

**Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik  
in Schleswig-Holstein und Hamburg**

(AG. Floristik . . . von 1922)

Herausgegeben von K. Dierßen

---

Heft 42

**Flechten in Schleswig-Holstein:  
Bestand, Gefährdung und  
Bedeutung als Bioindikatoren**

von

**Peter Jacobsen**

Peter Jacobsen

**Kiel 1992**

Kiel 1992

**Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik  
in Schleswig-Holstein und Hamburg**

(AG. Floristik . . . von 1922)

Herausgegeben von K. Dierßen

---

Heft 42

**Flechten in Schleswig-Holstein:  
Bestand, Gefährdung und  
Bedeutung als Bioindikatoren**

von

Peter Jacobsen

Kiel 1992

### Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei all jenen bedanken, die auf die eine oder andere Weise zum Zustandekommen der vorliegenden Arbeit beigetragen haben. Ein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. L. KAPPEN, dessen Initiative das Projekt "Flechten in Schleswig-Holstein" begründete und der meine Arbeit mit Interesse und ständiger Diskussionsbereitschaft begleitete. Herrn Prof. Dr. R. LÖSCH und allen anderen jetzigen und ehemaligen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Ökophysiologie am Botanischen Institut der Universität Kiel danke ich herzlich für die Unterstützung bei kleinen und großen Problemen und für viele hilfreiche Diskussionen.

Für gemeinsame Exkursionen, die Übermittlung von Funddaten und die Ausleihe von Herbarmaterial danke ich Frau G. ERNST (Ahrensburg), Dr. T. FEUERER (Hamburg), Dr. F. ROSE (Liss) und Dr. U. SØCHTING (København). Hinweise auf Flechtenvorkommen verdanke ich darüber hinaus zahlreichen Mitgliedern der ARBEITSGEMEINSCHAFT GEOBOTANIK in Kiel. Dr. B.J. COPPINS (Edinburgh) und anderen, hier nicht namentlich genannten Spezialisten schulde ich Dank für die Überprüfung kritischen Materials. Dr. H. ELLENBERG (Hamburg) und Dr. U. MIERWALD (Barmissen) gaben mir freundlicherweise die Erlaubnis, Abbildungen aus ihren Publikationen zu übernehmen.

Die Untersuchungen, die die Grundlage der vorliegenden Arbeit lieferten, wurden mit finanzieller Unterstützung durch den MINISTER FÜR NATUR, UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN durchgeführt. Das UMWELT- UND GRÜNAMT DER STADT FLENSBURG übernahm einen großen Teil der Fahrtkosten, die bei der Untersuchung des Flensburger Stadtgebiets anfielen. Ausschnitte der Topographischen Karte 1 : 25.000, Blatt 1122 und 1222, wurden vervielfältigt mit Genehmigung des LANDESVERMESSUNGSAMTES SCHLESWIG-HOLSTEIN vom 6.2.1989, Nr. 3-562.6.

Der größte Dank gilt meiner Familie, vor allem meiner Frau Kerstin, ohne deren Hilfe und Verständnis diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre.

## INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG.....	1
1.1	Flechten: eine kurze Charakterisierung.....	2
1.2	Zielsetzung und Fragestellung der Arbeit.....	2
2	DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	4
2.1	Lage und geologische Gliederung.....	4
2.2	Böden und Landnutzung.....	7
2.3	Klima.....	8
2.4	Immissionsbelastung.....	10
3	LITERATURÜBERSICHT: FLECHTEN IN SCHLESWIG-HOLSTEIN.....	18
4	METHODEN.....	20
4.1	Kartierung.....	20
4.2	Dokumentation der Kartierungsergebnisse.....	21
4.2.1	Probennahme und Herbar.....	21
4.2.2	Datenverarbeitung: das Computerprogramm DISMAP.....	23
4.3	Berechnung des Index of Atmospheric Purity (IAP).....	25
4.3.1	Prinzip der IAP-Methode.....	25
4.3.2	Datenerhebung.....	25
4.3.3	Datenverarbeitung: das Computerprogramm IAP.....	27
4.3.4	Diskussion der verwendeten, modifizierten IAP-Methode.....	30
4.4	pH-Messung.....	33
5	FLORISTISCHE UNTERSUCHUNGEN: ERGEBNISSE UND LITERATURVERGLEICH..	34
5.1	Nachweise der seit 1975 in Schleswig-Holstein angetroffenen Arten.....	35
5.2	Revidierte Standardliste der Flechten Schleswig-Holsteins..	58
5.3	Vergleich der Artenlisten bis 1957 und von 1975 bis 1990...	59
5.4	Verbreitungskarten ausgewählter Flechtenarten.....	72
5.5	Fallbeispiele.....	116
5.5.1	NSG Süderlügumer Binnendünen: Vergleich mit 1928...	116
5.5.2	NSG Düne am Rimmelsberg: Vergleich mit 1963.....	119
5.5.3	Das Pobüller Bauernholz.....	122
5.6	Anmerkungen zur Flechtenvegetation typischer Standorte....	125
5.6.1	Epiphytische Flechten an freistehenden Bäumen.....	125
5.6.2	Epiphytische Flechten an Waldbäumen.....	127
5.6.3	Flechten auf Holz, Erdboden und Pflanzenresten....	128
5.6.4	Flechten an kalkhaltigem Gestein.....	128
5.6.5	Flechten an Silikatgestein.....	129
6	FLECHTENKARTIERUNG UND IAP-UNTERSUCHUNG IN FLENSBURG.....	130
6.1	Das Untersuchungsgebiet.....	130
6.2	Zahlenmäßige Ergebnisse der Flechtenkartierung.....	131
6.3	Verbreitungskarten und IAP-Zonierung.....	137
6.4	Bewertung der Flechtenvorkommen im Untersuchungsgebiet....	138

7	VERÄNDERUNG UND GEFÄHRDUNG DER FLECHTENFLORA SCHLESWIG-HOLSTEINS.....	149
7.1	Die Veränderung von Artenzahl und Artenspektrum seit 1945.....	149
7.1.1	Rote Liste der Flechten Schleswig-Holsteins.....	152
7.1.2	Grüne Liste der Flechten Schleswig-Holsteins.....	164
7.1.3	Kommentierung von Roter Liste und Grüner Liste.....	167
7.2	Anthropogene Gefährdung von Flechten: Ursachen und Beispiele.....	168
7.2.1	Einwirkung von sauren Luftverunreinigungen.....	168
7.2.2	Einwirkung von düngenden Immissionen.....	173
7.2.3	Maßnahmen der Land- und Forstwirtschaft.....	177
7.2.4	Unmittelbare Vernichtung von Standorten durch den Menschen.....	178
7.2.5	Andere (auch nicht anthropogene) Gefährdungs- ursachen.....	182
7.3	Anthropogene Förderung von Flechten: Ursachen und Beispiele.....	184
7.3.1	Wirkung saurer und düngender Immissionen.....	184
7.3.2	Bereitstellung geeigneter Substrate.....	185
7.4	Bewertung der Entwicklung und Ausblick.....	188
7.4.1	Bewertung der Florenentwicklung.....	188
7.4.2	Schutzwürdigkeit von Flechtenvorkommen.....	192
7.4.3	Einige Schlußfolgerungen für den Biotop- und Artenschutz.....	193
7.4.4	Überwachung und Bioindikation im Natur- und Umweltschutz.....	195
8	ZUSAMMENFASSUNG.....	197
9	LITERATUR.....	199
	Anhang A: Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen.....	219
	Anhang B: Verzeichnis der Karten.....	220
	Anhang C: Standardliste der Flechten Schleswig-Holsteins.....	221

*"...Das ganze Gebiet befindet sich in hoher Kultur. Ödland und Moore, verfallene Holzbauten, alte, vernachlässigte Strohdächer, entrindete und vermodernde Bäume usw., die in weniger intensiv bewirtschafteten Gegenden Fundstätten eigenartiger Flechtengesellschaften sind, finden sich nur noch selten. Auch die einstmals zahlreichen, das Land bedeckenden, flechtenbewachsenen erratischen Blöcke sind bis auf spärliche Reste der Kultur zum Opfer gefallen. Von irgendwelchem Flechtenreichtum kann also nicht die Rede sein. Mühsames und zeitraubendes Suchen ist erforderlich. Dann findet man freilich immer noch Zufluchtsorte dieser genügsamsten aller Pflanzen."*

C.F.E. ERICHSEN (1928):

*Die Flechten des Moränengebiets von Ostschleswig mit Berücksichtigung der angrenzenden Gebiete.*

## 1 Einleitung

Die fortschreitende Verarmung der mitteleuropäischen Flora und Fauna findet ihren Ausdruck in immer längeren "Roten Listen" gefährdeter oder ausgestorbener Tier- und Pflanzenarten. Die wesentliche Ursache des Artenrückgangs liegt in der direkten oder indirekten Veränderung natürlicher Lebensräume durch den Menschen, so verschiedenartig sich dieser Einfluß im Einzelfall auch auswirken mag (vgl. BLAB 1989). Will man die Auswirkungen menschlicher Aktivität auf einen Biotoyp abschätzen, so muß bekannt sein, inwieweit dessen grundlegende ökologische und physiologische Prozesse beeinflußt werden - unter Umständen so erheblich, daß es zu einer Änderung des Artenbestands kommen kann.

Die Erfahrung, daß manche Organismen sensibler oder schneller auf die Veränderung von Umweltbedingungen reagieren als andere, bildet die Grundlage aller Bioindikations-Verfahren. Der Begriff "Bioindikation" kann nach SCHUBERT (1986) definiert werden als "zeit- und intensitätsabhängige Anzeige von biologischen Wirkungen anthropogener Stressoren durch Organismen oder Organismengesellschaften". Als "Bioindikatoren" gelten demnach "Organismen..., die auf Schadstoffbelastungen mit Veränderungen ihrer Lebensfunktionen antworten" bzw. Schadstoffe über ein Normalmaß hinaus akkumulieren (ARNDT & al. 1987). Diese Definition vernachlässigt die Indikation natürlicher Standortverhältnisse, was jedoch nur durch die jeweilige Fragestellung, nicht aber durch die mangelnde Aussagekraft der betrachteten Bioindikatoren begründet ist.

Zu den Organismen, denen seit einiger Zeit im Zusammenhang mit Umweltproblemen besondere Aufmerksamkeit entgegengebracht wird, gehören auch die Flechten. Obwohl in Mitteleuropa eher unauffällig im Erscheinungsbild und von der Vegetationskunde weitgehend vernachlässigt, werden Flechten in zunehmendem Maße zur Abschätzung von Immissionsbelastungen herangezogen. Unter den häufig benutzten Bioindikatoren nehmen sie aufgrund ihrer Symbiosenatur und der damit verbundenen Eigenschaften eine Sonderstellung ein.

### 1.1 Flechten: eine kurze Charakterisierung

Flechten sind symbiontische Doppelorganismen, die im einfachsten Falle aus einer einzigen Pilzkomponente, dem Mycobionten, und einer photosynthetisch aktiven Komponente, dem Photobionten, bestehen. Im Falle der einheimischen Arten gehören die Mycobionten nahezu ausschließlich zur Gruppe der Ascomyceten; die Photobionten sind coccale oder fädige Grünalgen, seltener Cyanobakterien. Auch wenn es sich bei den Flechten, systematisch gesehen, lediglich um eine ernährungsphysiologisch spezialisierte und definierte Gruppe von Pilzarten handelt, so erscheint ihre separate Behandlung aufgrund einer Vielzahl von ökologischen, physiologischen und morphologisch-anatomischen Besonderheiten doch gerechtfertigt. Zu den bemerkenswerten Leistungen der Symbiosepartner gehört die Ausbildung eines spezifischen, oft charakteristisch geformten Lagers (= Thallus) sowie in ökologischer Hinsicht das Vordringen in Lebensräume, die aufgrund extremer Umweltbedingungen für die meisten anderen Organismen nicht besiedelbar sind. Der Lebensformtyp "Flechte" ist allgemein charakterisiert durch niedrige Stoffwechselraten, Langlebigkeit und Genügsamkeit (vgl. GRIME 1977).

Das Ertragen extremer Trockenheit, Nährstoffarmut, Kälte etc. durch viele Flechtenarten steht im krassen Gegensatz zur ausgeprägten Empfindlichkeit gegenüber anthropogenen Umweltveränderungen. An erster Stelle muß dabei die Schadstoffbelastung der Luft genannt werden, deren nachteilige Auswirkungen auf die Flechtenflora seit langem bekannt sind, aber erst seit etwa dreißig Jahren in größerem Umfang zur Abschätzung von Immissionsbelastungen genutzt werden. Wegen ihrer oft sehr engen Bindung an bestimmte Standorte und Substrate sind die Flechten außerdem durch die direkte Vernichtung oder Veränderung geeigneter Biotope durch den Menschen in besonders starkem Maße gefährdet. Als Folge dieser negativen Einflüsse war in den letzten Jahrzehnten ein erheblicher Rückgang der Artenvielfalt in fast allen Gebieten Mitteleuropas zu verzeichnen, und viele der verbleibenden Arten sind heute in ihrer Verbreitung auf naturnahe oder wenig belastete Gebiete beschränkt (WIRTH 1976, 1987). Im Naturschutz und bei der Beurteilung von Immissionsschäden finden Flechten zunehmende Beachtung, zum Teil in ihrer Eigenschaft als bedrohte, schutzwürdige Bestandteile unserer natürlichen Umwelt, vor allem aber dank ihrer Verwendbarkeit als empfindliche und daher aussagekräftige Bioindikatoren. Je nach Zielrichtung der Untersuchungen werden Flechten als Reaktionsindikatoren (Nachweis von Schadstoffen über die Veränderung von Stoffwechselfunktionen) oder als Akkumulationsindikatoren (Nachweis angereicherter Schadstoffe im Thallus) eingesetzt; eine ausführliche Darstellung der Einsatzmöglichkeiten geben ARNDT & al. (1987).

