemen des Naturparks Pfälzerwald.- Diplomarbeit, Univ. des Saarlandes, Fachrichtung Biogeographie, Saarbrücken. 1 – 241, I – XXIV.

KARABULUT, S. N., ÖZDEMIR-TÜRK, A. & JOHN, V. (2004): Lichens to monitor afforestation effects in Çanakkale, Turkey.— Cryptogamie, Mycologie **25**(4): 333 – 346.

KOCH, G. F. (1856): Verzeichnis der in der Pfalz gefundenen Flechten.— **14.** Jahresbericht der POLLICHIA: 16 – 20. Bad Dürkheim.

LAUNDON, J. R. (1980): The use of lichens for dating walls in Bradgate Park, Leicestershire.— Transactions of the Leicester Literary and Philosophical Society **74**: 11-30.

LOCK, W. W., Andrews, J. T. & Webber, P. J. (1979): A manual for lichenometry.— British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin **26**: 1 – 47.

LUDWIG, G., HAUPT, H., GRUTTKE, H. & BINOT-HAFKE, M. (2006): Gefährdungsanalyse.— BfN-Skripten **191**: 13 – 55.

MÜLLER, E. (1952): Pflanzengeographisch bedeutsame atlantische Florenfunde.— Pfälzer Heimat **3**(2): 55 – 56.

MÜLLER, E. (1953): Die Flechtenflora der Rheinpfalz.— Mitt. POLLICHIA, 3. Reihe, **1**: 41 – 122.

MÜLLER, E. (1954): Berichtigungen und Nachträge zur Flechtenflora der Rheinpfalz.— Mitt. POLLICHIA, 3. Reihe, **2**: 198 – 199.

NATHO, G. (1964): Die Verbreitung der epixylen Flechten und Algen im Demokratischen Berlin.— Wissensch. Z. der Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Nat. R. **13**: 53 – 75.

OERTNER, K. & GEHRING, H. (1995): Lebendige Friedhöfe.— Naturschutz heute **2**/1995: 6 – 7.

PUCKETT, K. J. (1988): Bryophytes and lichens as monitors of metal deposition.— Bibliotheca Lichenologica **30**: 231 – 267.

RICHARDSON, D. H. S. (1992): Pollution monitoring with lichens.— Naturalists Handbook **19**.

ROUX, C. (1978): Complément à l'étude écologique et phytosociologique des peuplements lichénique saxicoles-calcicoles de SE de la France.— Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille **38**: 65 – 186.

ROUX, C. (1981): Étude écologique et phytosociologique des peuplements lichéniques saxicoles-calcicoles du sud-est de la France.— Bibliotheca Lichenologica **15**: 1 – 557.

RYDZAK, J. (1959): The influence of small towns on the lichen vegetation.- Ann. Univ. Mar. Curie Sklod., Sect. C, **13**: 275 – 323.

SCHÖNBECK, H. (1969): Eine Methode zur Erfassung der biologischen Wirkung von Luftverunreinigungen durch transplantierte Flechten.— Staub, Reinhaltung der Luft **29**: 14 – 18.

SCHÖNWIESE, C. (1995): Klimaänderungen.— Springer, Berlin.

SEAWARD, M. R. D. (1982): Lichen ecology of changing urban environments.— In: R. BORNKAMM, J. A. LEE & M. R. D. SEAWARD (eds.): Urban ecology, the second European symposium: 181 – 189. Blackwell, London.

SEAWARD, M. R. D. & COPPINS, B. J. (2004): Lichens and hypertrophication.— Bibliotheca Lichenological **88**: 561 – 572.

SEAWARD, M.R.D. & JOHN, V. (2005): A comparative study of the lichens of two cemeteries in Belgrade, Serbia.— Mycologia Balcanica **2**: 65 – 68.

SÉRUSIAUX, E., DIEDERICH, P. & LAMBINON, J. (2004): Les macrolichens de Belgique, du Luxembourg et du nord de la France. Clés de détermination.— Ferrantia **40**: 1 – 188.

SOMMERFELDT, M. & JOHN, V. (2001): Evaluation of a method for the reassessment of air quality by lichen mapping in the city of Izmir, Turkey.— Tr. J. of Botany **25**: 45 – 55.

STAPPER, N. J. & KRICKE, R. (2004): Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren von städtischer Überwärmung, Standorteutrophierung und verkehrsbedingten Immissionen.— Limprichtia **24**: 187 – 208.

STEINER, M. & SCHULZE-HORN, D. (1955): Über die Verbreitung und Expositionsabhängigkeit der Rindenepiphyten im Stadtgebiet von Bonn.— Decheniana **108**(1): 1 – 16.

STRINGER, P. W. & STRINGER, M. H. L. (1974): Air pollution and the distribution of epiphytic lichens and bryophytes in Winnipeg, Manitoba.— Bryologist **77**: 405 – 426.

THOR, G. & WIRTH, V. (1990): Candelariella viae-lacteae, a new lichen species from Europe.— Stuttgarter Beitr. Naturk. Serie A, **445**: 1 – 4.

THÜS, H. (2002): Taxonomie, Verbreitung und Ökologie silicoler Süßwasserflechten im außeralpinen Mitteleuropa.— Bibliotheca Lichenologica **83**: 1 – 214.

THÜS, H. (2006): Bemerkungen zu amphibisch lebenden Flechten im Saarland und in Rheinland-Pfalz.— Abhandlungen der Delattinia **32**: 127 – 140.