### 1.2 Zielsetzung und Fragestellung der Arbeit

Der rasche Rückgang der meisten mitteleuropäischen Flechtenarten, bedingt durch ihre Sensibilität gegenüber Luftverunreinigungen und durch ihre enge ökologische Amplitude, läßt eine intensive Erfassung

der noch vorhandenen Vorkommen dringend erscheinen. Eine Charakterisierung der aktuellen Flechtenflora Schleswig-Holsteins wurde bisher weder unter botanischen noch unter angewandten (z.B. immissionsökologischen) Aspekten vorgenommen, so daß eine Grundlage für die Einordnung von Einzelbeobachtungen noch fehlt. Voraussetzung einer solchen Bewertung, etwa im Rahmen einer Luftgüteuntersuchung, ist in jedem Fall die Kenntnis der Arten und ihrer ökologischen Potenz in der jeweils untersuchten Region. Nur unter Berücksichtigung der artspezifischen Standortsansprüche ist es möglich, floristische und chorologische Daten korrekt zu interpretieren und somit die Bedeutung konkreter Flechtenvorkommen zu erschließen. Der Rückschluß von der Beschaffenheit der Flechtenflora auf die Qualität des Standorts (in bezug auf Luftverunreinigung, Eutrophierung, Kontinuität etc.) setzt also Grundlagenwissen voraus, verspricht aber einen hohen Informationsgewinn bei Geländeuntersuchungen, insbesondere wenn andere aussagekräftige Komponenten von Flora und Fauna fehlen (z.B. in Siedlungsgebieten).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die bestehende Lücke zu schließen und einen Überblick über die derzeit in Schleswig-Holstein anzutreffenden Flechtenarten und ihre Gefährdung zu geben. Für ausgewählte Arten sollen zunächst Veränderungen in Verbreitung und Auftreten dokumentiert sowie mögliche Ursachen dafür diskutiert werden, vor allem unter dem Aspekt anthropogener Gefährdung bzw. Förderung. Anschließend soll an typischen Beispielen gezeigt werden, wie die Informationen über Vorkommen und Nicht-Vorkommen bestimmter Flechtenarten für umweltdiagnostische Zwecke herangezogen werden können, sei es zur Beurteilung des "Natürlichkeitsgrades" bzw. der Schutzwürdigkeit eines Waldgebiets, sei es zur Beurteilung der Luftqualität in einem Stadtgebiet. Einige Empfehlungen für den Schutz von Flechtenvorkommen und Vorschläge für ein künftiges Bioindikationsprogramm schließen sich an.

Die Schwerpunkte der durchgeführten Untersuchung lassen sich also wie folgt zusammenfassen:

- Erfassung des gegenwärtigen Zustandes der Flechtenflora im gesamten Landesgebiet, also Arbeit unter floristischem und ökologischem Aspekt;
- Erfassung und Bewertung gegenwärtiger und zurückliegender Veränderungen, z.B. durch Herbar- und Literatúrauswertung;
- Hilfestellung bei der Auswertung der gewonnenen Informationen für praktische Zwecke, etwa für die Berücksichtigung lichnologischer Aspekte bei Schutzmaßnahmen (vgl. BLAB 1988) oder bei der Indikation von Immissionschäden.

## 2 Das Untersuchungsgebiet

An dieser Stelle soll versucht werden, das Untersuchungsgebiet hinsichtlich einiger Faktorenkomplexe zu charakterisieren, die für das Vorkommen und die Verbreitung von Flechten im Gebiet von Bedeutung sind. Dazu zählen natürliche Gegebenheiten (z.B. Klima) ebenso wie Ergebnisse menschlicher Aktivität (Immissionen, Landnutzung im weitesten Sinne). In gleicher Weise sollen die Grundlagen der Landnutzung (Geologie, Böden) kurz erläutert werden.

Die in diesem Abschnitt enthaltenen Angaben zum Klima, zur Landnutzung etc. entstammen zum Teil dem Deutschen Planungsatlas (AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG 1960) oder dem Klimaatlas Schleswig-Holstein (DEUTSCHER WETTERDIENST 1967). Andere Daten wurden offiziellen Statistiken (STATISTISCHES LANDESAMT SH 1989, MELFF 1990 a) oder zusammenfassenden Darstellungen von SCHOTT (1956), WITT (1961), CARSTENSEN (1969), HEYDEMANN & MÜLLER-KARCH (1980), STEWIG (1982) und RAABE (1987) entnommen, ohne daß darauf jeweils gesondert hingewiesen wird.

### 2.1 Lage und geologische Gliederung

Schleswig-Holstein, das nördlichste Bundesland der Bundesrepublik Deutschland, bildet zusammen mit dem dänischen Jütland die sogenannte Cimbrische Halbinsel, den nördlichen Ausläufer des mitteleuropäischen Tieflands. Die westliche und die östliche Begrenzung des schleswig-holsteinischen Festlands sind durch die Nordsee bzw. die Ostsee vorgegeben. Nördlich der Linie Flensburg - Sylt verläuft die Grenze zu Dänemark (Sønderjylland); im Süden bzw. Südosten bilden der Unterlauf der Elbe und die Landesgrenzen zu Hamburg und Mecklenburg die Begrenzung des Landesgebiets (Abb. 1). Einschließlich der Insel Fehmarn und der Nordfriesischen Inseln weist Schleswig-Holstein eine Gesamtfläche von ca. 15.700 km<sup>2</sup> auf, die sich auf insgesamt 182 Blätter der TK 25 (Topographische Karte 1:25.000, früher Meßtischblätter) verteilt. Im Raster des UTM-Systems hat das Bundesland Anteil an den Rasterfeldern MF, NF, PF, ME, NE und PE der Zone 32 U.

Das Untersuchungsgebiet (abgekürzt UG) der vorliegenden Arbeit umfaßt die gesamte Landfläche Schleswig-Holsteins. Die Nordseeinsel Helgoland, die politisch ebenfalls zu Schleswig-Holstein gehört, wurde nicht berücksichtigt; über die Flechtenflora Helgolands berichtet BÖTTGER (1967).

Die heutigen Oberflächenformen Schleswig-Holsteins verdanken ihre Entstehung zum größten Teil pleistozänen Vereisungs- und nacheiszeitlichen Sedimentationsprozessen, in deren Verlauf das tertiäre Relief fast vollständig überdeckt wurde. Das Land ist auffällig in mehrere, annähernd in Nord-Süd-Richtung verlaufende Landschaftszonen gegliedert; nach ihrer Entstehungsgeschichte und ihrem Alter müssen die Marsch, die Hohe Geest, die Vorgeest und das Östliche Hügelland unterschieden werden.

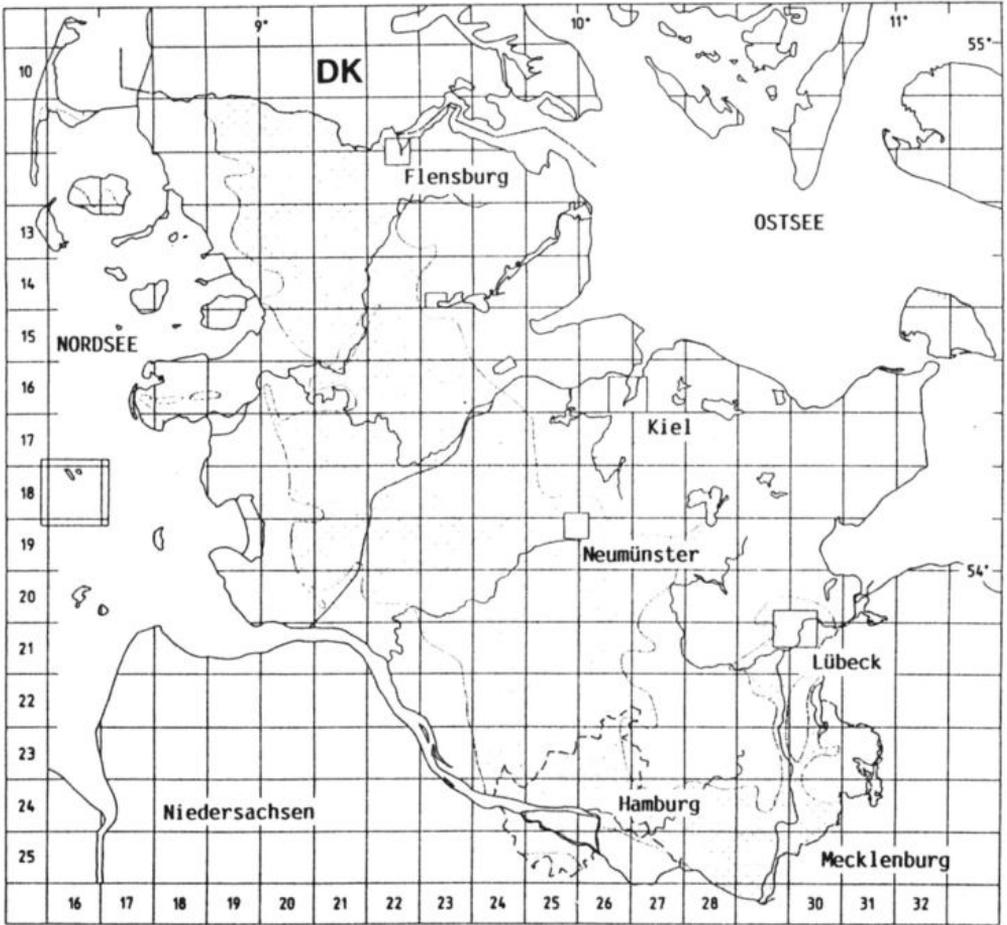


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet

Der Vorstoß der nordosteuropäischen Eismassen im Verlauf der Saale-Kaltzeit (ca. 200.000 - 120.000 v.Chr.) führte zur Ausbildung der Altmoränenzone, der sogenannten Hohen Geest, die sich von der Gegend um Süderlügum bis in den Lauenburger Raum erstreckt. Im Zuge der nachfolgenden, jungeszeitlichen Vergletscherungen, die weiter östlich zum Stillstand kamen, fanden im Bereich der Hohen Geest Abtragungs- und Solifluktuationsprozesse statt, die dem Gebiet den Charakter einer Erosionslandschaft mit nur sehr geringen Höhenunterschieden gaben.

Die folgende jungglaziale Eisbedeckung des östlichen Landesteils im Laufe der Weichsel-Kaltzeit (ca. 70.000 - 8.000 v.Chr.) führte im heutigen Östlichen Hügelland zur Bildung sowohl ausgedehnter Grundmoränenflächen (z.B. Oldenburger Land, Fehmarn) als auch reliefreicher Endmoränengebiete. Insbesondere der Norden des Hügellandes wird durch Buchten und langgestreckte Förden, die die Lage der großen Eiszungen während der letzten Vereisungsperiode markieren, charakterisiert. Auch kleinere, z.T. vorübergehend verschüttete Eisloben trugen zur Formgebung der Oberfläche bei. Die nach dem Abschmelzen zurückgebliebenen Hohlformen prägen als Senken (Toteislöcher) oder als Seen den Charakter der Landschaft im Osten Schleswig-Holsteins.

Zwischen der Hohen Geest und den Endmoränen des Hügellandes liegen die ausgedehnten Sander der Vorgeest, hervorgegangen aus Ablagerungen relativ feinkörnigen Materials durch Schmelzwasserströme zur Zeit der stärksten Weichsel-Vereisung. Die Gestalt und die Begrenzung der Sanderflächen wurden im wesentlichen durch das Relief des altglazialen Untergrundes vorgegeben, auf dem die Aufschüttung stattfand. Die Vorgeest ist also jungeszeitlicher Herkunft und damit entstehungsgeschichtlich deutlich von der Hohen Geest unterschieden, obwohl beide Gebiete im Hinblick auf ihre ähnlich unfruchtbaren Böden oft zusammenfassend als "die Geest" bezeichnet werden.

Durch Sedimentationsprozesse im Verlauf der nacheiszeitlichen Transgressionen und der damit verbundenen Überflutungen lagerte sich im westlichen und südwestlichen Landesteil ein fruchtbares Schwemmland, die Marsch, an. Der langsame Anstieg des Meeresspiegels seit der Zeitenwende, verheerende Landverluste durch Sturmfluten, aber auch verstärkte Schlickablagerung und in den letzten Jahrhunderten intensive Landgewinnungs- und Küstenschutzmaßnahmen des Menschen sorgten für einen sich rasch ändernden Verlauf der Nordseeküste.

Eiszeitliche Geschiebemergel, Sande und sandige Lehme bildeten das Ausgangsmaterial für die Pedogenese der Böden des Östlichen Hügellandes und der Geestgebiete; im Gegensatz zu diesen glazigenen Böden entstanden die Marschböden erst durch Anlandung mariner Sedimente im Laufe des Alluviums. Die durch die geologische Geschichte der Hauptlandschaftszonen vorgegebene Gliederung des Landesgebiets findet ihre Entsprechung in der Verbreitung der bedeutendsten Bodentypen Schleswig-Holsteins (siehe folgenden Abschnitt).

Das nahezu vollständige Fehlen anstehenden Gesteins im Landesgebiet hat zur Folge, daß für felsbewohnende Flechtenarten nur wenige Ansiedlungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Dauerhaft freiliegendes Geröll ist nur in Gebieten zu finden, die keiner starken Nutzung unterliegen (Dünentäler, Strandrasen, Heideflächen). Ursprünglich vorhandene größere Silikatblöcke (Findlinge, erratische Blöcke) sind zum

größten Teil aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen der Geest- und Jungmoränengebiete entfernt worden; ein Teil dieser Blöcke wurde in früheren Zeiten zur Errichtung von Natursteinmauern und Blockwällen verwendet.

## 2.2 Böden und Landnutzung

Im Jungmoränengebiet spielte der nährstoffreiche Geschiebemergel, ein Gemisch aus Granit, Sandstein, Gneis, Basalt und anderen Gesteinsarten die größte Rolle als Ausgangsmaterial für die Bodenbildung. Sein Kalkgehalt liegt bei etwa 20 %. Unter den gegebenen humiden Bedingungen fanden typischerweise Verbraunungs-, Entkalkungs- und Verlehmungsprozesse statt, an deren Ende die Ausbildung von eutrophen Parabraunerden stand. Neben den klimatischen Voraussetzungen (gemäßigte Ozeanität, vgl. Abschnitt 2.3) sind somit auch die edaphischen Voraussetzungen für den Buchenwald als potentielle natürliche Vegetation im Östlichen Hügelland erfüllt.

Da die landwirtschaftliche Nutzung insbesondere von der Qualität des Bodens abhängig ist, verläuft eine mehr oder weniger deutliche Grenze zwischen dem fruchtbaren Jungmoränengebiet und den armen Sandböden der Geest; das Hügelland unterscheidet sich durch einen hohen Anteil des Ackerlandes (bis über 80 %) an der landwirtschaftlichen Nutzfläche von den westlicher gelegenen Landesteilen.

Im Gegensatz zum Jungmoränengebiet unterlag die Geest über einen sehr viel längeren Zeitraum hinweg einer starken Bodenauswaschung. Aus dem dominierenden Ausgangsmaterial, dem kalkarmen Geschiebesand, entwickelten sich durch Auslaugungs- und (im Bereich der Hohen Geest) auch durch Verbraunungsprozesse nährstoffarme, weitgehend entkalkte Podsolböden. Die Auswaschung von Eisenverbindungen und ihre Anreicherung in tiefergelegenen Bodenschichten bis zur Bildung einer für Pflanzenwurzeln undurchdringlichen Kruste (Ortsteinbildung) ist ein kennzeichnender Prozeß der Sander-Regionen. Auch die Vermoorung ausgedehnter Flächen wurde durch die Bildung wasserundurchlässiger Schichten und den somit verstärkten Nässestau gefördert.

In der Sanderzone des schleswig-holsteinischen Mittelrückens findet die Buche keine günstigen Wuchsbedingungen mehr vor. Als potentielle natürliche Vegetation kommt hier der Eichenwald in Frage, der weniger kalkbedürftig ist. Als Folge von Abholzungen stellte sich, besonders in Gebieten mit starker Ortsteinbildung, flachwurzelnde Heidevegetation ein.

Aufgrund der Nährstoffarmut der Sandböden in den Geestgebieten waren die Möglichkeiten der Bodennutzung ursprünglich stark eingeschränkt. Durch Mergelung, Düngung und Entwässerungsmaßnahmen wurden jedoch auch hier große Flächen in landwirtschaftliches Nutzland überführt. Während im Sandergebiet der Vorgeest die Grünlandwirtschaft mit etwa 60 % an der landwirtschaftlichen Nutzfläche beteiligt ist, überwiegt im Altmoränengebiet der Ackerbau.

Die Böden der Marschen sind alluvialer Herkunft; sie gehen aus marinen Schlickablagerungen hervor. Der entstehende Kleiboden variiert in

seiner mineralischen Zusammensetzung (Sand- und Kalkgehalt) erheblich, da die Sedimentation der verschiedenen Sinkstoffe (Schlickfall) von Strömungs- und Windverhältnissen, vom großräumigen Küstenverlauf und vom Relief des Watts abhängt. Im Zuge der Entsalzung (durch Regenwasser) und Humusanreicherung (durch Halophytenvegetation) entsteht ein fruchtbares Nutzland. Die Ertragskraft der Marschböden wird durch den Grundwasserstand und durch ihre physikalischen Eigenschaften bestimmt: die lockeren, stärker sandhaltigen und gut entwässernden Böden der Seemarsch werden für den Ackerbau genutzt, während auf den schweren, tonigen Böden der geestnahen "Knickmarsch" die Grünlandwirtschaft dominiert.

Die potentielle natürliche Vegetation würde im Marschenraum aus Eschen- und Erlenwald bestehen. Da die Entstehung des gesamten Naturraums erst in einer Phase begann, in der die Landnutzung durch den Menschen bereits großen Umfang angenommen hatte, konnte sich eine Waldvegetation als Folge der natürlichen Sukzession jedoch nie einstellen.

Schleswig-Holstein stellt heute eine landwirtschaftlich intensiv genutzte Region dar. Der Anteil der Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche des Landes beträgt ca. 75 % und liegt somit weit höher als in anderen Bundesländern. Der prozentuale Anteil der Waldfläche beträgt dagegen nur ca. 9 % und liegt weit unter dem Bundesdurchschnitt von 29.6 % (UMWELTBUNDESAMT 1989; Durchschnittswert für die alten Bundesländer).

Die größten städtischen Zentren des Landes sind die kreisfreien Städte Kiel (241.000 Einw.), Lübeck (211.000 Einw.), Flensburg (86.000 Einw.) und Neumünster (80.000 Einw.). Obwohl das Land relativ dünn besiedelt ist (162 Einw./km<sup>2</sup>), ist der Flächenanteil der unzerschnittenen, verkehrsarmen Räume sehr gering (UMWELTBUNDESAMT 1989).

### 2.3 Klima

Schleswig-Holstein liegt im Einflußbereich der sogenannten Westwindströmung der gemäßigten Breiten, in deren Folge milde Meeresluft vom Atlantik nach Mitteleuropa fließt. Dieser Großwetterlage sowie seiner Brückenstellung zwischen Nord- und Ostsee verdankt das Land sein humides, subatlantisches Klima mit kühlen Sommern und milden Wintern.

Die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt im Landesgebiet bei etwa 8°C, die mittleren Temperaturen für Januar und Juli schwanken zwischen 0 und 1°C bzw. 16 und 17°C, mit jeweils größeren Differenzen der Monatsmittel im Südosten des Landes. Die Ursache für die geringe Amplitude der Durchschnittstemperatur liegt in starken ozeanischen Einflüssen: Die Wassermassen, die sich in der ersten Jahreshälfte langsamer erwärmen als das Festland, kühlen sich in der zweiten Jahreshälfte wiederum langsamer ab und sorgen so im Jahresgang für relativ ausgeglichene Temperaturverhältnisse.

Sowohl die Niederschlagsmengen als auch die Windgeschwindigkeiten weisen aufgrund der topographischen Gliederung Schleswig-Holsteins regional große Unterschiede auf. Der mittlere Jahresniederschlag, der bei etwa 720 mm liegt, ist daher, auf die Gesamtheit des Landesgebiets bezogen, keine aussagekräftige Größe; die Abb. 2 stellt die räumliche Verteilung der Niederschläge im Landesgebiet dar.

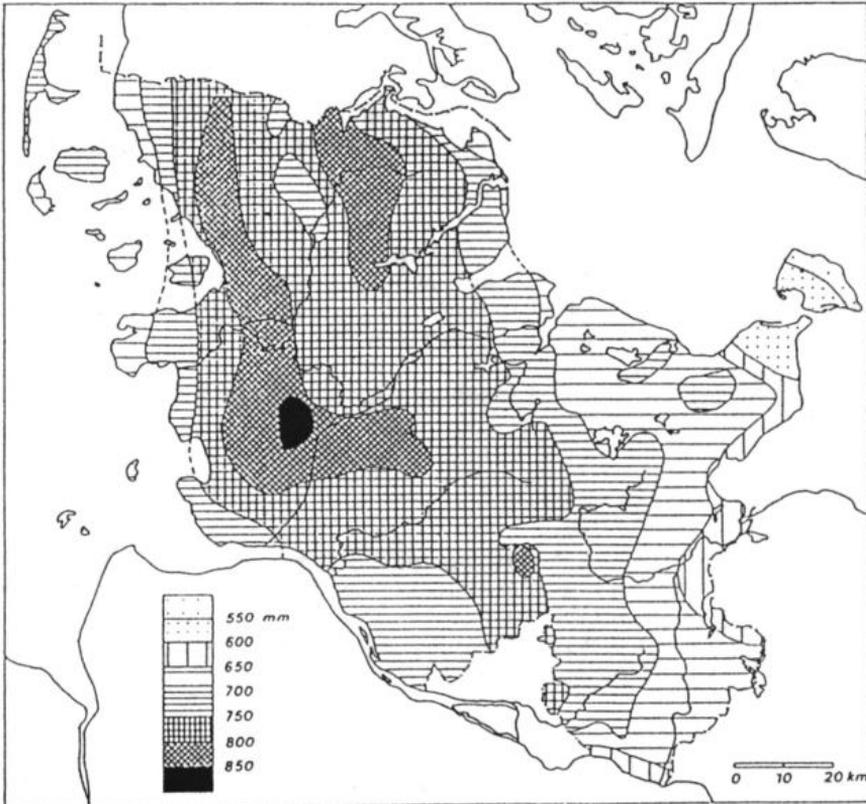


Abb. 2: Mittlere jährliche Niederschlagssummen in Schleswig-Holstein (aus MIERWALD 1988, geringfügig verändert)

Innerhalb des Landes besteht eine starke Abhängigkeit der Niederschlagsverteilung vom Oberflächenprofil. Nahezu wassergesättigte Luftmassen, die von der Nordsee auf das Festland strömen, steigen über den Höhenzügen des Altmoränengebiets in kühlere Luftschichten auf; es kommt daher zu Niederschlägen. Derselbe Vorgang wiederholt sich beim Auftreffen auf die Erhebungen des Östlichen Hügellandes. Erst in den östlichsten Teilen Schleswig-Holsteins fällt die Summe der Niederschläge auf Werte unter 700 mm ab. Die niedrigsten Werte werden im Nordosten der Insel Fehmarn erreicht (Jahresmittel unter

550 mm). Während des ganzen Jahres herrscht im Landesgebiet eine verhältnismäßig hohe relative Luftfeuchtigkeit, die ihre höchsten Werte in der Nähe der Küste erreicht (Jahresmittel dort zwischen 85 und 90 %, im Binnenland 80 bis 85 %).

Nebelbildung ist in Schleswig-Holstein wegen der engen räumlichen Nachbarschaft von Land- und Seeflächen relativ oft zu beobachten. Die größte Nebelhäufigkeit zeigt die nordfriesische Küste mit bis zu 60 Nebeltagen im Jahr.

Die Analyse der Windverhältnisse im Landesgebiet zeigt, daß die Winde aus westlichen Richtungen bei weitem überwiegen. Die vorherrschende Windrichtung ist von August bis März Südwest, von April bis Juli Nordwest. Diesen Perioden mit feuchten und kühlen, viel Niederschlag bringenden Winden stehen die Monate Januar und Mai mit trockenen Winden aus östlichen Richtungen gegenüber. Die im Jahresmittel größte Windhäufigkeit und die höchste Windstärke werden in den Küstengebieten (vor allem an der Westküste) beobachtet, im südlichen Holstein die jeweils geringste; nach Jahreszeiten unterschieden, liegen die Höchstwerte von Windhäufigkeit und -stärke im Winter, die Tiefstwerte im Frühsommer. Bei der Austrocknung des Bodens spielen die häufigen Winde vor allem im Frühjahr (hohe Niederschlagssumme, niedrige Sonnenscheindauer) eine große Rolle.

Ein Klimadiagramm der Stadt Flensburg ist in der Abb. 14 (S. 131) dargestellt.

#### 2.4 Immissionsbelastung

An dieser Stelle soll, zunächst ausgehend von der Belastung der Luft mit Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) bzw. Ammoniumverbindungen, eine etwas ausführlichere Darstellung der gegenwärtigen Immissions-situation in Schleswig-Holstein gegeben werden. Sofern nicht anders belegt, wurden die hier angeführten Daten den folgenden Quellen entnommen:

- den Meßberichten der Lufthygienischen Überwachung Schleswig-Holstein (SOZIALMINISTER SH 1984, 1985, 1986, 1987; MNU 1988, MNUL 1990, 1991);
- einer Übersicht über die Schwefeldioxid-Meßwerte der UBA-Meßstationen für den Zeitraum 1980-1987 (UMWELTBUNDESAMT 1988 a);
- den "Daten zur Umwelt 1988/89" (UMWELTBUNDESAMT 1989);
- dem 5. Umweltbericht der Landesregierung SH (MELF 1986);
- dem Vierten Immissionsschutzbericht der Bundesregierung (BUNR 1988).

Die Verunreinigung der Atmosphäre mit Schwefeldioxid erfolgt in Mitteleuropa fast ausschließlich anthropogen. Das Gas entsteht als Nebenprodukt bei der Verbrennung fossiler, schwefelhaltiger Energieträger und wird außerdem bei zahlreichen industriellen Prozessen (z.B. Stahlerzeugung, Zellstoffproduktion) freigesetzt.

Permanente Messungen der  $\text{SO}_2$ -Konzentration werden in Schleswig-Holstein von den folgenden Stationen vorgenommen:

- 1) Westerland, Insel Sylt
- 2) Hohenwestedt, westl. Neumünster
- 3) Schleswig
- 4) Kiel
- 5) Westerbüttel, nördl. Brunsbüttel
- 6) Altendeich, westl. Pinneberg
- 7) Lübeck
- 8) Bargteheide, nördl. Ahrensburg
- 9) Geesthacht, südöstl. Hamburg



Abb. 3:  $\text{SO}_2$ -Meßstellen in Schleswig-Holstein (nach UMWELTBUNDESAMT 1989, verändert).