TÜRK, R. & WIRTH, V. (1975): The pH dependence of SO_2 damage to lichens.— Oecologia **19**: 285 – 291.

TÜRK, R., WIRTH, V. & Lange, O. L. (1974): CO_2-Gaswechsel-Untersuchungen zur SO_2-Resistenz von Flechten.— Oecologia **15**: 33 – 64.

VAN DOBBEN, H. F. & DE BAKKER, A. J. (1996): Re-mapping epiphytic lichen biodiversity in the Netherlands: effects of decreasing SO_2 and increasing NH3.— Acta Bot. Neerlandica **45**(1): 55 – 71.

VAN HERK, C. M. & APTROOT, A. (2004): Korstmossen.— Veldgids **19**: 1 – 423.

VAN HERK, C. M. (1999): Mapping of ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands.— Lichenologist **31**: 9 – 20.

VAN HERK, C. M., APTROOT, A. & VAN DOBBEN, H. F. (2002): Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming.— Lichenologist **34**(2): 141 – 154.

VDI (1995): Messen von Immissionswirkungen. Ermittlung und Beurteilung phytotoxischer Wirkungen von Immissionen mit Flechten. Flechtenkartierung zur Ermittlung des Luftgütewertes (LGW).— VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a; VDI 3799 Blatt 1. Düsseldorf: 1 – 27.

VDI (2003): Flächenbestimmung epiphytischer Flechten zur immissionsökologischen Langzeitbeobachtung.— VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a; VDI 3959 Blatt 8. 1 – 10.

VDI (2005): Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Flechten (Bioindikation). Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für die Luftgüte.— VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a; VDI 3957 Blatt 13. Düsseldorf: 1 – 27.

VOIGTLÄNDER-TETZNER, W. (1937): Die Cladonien-Vegetation der Kiefernwälder der Pfälzischen Rheinebene und ihre vegetationskundliche Bedeutung.— Mitteilungen der POLLICHIA, Neue Folge **6**: 113 – 152. Bad Dürkheim.

VORBECK, A. & WINDISCH, U. (2002): Flechtenkartierung München - Eignung von Flechten als Bioindikatoren für verkehrsbedingte Immissionen.— Materialien Umwelt und Entwicklung **137**, München.

WADE, A. E. (1978): Churchyard lichens in the Vale of Blamorgan.— Transactions Cardiff Natural Society **98**: 30 – 36.

WERNER, A. (1993): Aktives Biomonitoring mit der Flechte *Hypogymnia physodes* zur Ermittlung der Luftqualität in Hannover.— Bibliotheca Lichenologica **49**: 1 – 113.

WETMORE, C. M. (1988): Lichen floristics and air quality.— Bibliotheca Lichenologica **30**: 55 – 65.

WIRTH, V. (1972): Die Silikatflechten-Gemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa.— Dissertationes Botanicae **17**: 1 – 335.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

WIRTH, V. (1988): Phytosociological approaches to air pollution monitoring with lichens.— Bibliotheca Lichenologica **30**: 91 – 107.
WIRTH, V. (1995): Flechtenflora. Bestimmung und ökologische Kennzeichnung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. 2. Aufl.— Ulmer, Stuttgart, UTB **1062**: 1 – 661.
WIRTH, V. (2001): Zeigerwerte von Flechten. 3. Aufl.— Scripta Geobotanica **18**: 221 – 243. Göttingen.
WIRTH, V. (2007): Red list and checklist of lichens and lichenicolous fungi of Germany.— http://www.biologie.uni-hamburg.de/checklists/europe/germany_1.htm
WIRTH, V. & TÜRK, R. (1975): Zur SO_2-Resistenz von Flechten verschiedener Wuchsform.— Flora **164**: 133 – 143.
WIRTH, V., SCHÖLLER, H., SCHOLZ, P., ERNST, G., FEUERER, T., GNÜCHTEL, A., HAUCK, M., JACOBSEN, P., JOHN, V. & Litterski, B. (1996): Rote Liste der Flechten (Lichenes) der Bundesrepublik Deutschland.— Schriftenreihe für Vegetationskunde **28**: 307 – 368. Bonn.
WOLFF, P. (1999): Vegetation und Ökologie der nährstoffarmen Fließgewässer der Pfalz.— POLLICHIA-Buch **37**: 1 – 125.
WÜRSCHMITT, B. A. (1844): Verzeichnis der im Gebiete der Pollichia vorkommenden Naturgegenstände. XI. Fungi.— **2.** Jahresbericht der POLLICHIA: 58 – 69. Neustadt.

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Biol. Dr. Volker John
Pfalzmuseum für Naturkunde
Hermann-Schäfer-Straße 17
67098 Bad Dürkheim
Deutschland
E-Mail: volkerjohn@t-online.de

Dipl.-Biol. Daria Zarabska
Adam Mickiewicz University
Department of Biology - Natural History Collections
Umultowska Str. 89
61-614 Posnan
Polen
E-Mail: darzarabs12@tlen.pl

Eingang des Manuskriptes bei der Schriftleitung:
15.08.2007

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: 93

Autor(en)/Author(s): John Volker, Zarabska Daria

Artikel/Article: Die Flechten der Gemarkung Bad Dürkheim im Wandel der Zeit und ihrer Beziehung zu aktuellen Umweltthemen 15-40