Die Meßstationen 1 und 2 werden vom Umweltbundesamt betrieben, die Stationen 3 - 9 sind Teil des Lufthygienischen Überwachungsnetzes Schleswig-Holstein.

Häufig benutzte Kenngrößen für den Eintrag von Schadstoffmengen sind die beiden Immissionswerte I 1 und I 2, die zu den in der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) festgelegten Grenzwerten (IW 1 und IW 2) in Beziehung gesetzt werden. Dabei ist I 1 der arithmetische Mittelwert aller Meßdaten und dient zum Abschätzen der Langzeitbelastung, I 2 ist als der 98%-Wert der Summenhäufigkeitsverteilung definiert und dient zur Charakterisierung der Kurzzeitbelastung durch höhere Schadstoffwerte.

Die Zusammenstellung der Meßwerte aus den Jahren 1983 bis 1987, aufgliedert nach Jahresmittel- und Jahres-I 2-Werten, ergibt die nachstehende Übersicht:

Station	1983		1984		1985		1986		1987	
	M	I2	M	I2	M	I2	M	I2	M	I2
Westerland*	Jahresmittel: 7 (Sommerhalbj.: 3, Winterhalbj.: 11)									
Hohenwestedt**	Jahresmittel: 14 (Sommerhalbj.: 4, Winterhalbj.: 24)									
Schleswig	***		19	120	15	100	12	87	12	84
Kiel	***		***		10	82	17	120	15	102
Westerbüttel	15	121	20	132	18	127	22	141	17	105
Altendeich	19	138	23	143	18	138	20	156	15	89
Lübeck	19	136	21	116	22	164	23	151	21	130
Bargtheide	17	112	21	120	16	104	20	144	17	106
Geesthacht	27	155	31	157	19	165	25	167	18	104

\* = Durchschnittswerte der Jahre 1973-1987

\*\* = Durchschnittswerte der Jahre 1980-1987

\*\*\* = keine Daten verfügbar

Tabelle 1: Charakteristische Immissionswerte an schleswig-holsteinischen SO<sub>2</sub>-Meßstellen im Zeitraum 1983-1987. M = Jahresmittelwert, I2 = 98%-Wert der Summenhäufigkeit. Alle Angaben in µg/m<sup>3</sup>.

Aus der Zusammenstellung wird deutlich, daß die SO<sub>2</sub>-Höchstwerte der TA Luft (IW 1 = 140 µg/m<sup>3</sup>, IW 2 = 400 µg/m<sup>3</sup>) bei weitem nicht erreicht werden. Die Jahresmittelwerte liegen in der Größenordnung des vom RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (1988) geforderten Wertes von 5 - 40 µg/m<sup>3</sup> für wenig belastete, ländliche Gebiete. Das Land Schleswig-Holstein gehört damit zu den am geringsten belasteten Regionen der Bundesrepublik, was sowohl durch das Fehlen großer industrieller Ballungsräume als auch durch die Seltenheit wind- und austauscharmer Wetterlagen begünstigt wird.

Die größere Häufigkeit und längere Dauer dieser austauscharmen Wetterlagen sowie die erhöhte SO<sub>2</sub>-Emission durch Hausbrand in den Wintermonaten hat zur Folge, daß das Ausmaß der Luftbelastung im Jahresverlauf erheblich schwankt; den Konzentrationsspitzen im Winter steht ein breites Minimum in den Sommermonaten gegenüber.

Sind die Jahresmittel- und 98%-Werte aller Stationen im bundesweiten Vergleich auch als relativ niedrig einzustufen, so lassen sich doch Differenzen innerhalb des Landesgebiets feststellen (Abb. 4, folgende Seite).

Betrachtet man den mehrjährigen Durchschnitt der SO<sub>2</sub>-Werte, so fällt auf, daß die im Südosten des Landes gelegene Station Geesthacht einen um ca. 50% höheren Wert aufweist als die Station Hohenwestedt, und daß diese wiederum eine wesentlich höhere Konzentration erfaßt als die Station Westerland im äußersten Nordwesten. Auch die übrigen langjährigen Beobachtungen des Lufthygienischen Meßnetzes Schleswig-Holstein, z.B. die I2-Werte nach TA Luft, fügen sich in diese Tendenz ein.

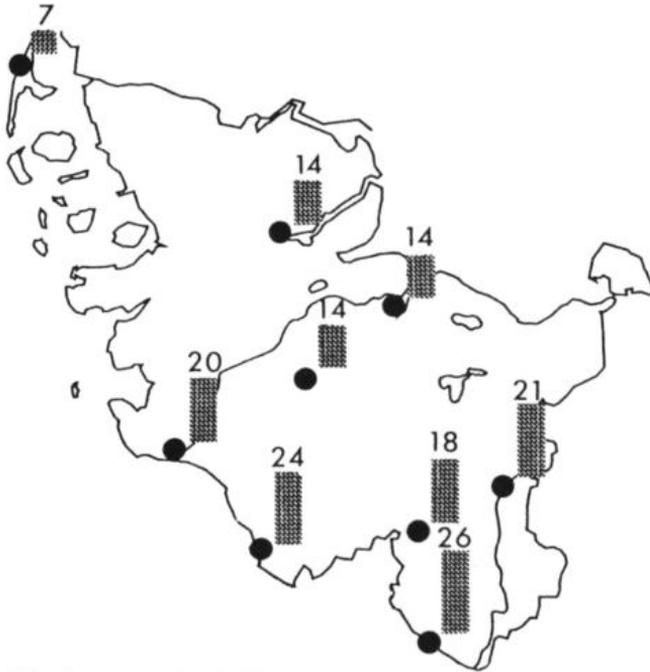


Abb. 4: Mehrjährige Durchschnittswerte der  $\text{SO}_2$ -Immission an den schleswig-holsteinischen Meßstellen. Angaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Meßzeitraum siehe Text.

Selbst bei Berücksichtigung der unterschiedlich langen Erfassungszeiträume (Kiel: 1985-1987, Schleswig: 1984-1987, Lübeck und Bargteheide: 1983-1987, Westerland: 1973-1987, alle anderen Stationen: 1980-1987) bleibt dieser Trend bestehen, da sich die Belastung durch  $\text{SO}_2$  in den letzten Jahren relativ gleichförmig entwickelte bzw. in den meisten Gebieten leicht zurückging. Auf der Basis der vorliegenden Meßwerte läßt sich daher feststellen:

Auf niedrigem Niveau besteht im Landesgebiet ein stabiler, von Südost nach Nordwest sich abschwächender  $\text{SO}_2$ -Immissionsgradient.

Bestätigt wird die im Landesgebiet feststellbare Tendenz durch Untersuchungen zum großräumigen Schadstofftransport in Europa (z.B. ELIASSEN 1978), die belegen, daß Schleswig-Holstein innerhalb eines in Nord-Süd-Richtung verlaufenden  $\text{SO}_2$ -Konzentrationsgradienten liegt. Dieser Gradient führt von zwei mitteleuropäischen Zentren, dem Rhein-Ruhr-Gebiet und dem Industriegebiet Südpolens bzw. Südostdeutschlands, mit kontinuierlich abnehmenden Belastungswerten nach Norden (Skandinavien) hin.

Ein Anhaltspunkt für die Herkunft der im Lande gemessenen  $\text{SO}_2$ -Spitzenkonzentrationen aus importierten, d.h. außerhalb der Landesgrenzen entstandenen Emissionen ergibt sich aus einer Analyse der Windrichtungsabhängigkeit. Wie langjährige Beobachtungen zeigen, registrieren alle Stationen des Landes die höchsten Konzentrationswerte bei Winden aus südöstlicher Richtung, verbunden mit Inversionswetterlagen. Regelmäßig kommt es im Verlauf dieser sogenannten Transportepisoden zu einem starken Eintrag von  $\text{SO}_2$  aus dem Gebiet der früheren

DDR, der sich auf weite Teile Holsteins auswirken kann (s. Abb. 5). Die Ursache dieser hohen Belastung liegt in der nahezu ausschließlichen Verwendung stark schwefelhaltiger Braunkohle, die aus inländischer Förderung stammt, in den Kraft- und Heizwerken der ehemaligen DDR (vgl. BETHKENHAGEN & al. 1988).

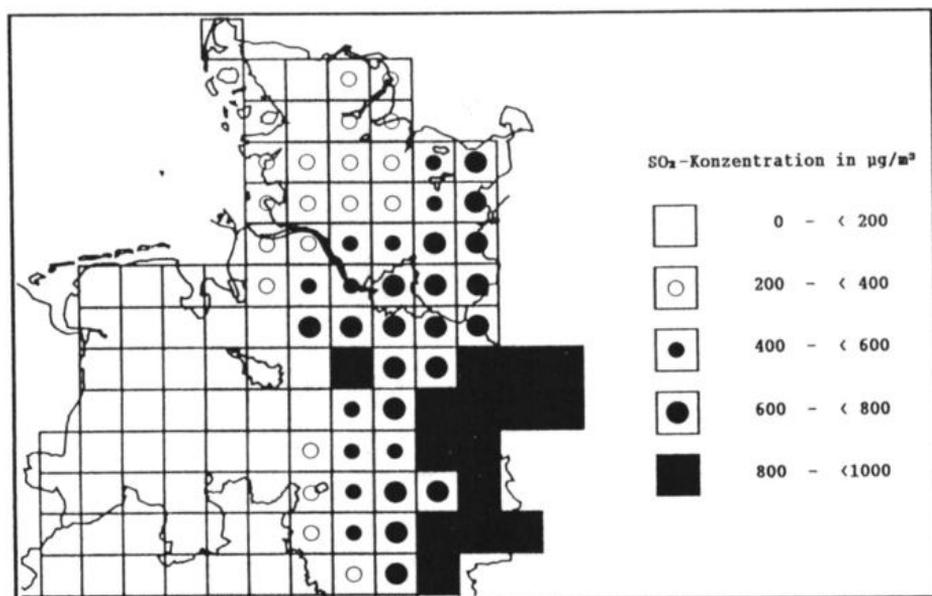


Abb. 5: SO<sub>2</sub>-Konzentration in Norddeutschland während der Smog-Episode am 2.2.1987, 21.00 Uhr (Näherungswerte nach UMWELTBUNDESAMT 1989).

Zur Quantifizierung des Schwefel-Eintrages aus der Atmosphäre führten SCHNUG & v. FRANCK (1985) an fünf schleswig-holsteinischen Stationen Regenwasseruntersuchungen durch; nach ihren Ergebnissen lag die Depositionsrate (trockene und nasse Deposition) für Schwefel im Jahre 1983 zwischen 11 und 20 kg/ha S.

Im Gegensatz zu Schwefeldioxid, das typischerweise urban-industriellen Ursprungs ist, wird Ammoniak (NH<sub>3</sub>) zum weitaus überwiegenden Teil aus Abfallprodukten der Viehwirtschaft, z.B. Gülle, freigesetzt. Die NH<sub>x</sub>-Konzentration der Luft wird vom Lufthygienischen Überwachungsnetz Schleswig-Holstein nicht erfaßt. Aus anderweitig publizierten Daten geht jedoch hervor, daß in Mitteleuropa sowohl die Emission von Ammoniak und Ammoniumverbindungen (BUIJSMAN & al. 1987) als auch die Immission, gemessen als Ammoniumkonzentration im Niederschlagswasser (ASMAN & JANSSEN 1987 a), ihre Höchstwerte in den

Niederlanden bzw. im westlichen Niedersachsen erreichen und sich nach Nordosten (Schleswig-Holstein, Dänemark) hin abschwächen (Abb. 6).

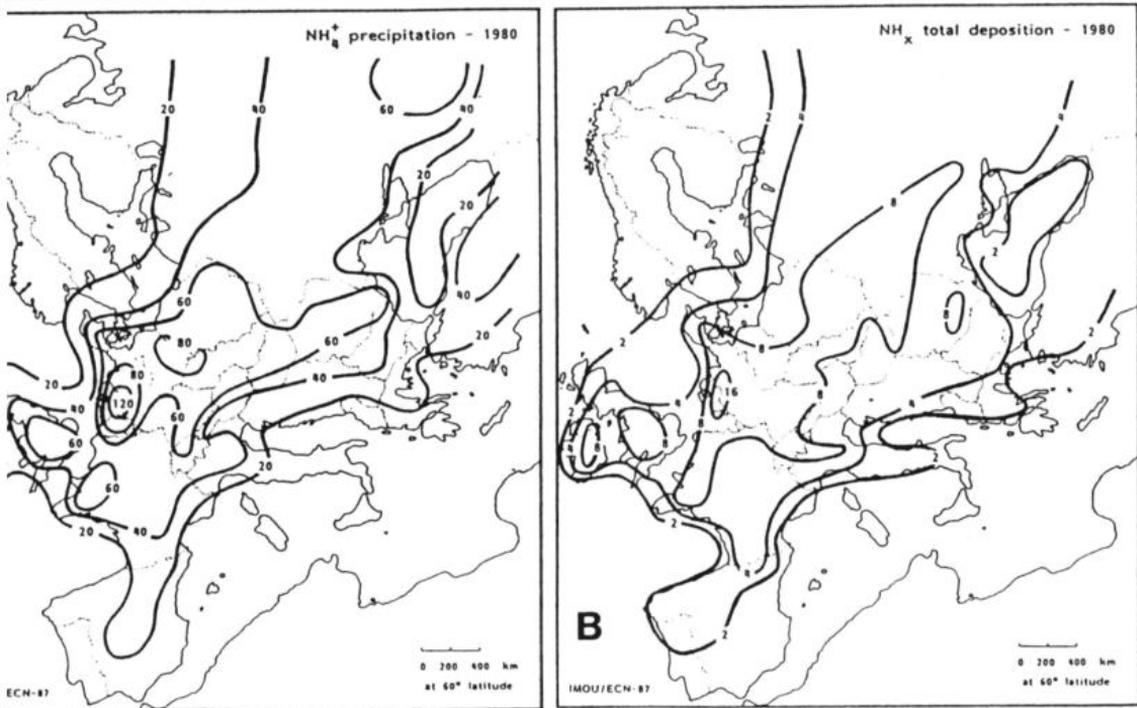


Abb. 6: Deposition von  $\text{NH}_x$  in Europa im Jahre 1980. A: Ammonium-Konzentration im Niederschlag, Angaben in  $\text{mol} \cdot 10^{-6} \cdot \text{l}^{-1}$ ; B: Gesamt- $\text{NH}_x$ -Deposition, Angaben in  $\text{kg} \cdot 10^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  (aus ASMAN & JANSSEN 1987 a).

In diesem geographischen Zusammenhang ist es bemerkenswert, daß Ammoniumverbindungen bei einem vor allem in Nordwestdeutschland verbreiteten Typ des Waldsterbens eine bedeutende Rolle spielen (FORSCHUNGSBEIRAT WALDSCHÄDEN/LUFTVERUNREINIGUNG 1986, zitiert nach ELLENBERG 1989).

Für das wind- und niederschlagsreiche Schleswig-Holstein ist die Feststellung von ASMAN & JANSSEN (1987 b) bedeutsam, daß nicht die trockene Deposition von Ammoniak, wohl aber die nasse und trockene Deposition von Ammoniumverbindungen beträchtlich durch weiträumige Transportvorgänge beeinflusst wird, so daß lokale  $\text{NH}_3$ -Quellen an Bedeutung verlieren können. Nach den Ergebnissen von ASMAN & JANSSEN (1987 a) wäre im Landesgebiet mit einer durchschnittlichen  $\text{NH}_4^+$ -Konzentration zwischen 60 und 80  $\mu\text{mol/l}$  im Regenwasser zu rechnen. SCHIMMING & BLUME (1987) dagegen maßen in Freilandniederschlägen wesentlich höhere Werte (bis zu 184  $\mu\text{mol/l}$  in der Marsch nahe Husum), die sie auf intensive Tierhaltung zurückführen. Bei der Ausbringung

der in der Viehwirtschaft anfallenden Gülle wird ein großer Teil des darin enthaltenen Stickstoffs innerhalb kurzer Zeit als Ammoniak an die Atmosphäre abgegeben (BLESS, pers. Mitteilung; vgl. auch HOFF & al. 1981). Die geschätzte Gesamtemission von  $\text{NH}_3\text{-N}$  im Lande Schleswig-Holstein lag im Jahre 1988 bei ca. 26.000 t, wovon ca. 22.000 t der landwirtschaftlichen Tierhaltung, ca. 2.500 t ausgebrachtem Mineraldünger entstammen; die Emissionsmenge, bezogen auf die Gesamtfläche, liegt deutlich über dem Bundesdurchschnitt (BUNDESAMT FÜR ERNÄHRUNG UND FORSTWIRTSCHAFT 1989 sowie BLESS, pers. Mitteilung).

Neben  $\text{NH}_x$ -Verbindungen tragen auch Stickoxide,  $\text{NO}_x$ , zur Gesamtbelastung der Atmosphäre mit Stickstoffverbindungen bei. Anders als im Falle der  $\text{NH}_x$ -Verbindungen steht die Menge der emittierten nitrosen Gase in engem Zusammenhang mit dem Industrialisierungsgrad und der Verkehrsdichte einer Region, also mit der Häufigkeit industrieller Verbrennungsprozesse. Diese setzen vor allem Stickstoffmonoxid ( $\text{NO}$ ) frei, das sich allerdings rasch mit anderen Bestandteilen der Luft umsetzt (u.a. zu Stickstoffdioxid,  $\text{NO}_2$ ). Die Menge der emittierten Stickoxide zeigt in der Bundesrepublik eine ansteigende Tendenz, während die Emission von Schwefelverbindungen seit einigen Jahren rückläufig ist (Abb. 7); das Land Schleswig-Holstein ist, mit gemessenen Werten um  $10\text{-}25 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$  im Jahresdurchschnitt, als eher gering belastet einzustufen. Ebenso wie beim Luftschadstoff Schwefeldioxid sind auch hier die höheren Konzentrationen an den südlicher gelegenen Meßstellen zu beobachten.

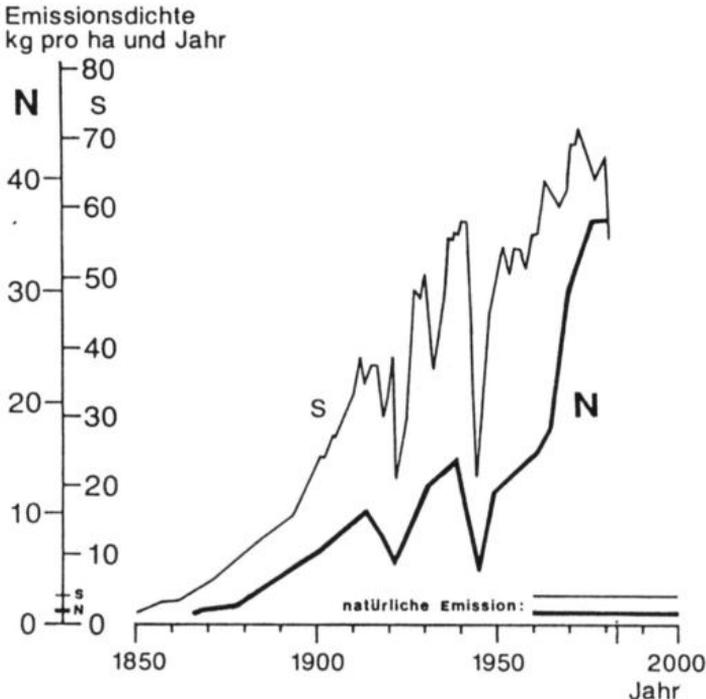


Abb. 7: Entwicklung von  $\text{SO}_2$ - und  $\text{NO}_x$ -Emission in der Bundesrepublik Deutschland im Zeitraum 1850 - 1983 (aus ELLENBERG 1989).

Die meßbare Azidität der Niederschläge wird bestimmt durch die Dissoziation des gelösten  $\text{CO}_2$  im Regenwasser sowie durch die Anwesenheit anthropogener Luftverunreinigungen. Der pH-Wert des natürlichen Regenwassers, der nach CHARLSON & RODHE (1982) Werte zwischen 4.5 und 5.6 erreicht, wird in Mitteleuropa vor allem durch den Ausstoß von  $\text{SO}_2$  stark verändert; langjährige Untersuchungen der Niederschläge zeigen einen stetig zunehmenden Säuregehalt an, ohne daß eine Abschwächung des Trends erkennbar ist (WINKLER 1982, KALLEND & al. 1983).

In Schleswig-Holstein weist nach HASSENPFUG (1986) der pH des Niederschlagswassers keinen deutlichen geographischen Bezug und keine nennenswerte Veränderung im Jahresgang auf, obwohl die Emission von Schwefeldioxid im Jahresverlauf stark schwankt. Ein schwaches Absinken der pH-Werte während der Wintermonate beobachteten dagegen SCHIMMING & BLUME (1987). Sie fanden weiter, daß im östlichen Holstein 50% der gemessenen Werte unter pH 4.3 lagen, die Medianwerte an Marsch- und Geeststandorten aber rund eine halbe pH-Stufe höher. Ein solcher Effekt kann durch das Zusammenwirken mehrerer anthropogener Luftschadstoffe ausgelöst werden.  $\text{NH}_3$ -Emissionen wirken nicht nur auf direktem Wege toxisch, sondern erhöhen auch, zumindest regional, die Oxidations- und Depositionsrate säurebildender Luftverunreinigungen erheblich (APSIMON & al. 1987). Freigesetztes Ammoniak kann mit einem Teil des atmosphärischen  $\text{SO}_2$  reagieren, erhöht also unmittelbar den pH des Regenwassers (MARSH 1978); dies erklärt auch die enge Beziehung zwischen Sulfat- und Ammoniumkonzentration, die wiederholt in Niederschlagsuntersuchungen beobachtet wurde (z.B. DUYSINGS & al. 1986). Der pH-Wert des Regenwassers, ein Produkt des Zusammenspiels azider und basischer Komponenten, kann also die Immissionsituation in einer Region, in der beide Schadstofftypen vorliegen, für sich allein nicht eindeutig beschreiben.

Ein intensiver Eintrag von Ammoniak hat zwar eine Anhebung des Niederschlags-pH zur Folge, aber aufgrund der sich anschließenden Nitrifizierungsprozesse auch eine starke Versauerung des Bodenbereichs (SCHIMMING & BLUME 1987, van BREEMEN & van DIJK 1988, ROELOFS & al. 1989). Hier müssen also direkte, kurzfristig meßbare Effekte deutlich von indirekten, langfristigen Wirkungen unterschieden werden.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß Schleswig-Holstein durch industriell entstandene Luftverunreinigungen nur relativ gering, durch landwirtschaftlich bedingte Emissionen jedoch ziemlich stark belastet wird. Die Ergebnisse regionaler und überregionaler Untersuchungen machen es wahrscheinlich, daß sowohl für Schwefel- als auch für Stickstoffverbindungen ein erheblicher Eintrag von außerhalb der Landesgrenzen, genauer: aus südwestlicher bis südöstlicher Richtung, stattfindet. Dies würde den generellen Nord-Süd-Gradienten der Immissionsbelastung erklären, der, zweifellos modifiziert von lokal bedeutsamen Emittenten, im Lande feststellbar ist.

### 3 Literaturübersicht: Flechten in Schleswig-Holstein

Die erste ausführliche Erwähnung von Flechten in der floristischen Literatur Schleswig-Holsteins geht auf WEBER (1780) zurück, der eine geringe Anzahl von Arten in seinen "Primitiae florae holsaticae" auf-führt. Auch der "Versuch einer Beschreibung der...wildwachsenden Pflanzen aus der 24sten Klasse (Cryptogamen)" von RITTER (1817) nennt lediglich 14 Flechtenarten.

R. v. FISCHER-BENZON veröffentlicht im Jahre 1901 eine erste zusammenfassende Flechtenflora des Landes; sie umfaßt insgesamt 252 Arten aus allen Teilen des Landesgebiets. Ebenfalls um die Jahrhundertwende erscheinen mehrere ausführliche Lokalfloren kleinerer Gebiete, verfaßt von SANDSTEDTE (1894, 1896, 1903) und JAAP (1903, 1905, 1909).

Etwa zur gleichen Zeit beginnt eine Periode der intensiven lichenologischen Erforschung Schleswig-Holsteins durch den Hamburger Lehrer C.F.E. ERICHSEN, die fast ein halbes Jahrhundert lang andauert. Etliche Abhandlungen floristischen und taxonomischen Inhalts (ERICHSEN 1905, 1909, 1916 a, b, 1923 a, b, 1926, 1928, 1928-30, 1929, 1930, 1931, 1932 a, b, 1933, 1934, 1937, 1938 a, b, 1939 a, b, 1940 a, b, 1941 a, b, c, 1942 a, 1943, 1944) vermitteln ein detailliertes Bild der damaligen Vegetationsverhältnisse, aber auch der sich bereits abzeichnenden Verarmung der Flora. Durch seine jahrzehntelang fortgeführten Geländestudien, durch die Erstbeschreibung zahlreicher Arten und infraspezifischer Taxa, aber auch durch genaue Beobachtungen zur Ökologie der einzelnen Arten trägt ERICHSEN entscheidend zur Kenntnis der norddeutschen Flechtenflora bei. Seine botanischen Veröffentlichungen sind einer Zusammenstellung von MATTICK (1954) zu entnehmen. ERICHSEN selbst ist der Autor einer lichenologischen Bibliographie Schleswig-Holsteins (ERICHSEN 1936), die alle älteren Fundangaben erschließt, darunter alle jene, die als Teil der jährlichen Berichte des Botanischen Vereins zu Hamburg erschienen. - In diesem Zeitraum entstehen auch drei Arbeiten von GUSMANN (1929, 1934, 1937), der die Kryptogamenflora des Untertravegebiets eingehend untersucht.

Im Jahre 1957, zwölf Jahre nach Abschluß des Manuskripts, erscheint schließlich ERICHSENS "Flechtenflora von Nordwestdeutschland". Neben einer Auflistung und kurzen Beschreibung aller bis 1945 im nordwestdeutschen Tiefland angetroffenen Arten macht sie auch Angaben über deren Vorkommen und Verbreitung und stellt insofern eine Zusammenfassung aller vorher genannten Arbeiten dar.

KLEMENT und SAXEN, die den ursprünglichen Text der "Flechtenflora" ergänzten und überarbeiteten, tragen auch später zur Kenntnis der schleswig-holsteinischen Flechtenvegetation und -flora bei (KLEMENT 1949; SAXEN 1963 a, b). Anhand von Beispielen beschreibt SAXEN (1953, 1963 c) darüber hinaus die Abhängigkeit der Flechtenverbreitung von klimatischen Faktoren im Landesgebiet und stellt dabei insbesondere die jährliche Niederschlagssumme in den Vordergrund. Eine Reihe von Großflechten (v.a. *Cladonia*-Arten) norddeutscher Moorstandorte wird daneben von MÜLLER (1965) genannt. OTT (1977) schildert die epigäische Moos- und Flechtenvegetation einiger Naturschutzgebiete an der Ostseeküste.

ROSE (1978) berichtet über die Untersuchung einiger Waldgebiete der Schleswiger Geest, die einen unerwartet reichen Artenbestand aufweisen. SØCHTING & RAMKAER (1982) gliedern Schleswig-Holstein und Dänemark in Zonen unterschiedlichen Artenreichtums der epiphytischen Flora und führen die Artenarmut im Süden Schleswig-Holsteins u.a. auf den Einfluß der Großstadt Hamburg zurück. KAPPEN & MÜLLER (1982) geben eine vorläufige Rote Liste der Flechtenarten des Landes und weisen dabei auf einige Ursachen für die Gefährdung vieler Sippen hin.

Flora und Vegetation der Nordseeinseln sind Gegenstand einiger Arbeiten von BÖTTGER (1967; Helgoland), BRAND & KETNER-OOSTRAA (1983; Nordfriesische Inseln), JACOBSEN (1985; Amrum), CHRISTENSEN (1985; Sylt) und ERNST (1988; Nordstrand). Andere floristische Beiträge liefern JACOBSEN (1987 a), JACOBSEN & ERNST (1987) und WOELM (1988). JACOBSEN (1987 b) charakterisiert die sogenannten "nährstoffliebenden" Epiphytengemeinschaften des nordöstlichen Landesteils in ökologischer und soziologischer Hinsicht. FEUERER (1988) revidiert die bisher in Schleswig-Holstein gemachten Funde der Gattung *Rhizocarpon*.

Eine zusammenfassende, nomenklatorisch aktuelle Checkliste der Flechtenarten Schleswig-Holsteins erstellt JACOBSEN (1988; Nachträge 1989). SØCHTING & CHRISTENSEN (1989) schildern in ihrer Übersicht über die epiphytischen Flechten der naturnahen Wälder Dänemarks auch eine Lokalität im Landesteil Schleswig, das Pobüller Bauernholz, dessen Epiphytenvereine auch in einer Arbeit von RASSMUS (1990) behandelt werden. JACOBSEN & COPPINS (1989) revidieren das Typusmaterial einiger unzulänglich bekannter, aus Norddeutschland beschriebener Flechtenarten und verweisen etliche der behandelten Taxa in die Synonymie. Über drei unpublizierte Flechtenkartierungen im Hamburger Raum, die z.T. auch Standorte auf schleswig-holsteinischem Gebiet berücksichtigen, berichtet FEUERER (1990). ZIMMER (1990) gibt eine ausführliche Schilderung und Bewertung der Flechtenvorkommen im Stadtgebiet von Kiel, und JACOBSEN (1990) beschreibt Ziele und Methoden der schleswig-holsteinischen Flechtenkartierung.

## 4 Methoden

### 4.1 Kartierung

Seit 1984 wurden auf Kartierungsfahrten im Landesgebiet ca. 35.000 km zurück-gelegt; der Schwerpunkt der Kartierungsaktivität lag in den Jahren 1987-1989. Die gewonnenen Verbreitungsdaten wurden in Rasterkarten festgehalten, bei selteneren Arten zusätzlich in Punktverbreitungskarten. Als Grundfeld des Rasters wurde ein Blatt der Topographischen Karte, Maßstab 1 : 25.000 (TK 25, früher: Meßtischblatt) gewählt. Die Grundfläche eines Rasterfeldes beträgt somit etwa  $11 \times 12 \text{ km} = 132 \text{ km}^2$ . Durch die Verwendung dieser Einheit sind die Kartierungsergebnisse im Maßstab vergleichbar mit den Ergebnissen zahlreicher anderer Kartierungsaktivitäten in Mitteleuropa (siehe dazu WIRTH 1984 b, WIRTH & OBERHOLLENZER 1990).

Das Prinzip der Rasterkartierung bringt gegenüber der Punktkartierung insbesondere bei der Erfassung häufiger Arten eine Verringerung des Arbeitsaufwandes mit sich. Beim Antreffen einer Art in einem Grundfeld des Rasters wird das Feld auf der Karte markiert, und die Bearbeitung des betreffenden Grundfeldes (in bezug auf diese Art) ist damit beendet.

Ein weiterer Vorteil besteht in der leichten Codierbarkeit der Ergebnisse für die Elektronische Datenverarbeitung (vgl. Kapitel 4.2: Dokumentation). Die EDV bietet neben der rationellen Speicherung und der komfortablen Ein- und Ausgabe von Daten die Möglichkeit, die Artverbreitung mit Standortsfaktorenkarten zu vergleichen. Auf diese Weise können Korrelationen zwischen Verbreitungsmustern und der Verbreitung von Umweltfaktoren festgestellt und somit Anhaltspunkte für kausale Zusammenhänge gewonnen werden (HAEUPLER 1974).

Die Ergebnisse einer Rasterkartierung sind von der Feinheit des Rasters und von der Bearbeitungsintensität abhängig; die Darstellungsgenauigkeit einer Rasterkarte nimmt mit zunehmender Größe des Rasters ab. Je größer das Grundfeld gewählt wird, desto eher ergibt sich eine Überrepräsentation der häufigeren Arten. Diese fallen auch bei flüchtiger Bearbeitung schnell auf, während seltene Arten - trotz möglicherweise gleicher Verbreitung - eher übersehen werden können. Die so gemessene "scheinbare Häufigkeit" ist direkt von der Intensität der Bearbeitung abhängig (SAUER 1974).

Es wurde daher angestrebt, den Großteil der kartierten Grundfelder mit vergleichbarem Zeit- und Arbeitsaufwand zu untersuchen. Sicherlich konnte dies nicht in wünschenswertem Maße erreicht werden; die Bearbeitung der gesamten Fläche Schleswig-Holsteins innerhalb recht kurzer Zeit zwang dazu, hinsichtlich der "Verweildauer" in einem Grundfeld Kompromisse zu schließen. Dem Wunsch nach Gleichbehandlung aller Rasterfelder stand das Ziel gegenüber, einen möglichst vollständigen Überblick über den gegenwärtigen Artenbestand des UG zu erhalten. Punktuell wurde daher in Gebieten, die eine hohe Artendiversität aufwiesen, unverhältnismäßig viel Zeit für die intensive Absuche kleiner Flächen verwendet. Dem Informationsgewinn über die so aufgespürten, zum Teil nur sehr selten gefundenen Arten steht der

Nachteil einiger "verzerrter" Karten gegenüber, ein Nachteil, der unter den gegebenen Umständen kaum zu vermeiden war.

#### 4.2 Dokumentation der Kartierungsergebnisse

Im Zuge botanischer Kartierungen sind Fehlbeobachtungen nie ausgeschlossen, und eine umfangreiche Dokumentation erhöht daher die Verlässlichkeit und damit auch den Wert der geleisteten Geländearbeit. Unter "Dokumentation" können alle Arbeitsschritte verstanden werden, die eine Überprüfung der gewonnenen Ergebnisse erleichtern. Dazu gehörte im vorliegenden Fall die Präparation von Herbarbelegen ebenso wie die Aufbereitung der gesammelten Verbreitungsdaten in einer Form, die späteren Bearbeitern einen sicheren Vergleich ermöglicht.

##### 4.2.1 Probennahme und Herbar

Angesichts des raschen Fortschritts auf dem Gebiet der Flechtensystematik ist das Hinterlegen von Belegmaterial nicht nur als Beweissicherung anzusehen, sondern im Falle vieler ungenügend bekannter Sippen auch als Grundlage für spätere Untersuchungen zur Klärung floristischer oder taxonomischer Fragen (z.B. bei der Aufspaltung ehemaliger Sammelarten). JOHN (1986) weist mit Recht auf den großen Nutzen hin, den die Auswertung jahrzehntealter Belege auch in anderer Hinsicht bringen kann, beispielsweise durch Analyse der Begleitflora oder auch durch Spurenstoffanalysen zur Schätzung ehemals vorhandener Schadstoffbelastungen; viele Fragen können nicht anhand von Literaturangaben beantwortet werden, sondern nur mit Hilfe authentischen Materials. Zur Unterstützung von Folgeuntersuchungen, aber vor allem zur Dokumentation der eigenen Fundangaben und zu Vergleichszwecken wurde im Laufe der letzten Jahre eine Vielzahl von Herbarbelegen präpariert.

In der Regel wurden im Gelände immer dann Flechtenproben genommen, wenn zur sicheren Bestimmung eine mikroskopische Untersuchung notwendig war. Außerdem wurde angestrebt, von allen gefundenen Arten mindestens einen zitierfähigen Herbarbeleg zu präparieren. Allerdings wurden Arten aus gefährdeten Gruppen (z.B. aus den Gattungen *Usnea*, *Bryoria*) grundsätzlich nicht gesammelt, selbst wenn dadurch eine zweifelsfreie Identifizierung nicht möglich war. Das gleiche gilt für Flechtenvorkommen, bei denen die Entnahme von Proben eine Dezimierung der bestehenden Population bedeutet hätte. Im Zweifelsfall wurde der Erhaltung des unzerstörten Standorts der Vorrang gegeben vor der Erlangung einer vollständigen Artenliste - in Übereinstimmung mit HAWKSWORTH (1974), der zu diesem Thema bemerkt: "Collections should reflect what grows in a locality and not what used to grow there before the collector visited it."

Spezielle methodische Schwierigkeiten traten bei der Erfassung einiger epilithischer Flechtenarten auf, da an anthropogenen Substraten (Denkmäler, Fundamente, Mauern, Blockwälle) keine normale Probenahme möglich war. Bei habituell nicht sicher ansprechbaren Arten,

z.B. aus den Gattungen *Acarospora*, *Lecidella* und *Rhizocarpon*, mußten mehrfach einzelne Apothezien oder Thallusfragmente von der Gesteinsunterlage abpräpariert und zur Bestimmung herangezogen werden. Von derartigen Proben existiert daher, wenn überhaupt, nur ein sehr spärliches Belegmaterial.

Der größte Teil aller vorhandenen Belege wurde vorläufig im privaten Herbar P. Jacobsen belassen. Auf den Etiketten der Herbarkapseln wurden in allen Fällen Angaben zur Lokalität, zum Substrat und zum Sammeldatum gemacht; zur Ergänzung der Ortsangaben dienen die MTB-Nummer (Meßtischblatt, Blatt der TK 25) sowie seit kurzem auch die Koordinaten im UTM-Gitter, die eine genaue Lokalisierung der Fundpunkte durch andere Bearbeiter erleichtern sollen (Abb. 8).

FLECHTEN AUS SCHLESWIG-HOLSTEIN	
Herbar Jacobsen 4726	
Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau	
rev.	
loc.	Langstedt, Ulmus, vi.1988
	MTB-Nr. 1322 UTM-Ref.
	leg. P.Jacobsen

Abb. 8: Etikett einer Herbarkapsel mit Angaben zur Lokalität, zum Substrat etc.

Wenn es die Menge des Materials zuließ, wurden regelmäßig Duplikate der eigenen Belege an andere Herbarien abgegeben. Eine größere Zahl von Dubletten befindet sich in Edinburgh (E), vereinzelt Belege in Kiel (KIEL), Hamburg (HBG), Kopenhagen (C) und in einigen anderen europäischen Herbarien.

#### 4.2.2 Datenverarbeitung: das Computerprogramm DISMAP

Die Entscheidung, die begonnene Kartierung auf alle Flechtengruppen und alle Teile des Landesgebiets auszudehnen, wurde im Jahre 1986 getroffen. Alle schon vor diesem Zeitpunkt in Kartennotizen, aber oft nicht mit exakten Lokalitätsangaben festgehaltenen Funde wurden später ebenfalls für die Verbreitungskarten verwendet, sofern Taxon und Meßtischblatt aus den Aufzeichnungen eindeutig hervorgingen.

Alle später erhobenen Verbreitungsdaten wurden mit Angaben zum Fundort (ggf. mit Koordinaten), zum Substrat, zu Belegmaterial etc. dokumentiert. Für viele der häufigeren Arten wurden diese Daten regelmäßig auf Arbeitskarten übertragen, um einen Überblick über den Bearbeitungsstand und über Kartierungslücken zu erhalten.

Die derzeit verwendete Grundkarte besitzt die Rastereinteilung der Amtlichen Topographischen Karte 1 : 25.000, d.h. das Meßtischblatt-Raster. Es ist jedoch beabsichtigt, die vorliegenden Daten auch in das internationale UTM-System zu übertragen, um eine Übernahme in ein zukünftiges europäisches Kartierungsraster zu erleichtern.

Im Hinblick auf die Zusammenfassung der in Schleswig-Holstein erhobenen Daten wurde das Computerprogramm DISMAP erstellt, das der Bearbeitung und Präsentation von Verbreitungskarten dient. DISMAP wurde für IBM-kompatible Computer geschrieben (PC-AT, Betriebssystem MS-DOS). Mehrere Graphik-Adapter werden unterstützt; bereits mit einer relativ einfachen Hardware-Konfiguration wird eine befriedigende graphische Wiedergabe erzielt. Eines der besonderen Leistungsmerkmale des Programms ist die Möglichkeit, die Korrektur von einfach strukturierten Datenfiles und das Editieren von Verbreitungskarten direkt am Bildschirm durchzuführen, und zwar durch einfaches Hinzufügen und Löschen von Fundpunkten in der Kartengraphik. Darüber hinaus ist es dem Benutzer möglich, in allen Datensätzen bzw. Karten im schnellen Vor- und Rücklauf zu "blättern". Routinen für die komfortable Eingabe von Artenlisten für ein Grundfeld oder Grundfeldlisten für eine Art stehen zur Verfügung. Weitere Funktionen erlauben den direkten Zugriff auf numerische Files (z.B. zum Sortieren von Datenmengen); nicht mißverständliche Artnamen werden automatisch erkannt und zur vollen Länge ergänzt. Die Bildschirm-Symbole für Hintergrundflächen und Fundpunkte sind frei definierbar, und es ist möglich, das Programm an veränderte Datenstrukturen anzupassen. Die Abbildungen 9 und 10 zeigen die Ausgabe von Verbreitungskarten im Text- und im Graphik-Modus (Darstellung in beiden Fällen durch einen Hercules-Graphik-Adapter).

Eine DISMAP-Version, die benutzerdefinierte Flächen als Rasterkarten auszugeben vermag, ist zur Zeit in Entwicklung. Aufbau und Anwendungsmöglichkeiten floristischer Datenbanken werden von DIEDE- RICH (1990) ausführlich erläutert.

Verbreitungsdiagramm Schleswig-Holstein  
Topographische Karte 1 : 25.000

Art: ANAPTYCHIA CILIARIS (L.) Körper  
Nr.: 6

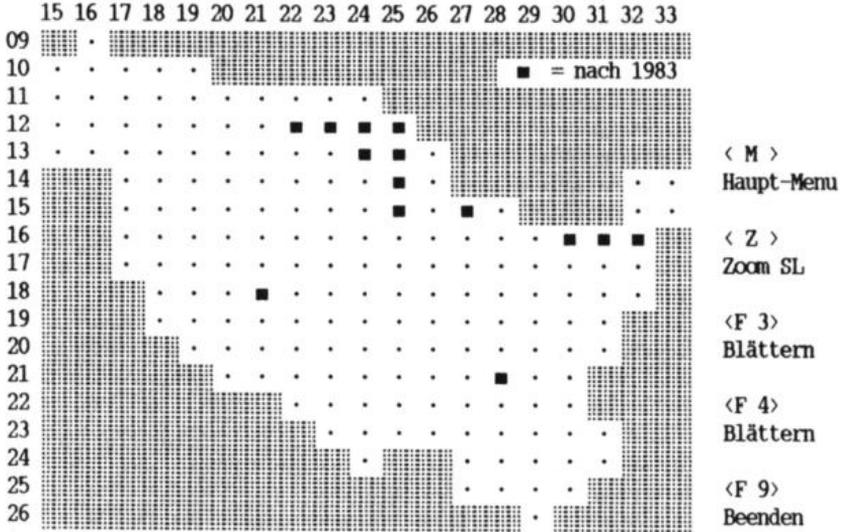


Abb. 9: Ausgabe einer Arbeitskarte durch das Computerprogramm DISMAP im Text-Modus ("Hardcopy" des Bildschirms).

Verbreitungskarte Schleswig-Holstein  
Raster: Topographische Karte 1 : 25.000

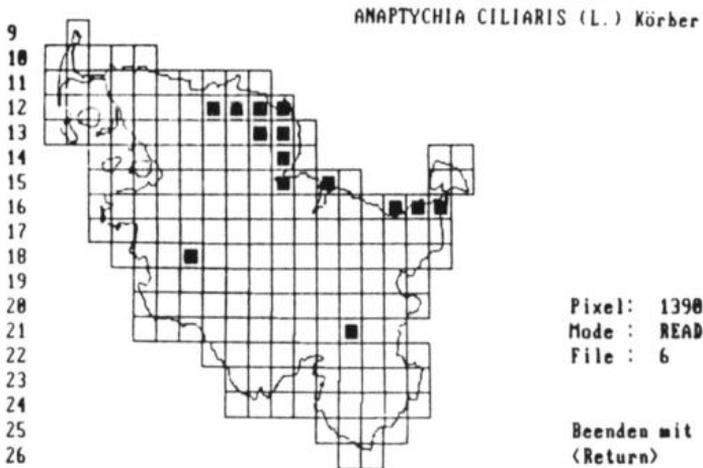


Abb. 10: Bildschirmausgabe einer Raster-Verbreitungskarte, erzeugt durch das Computerprogramm DISMAP (Graphik-Modus).

### 4.3 Berechnung des Index of Atmospheric Purity (IAP)

Die folgende Schilderung des IAP-Verfahrens bezieht sich auf die im Stadtgebiet von Flensburg durchgeführte Flechtenkartierung, deren Ergebnisse in Kapitel 6 dargestellt werden.

#### 4.3.1 Prinzip der IAP-Methode

Eine Reihe von Skalen und ökologischen Indizes sind verfügbar, mit deren Hilfe die Qualität der Flechtenflora eines Standorts (und damit, so wird impliziert, das Ausmaß des anthropogenen Schadeinflusses) als relativer Zahlenwert ausgedrückt werden kann. Als Beispiele können die qualitative Skala von HAWKSWORTH & ROSE (1970), der Index of Poleotolerance (TRASS 1968) und der Index of Lichen Abundance (MOORE 1974) angeführt werden. Eine Übersicht über derartige Indizes gibt z.B. DÉRUELLE (1978 a, b).

Von den in Bioindikations-Studien verwendeten Maßzahlen hat besonders der Index of Atmospheric Purity (IAP), der durch DE SLOOVER (1964) und DE SLOOVER & LEBLANC (1968) eingeführt wurde, weite Verbreitung gefunden. Die IAP-Methode nutzt die Tatsache, daß an anthropogen beeinflussten Standorten in der Regel umso weniger epiphytische Flechtenarten anzutreffen sind, je stärker die umgebende Atmosphäre mit Luftverunreinigungen belastet ist. Diejenigen Arten, die vorwiegend an artenreichen Standorten vorkommen, wären demnach als sensibler anzusehen als solche, die auch noch an weitgehend verarmten Standorten anzutreffen sind; die durchschnittliche Zahl der Begleitarten kann also als Schätzgröße für die artspezifische Toxikoleranz gelten. Nach einer so erfolgten Charakterisierung aller vorgefundenen Arten kann die Diversität und Ausprägung der Flora an einer Station zur Berechnung eines Indexwertes herangezogen werden, der zur Beschreibung der Luftqualität dient.

Während der Bearbeitung eines Untersuchungsgebietes werden an regelmäßig verteilten Stationen die jeweiligen IAP-Werte bestimmt, wobei die Stationen im gesamten UG möglichst gleichartig beschaffen sein sollen; anschließend werden die ermittelten IAP-Werte kartographisch dargestellt. Auf diese Weise sollen Aussagen über die räumliche Variation der Florenqualität und damit über die Schadstoffverteilung im Gebiet ermöglicht werden.

#### 4.3.2 Datenerhebung

Die in der vorliegenden Untersuchung benutzte Methode zur IAP-Ermittlung, die im folgenden vorgestellt wird, weicht in einigen Punkten von den Methoden ab, die aus der Literatur bekannt sind. Die Ursachen und die Auswirkungen der Modifizierung werden in Abschnitt 4.3.4 erläutert und diskutiert.

Der IAP-Wert einer Station wird hier definiert als die Summe der Diversitäts-indizes (Q) der an einer Station angetroffenen Flechtenarten:

$$IAP_j = \sum_{i=1}^{n_j} Q_i$$

wobei  $IAP_j$  = IAP der Station j  
 $i$  = Laufvariable über die Arten (Summenbildung)  
 $n_j$  = Zahl der Arten an Station j  
 $Q_i$  = Diversitätsindex der Art i

Der Diversitätsindex Q einer Art ist gegeben durch

$$Q_i = \sum_{j=1}^{m_i} (n_j - 1)$$

wobei  $Q_i$  = Diversitätsindex der Art i  
 $m_i$  = Zahl der Stationen, in denen Art i vorkommt  
 $j$  = Laufvariable über die Stationen (Summenbildung)  
 $n_j$  = Artenzahl an Station j

Der Diversitätsindex  $Q_i$  bezeichnet also die durchschnittliche Zahl der Begleitarten der Art i. Sein Wert steht erst nach der Untersuchung aller Stationen fest. Je höher der spezifische Q-Wert, desto stärker ist die betreffende Art in ihrem Vorkommen auf artenreiche Standorte beschränkt. Gegenüber der bloßen Angabe der Artenzahl hat der Gebrauch von Diversitätsindizes den Vorteil, daß die vorkommenden Arten nach ihrem sonstigen Vorkommen im Gebiet gewichtet werden, d.h. in die Beurteilung jeder Station fließt die Information über das Auftreten ihrer floristischen Komponenten an allen anderen Stationen ein.

Im Untersuchungsgebiet Flensburg wurden insgesamt  $340 \pm$  gleichmäßig verteilte Stationen ausgewählt, davon 196 mit *Ulmus*. Der Begriff Station wird hier verwendet für eine Gruppe von bis zu 4 benachbarten, gleichartigen Straßen- oder Wegbäumen, die aufgrund gleichförmiger Standortbedingungen und hinsichtlich ihres Bestandes an epiphytischen Flechten zu einer Kartierungseinheit zusammengefaßt wurden. Lediglich Bäume mit regelmäßigem Wuchs und einem Stammdurchmesser von über 30 cm (in Brusthöhe) wurden untersucht. Erfast wurden die Flechtenvorkommen an allen Stammseiten und in einer Höhe von 0.4 - 2 m über dem Erdboden, so daß der durch Staubbimprägung, direkte Düngung usw. geprägte Bewuchs der Stammbasis keinen Einfluß auf die IAP-Berechnung

nahm. Um spätere Vergleiche zu ermöglichen, wurden in vielen Fällen die bevorzugten Expositionen der Haupt-Bestandbildner gesondert festgehalten, ohne daß diese Daten bei der anschließenden Auswertung berücksichtigt wurden.

Eine Liste aller untersuchten Stationen mit exakten Ortsangaben und vollständigen Artenlisten wurde im Umwelt- und Grünamt der Stadt Flensburg hinterlegt.

Da die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Baumborke einen erheblichen Einfluß auf die Zusammensetzung der epiphytischen Vegetation ausüben, sollten IAP-Untersuchungen phorophytenspezifisch, d.h. nach Trägerbaumarten getrennt, durchgeführt werden, um die Interpretation der Ergebnisse zu erleichtern. Das ursprüngliche Vorhaben, die Untersuchung in Flensburg parallel für mehrere Baumarten durchzuführen, war nicht zu verwirklichen; bis auf *Ulmus* weisen alle Phorophyten im Stadtgebiet große Lücken in ihrer Verbreitung auf oder fehlen über weite Strecken völlig. Für die folgenden statistischen Auswertungen wurden somit nur zwei Grundmengen herangezogen:

- 1) die 196 Stationen mit *Ulmus*,
- 2) die Gesamtheit aller 340 Stationen mit verschiedenen Laubbäumen (*Ulmus*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Salix*, *Populus*, *Tilia*, *Sorbus*, *Malus*, *Aesculus*, *Juglans*, *Betula*, *Fagus*).

Die weitere Auswertung des Datenmaterials umfaßte die folgenden Schritte:

- 1) Erstellung von Verbreitungskarten ausgewählter Flechtenarten im Flensburger Stadtgebiet,
- 2) Berechnen der absoluten Häufigkeit für alle angetroffenen Arten,
- 3) Berechnen des Diversitätswertes  $Q$  für alle angetroffenen Arten,
- 4) Berechnen des IAP-Wertes für alle untersuchten Stationen,
- 5) Graphische Darstellung der Ergebnisse in einer Karte des Stadtgebiets.

Die in den Punkten 2, 3 und 4 genannten Berechnungen wurden mit Hilfe des Computerprogramms IAP durchgeführt, das im folgenden Abschnitt kurz beschrieben wird.

#### 4.3.3 Datenverarbeitung: das Computerprogramm IAP

Die Zusammenstellung der im Gelände erhobenen Daten und die statistische Analyse des gesamten Datenmaterials erfolgten mit Hilfe des Computers. Das Auswertungsprogramm IAP wurde mittels eines Basic-Compilers auf einem IBM-kompatiblen PC (AT) unter MS-DOS erstellt; es beansprucht in seiner kompilierten, separat ablauffähigen Version ca. 90 kB Speicherplatz. Das Programm ist durchgehend menügesteuert, selbsterklärend und gegen erkennbare Fehleingaben abgesichert; der Dialog erfolgt in englischer Sprache. Nach der einführenden Definition und Codierung der Artenliste können die Stationsdaten in beliebig vielen Schritten eingegeben und als Datei gesichert werden. Die

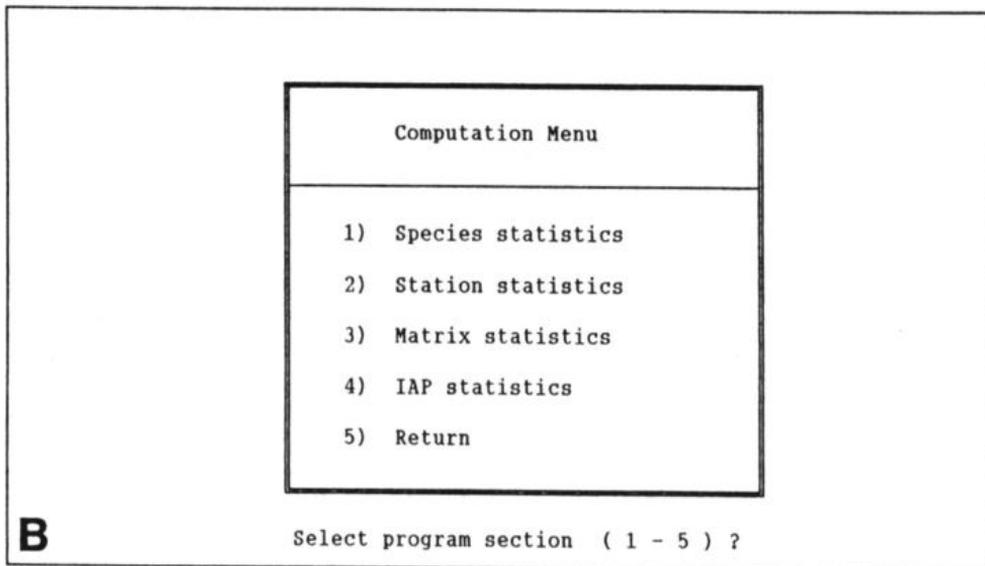
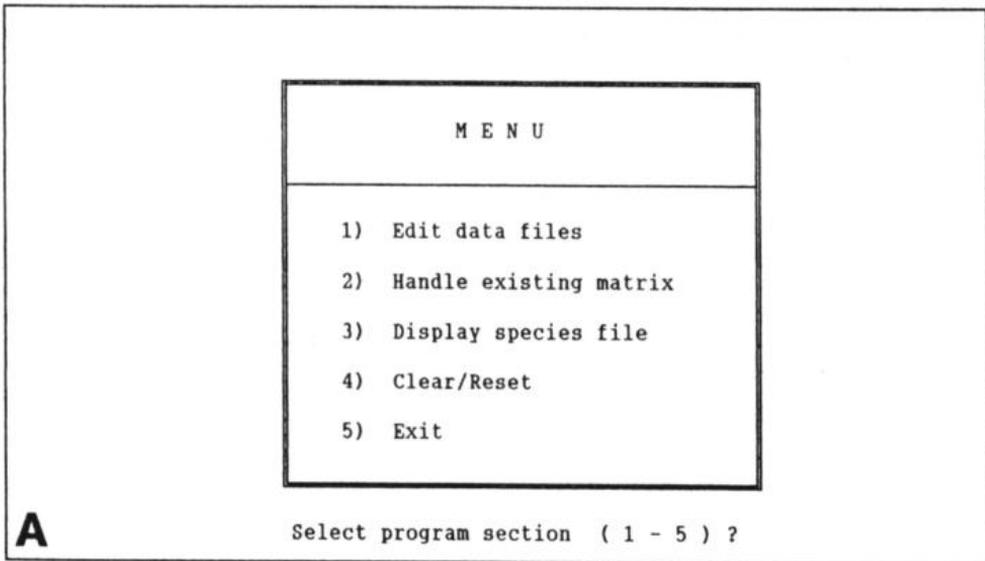


Abb. 11 (S. 28/29): Beispiele für Bildschirmausgaben des Computerprogramms IAP. A: Aufbau des Hauptmenüs. B: Aufbau des Menüs "Rechenprozeduren". C: Art-Statistik für *Buellia punctata*. D: IAP-Statistik einer Datenmatrix.

Species statistics for sp. # 7  
BUELLIA PUNCTATA (Hoffm.) Massal.

Number of stations: 185 of total 340 in matrix  
( = 54.41 % )

Number of species: 11.17 ( 7.69 in matrix )

<Ecological Index> Qi: 10.17

For ranking of species and further information  
see sections <Matrix statistics> and <IAP statistics>

Press <Return>

C

IAP statistics for matrix FL340.MTR

Recent number of species is 77 ( 90 in file )  
Recent number of stations is 340 ( 340 in matrix )  
Recent number of positive entries is 2615 ( of max. 30600 )  
Matrix prepared for 90 x 340 = 30600 elements

Index range: Maximum value 20.67  
Species # 1 Anaptychia ciliaris  
Minimum value 6.54  
Species # 35 Lecanora conizaeoides  
IAP range: Maximum value 373.12  
Station # 48  
Minimum value 6.54  
Station # 8

Press <Return> to continue

< Q > for sorted, < E > for unsorted list of Q values

< I > for sorted, < P > for unsorted list of IAP values

D

maximale Feldgröße der Datenmatrix beträgt 32.000, d.h. es kann beispielsweise eine Matrix von 100 Arten x 320 Stationen oder 50 Arten x 640 Stationen erfaßt werden. Neben der Berechnung der Diversitäts- und IAP-Werte für alle Arten bzw. alle Stationen (siehe Kapitel 4.3.2) werden verschiedene Optionen zur Manipulation der Datenmatrix angeboten. In jedem Programmabschnitt stehen dem Benutzer mehrere Statistik- und Sortier-Prozeduren zur Verfügung (Abb. 11), deren Resultate auf den Bildschirm, auf den Drucker oder als Datei auf Diskette ausgegeben werden können. So sind z.B. nach Einlesen der gewünschten Datenmatrix innerhalb kürzester Zeit die folgenden Ausdrücke möglich:

- Liste aller Arten, sortiert nach Diversitätsindex  $Q_i$ ,
- Liste aller Arten, sortiert nach absoluter Häufigkeit,
- Liste aller Stationen, sortiert nach IAP-Wert.

Alle so gewonnenen Listen bzw. Dateien können anschließend, falls gewünscht, mit Hilfe eines separat aufzurufenden ASCII-Editors weiterbearbeitet und von der DOS-Ebene aus gedruckt werden.

#### 4.3.4 Diskussion der verwendeten, modifizierten IAP-Methode

Unabhängig von der Darstellung und Interpretation der Ergebnisse sollen im folgenden Abschnitt einige Grundannahmen der IAP-Methode diskutiert werden.

Dabei soll auch erläutert werden, auf welche Weise die Methode an die besonderen Gegebenheiten des untersuchten Gebiets angepaßt wurde und welche Konsequenzen diese Anpassung mit sich bringt.

Der Index of Atmospheric Purity wurde von DE SLOOVER (1964), wenn auch unter einer anderen Bezeichnung, eingeführt in der Form

$$IAP_j = \sum_{i=1}^{n_j} Q_i f_i$$

wobei  $IAP_j$  = IAP der Station  $j$   
 $i$  = Laufvariable über die Arten (Summenbildung)  
 $n_j$  = Zahl der Arten an Station  $j$   
 $Q_i$  = Diversitätsindex der Art  $i$   
 $f_i$  = Frequenz, Deckungsgrad etc. der Art  $i$   
(frei definierbare Skala)

Von späteren Autoren wurde der Index mehrfach modifiziert, vor allem durch stärkere oder schwächere Gewichtung der Gesamtartenzahl einer Station, jedoch stets unter Beibehaltung des Grundprinzips: Qualitative Charakterisierung der Arten mit anschließender qualitativer und quantitativer Charakterisierung der Stationen.

Die auf den ersten Blick "bestechende Objektivität des Auswertungsverfahrens" (SCHMIDT 1977) führte dazu, daß die Methode eine weite Verbreitung fand. Neben einer formal korrekten Berechnung wurden dabei aber nur selten die angewandten mathematischen Prozeduren mit ihren Konsequenzen sowie ihre Anwendbarkeit im speziellen Fall überprüft und diskutiert. Beide Aspekte, die Prüfung der methodischen Grundannahmen und die Prüfung der mathematischen Prozedur, sind jedoch für die korrekte Auswertung einer IAP-Untersuchung so wesentlich, daß sie hier ausführlich behandelt werden sollen.

Zu a): Methodische Grundannahmen.

Vor Beginn der Untersuchungen mußte die Frage beantwortet werden, ob die Voraussetzungen für eine sinnvolle Anwendung der IAP-Methode im Flensburger Raum gegeben sein würden. Dies betraf vor allem die Vorbehalte von HERBEN & LIŠKA (1986), die bei einer Simulationsstudie zu dem Ergebnis kamen, daß IAP-Untersuchungen für artenarme Gebiete keine geeignete Methode darstellen und daß eine niedrige Gesamt-Artenzahl auch durch eine erhöhte Zahl von Stationen nicht ausgeglichen werden kann.

Die genannten Autoren weisen auch darauf hin, daß die Grundannahme der IAP-Methode (Zahl der epiphytischen Flechtenarten umso geringer, je höher der Grad der lokalen Luftverschmutzung) nur dann zutrifft, wenn der Anteil sensitiver Arten am Gesamt-Artenpool relativ hoch, der Anteil poleophiler (also durch Immissionen geförderter) Arten relativ gering ist. TÜRK (1982) gibt weiter zu bedenken, daß in gering belasteten Gebieten der Effekt der Schadstoffverteilung u.a. durch klimatische Faktoren überlagert und maskiert werden kann. Zusätzliche Komplikationen ergeben sich, wenn im Laufe der Kartierung Bestände aus verschiedenartigen Flechtengesellschaften erfaßt werden, die sich hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche und ihrer durchschnittlichen Artenzahl unterscheiden (vgl. z.B. RABE 1981).

Zu diesen Vorbehalten wurden vor Beginn der Untersuchungen folgende Beobachtungen gemacht:

- Von früheren Exkursionen war bekannt, daß im UG eine relativ artenreiche epiphytische Flechtenvegetation anzutreffen sein würde. Arten, die aufgrund ihres sonstigen Vorkommens als empfindlich gelten müssen, sind im UG reichlich vertreten.
- Bei stichprobenartigen Begehungen wurden innerhalb des UG deutliche Unterschiede in der Florenqualität festgestellt, trotz vergleichbarer klimatischer Bedingungen.
- Im UG wurde ein ausreichender Bestand von geeigneten Trägerbäumen festgestellt.

Nach Prüfung dieser Voraussetzungen bestanden keine Bedenken, die Luftgüteuntersuchung in der geplanten Form durchzuführen. Darüber hinaus wurde eine sehr hohe Anzahl von Stationen ausgewählt, um den Einfluß der zu erwartenden Streuung auf das Bild der Gesamtverteilung möglichst klein zu halten.

Dennoch können einzelne atypische Vorkommen zuweilen zur Verfälschung von Q-Werten, insbesondere seltener Arten, führen. Die inter-

pretierende Bezeichnung "Toxitoleranzfaktor" ist deshalb für den Wert Q nur mit Vorsicht zu verwenden, und stattdessen wird hier der lediglich beschreibende Begriff "Diversitätsindex" benutzt.

Zu b): Die angewandte mathematische Prozedur und ihre Konsequenzen.

Eine wesentliche Abänderung der IAP-Methode wurde im Hinblick auf die Datenerhebung vorgenommen, indem auf die Einbeziehung einer Frequenz-/Deckungs-/Vitalitätsskala (hier zusammenfassend Importanzskala genannt) verzichtet wurde. Die Gründe dafür seien hier näher erläutert.

Bei Anwendung der "klassischen" IAP-Methode (wie durch KIRSCHBAUM 1973, HEIDT 1978, HOISLBAUER 1979, DIEDERICH 1979, STARKE 1985 u.a.) wird zunächst für jede Art ein Diversitätsindex errechnet. Die eigentliche IAP-Berechnung besteht dann für jede Station im wesentlichen aus einer Summenbildung der Produkte aus artspezifischem Diversitätsindex und stationsspezifischem Art-Importanzwert. Es wird dabei jeweils ein objektiv ermittelter Wert (der Diversitätsindex, als Quasi-Meßwert) mit einem Faktor multipliziert, der einer willkürlich definierten Skala, meist mit Werten von 1 bis 5, entstammt.

In Abhängigkeit von der Definition der Importanzskala werden die objektiven Diversitätswerte unterschiedlich stark gewichtet. Die Benutzung einer Ordinalskala mit Werten von 1 bis 5 hat beispielsweise zur Folge, daß in der IAP-Bewertung einer Station das sehr reichliche Vorkommen einer immissionstoleranten Flechtenart stärker zugunsten einer positiven Luftgütebeurteilung ins Gewicht fällt als das spärlichere, aber artgerechte Vorkommen einer wesentlich sensibleren Art.

Beispiel:

Tolerante Art (Q = 6) mit hohem Importanzwert (f = 5):  $Q \times f = 30$   
Sensible Art (Q = 14) mit niedrigem Importanzwert (f = 2):  $Q \times f = 28$

Aufgrund ihres lokal reichen Vorkommens würde die tolerantere Art demnach einen höheren Luftreinheits-Zeigerwert erhalten. Der biologische Sinn dieser Berechnungsweise ist fraglich, da der Deckungsgrad einer Art an einem beliebigen Standort keineswegs nur von vitalitätsbeeinflussenden (z.B. Immissions-) Faktoren abhängt, sondern in hohem Maß auch von der artspezifischen Morphologie (Thallusgröße, Wuchsform). In vielen Fällen ist der Deckungsgrad ohnehin kein Maß für die Vitalität einer Population oder für die Eignung eines Standorts, sondern vor allem ein Maß für die Effizienz der Nahausbreitungsmechanismen, also der Fähigkeit, einen einmal erreichten Standort z.B. mit Hilfe von vegetativen Diasporen flächendeckend zu besiedeln. Eine Berücksichtigung von Frequenz, Deckungsgrad etc. für lufthygienische Fragestellungen ist deshalb bei der Betrachtung einer einzelnen Art (etwa im Vergleich mehrerer Standorte) sinnvoll, bei einem Vergleich verschiedener Arten dagegen nicht empfehlenswert.

Zur statistischen Auswertung ist festzuhalten:

Das Übertragen von Werten einer Nominal- oder Ordinalskala (Frequenz und/oder Deckungsgrad und/oder Vitalität) in eine frei definierte Ordinalskala (z.B. Werte von 1 bis 5) ist für beschreibende und klassifizierende Zwecke zulässig, für rechnerische Zwecke (Multiplikation mit Meßwerten) aber unzulässig und stellt hinsichtlich der erwünschten Aussagen (Vergleich von Standorteigenschaften) eine Fehlerquelle dar. Die Anwendung einer Importanzskala beeinflusst die Beurteilung der Stationen u.U. stärker als die ermittelten Diversitätswerte der Flechtenarten; sie täuscht zwar numerische Exaktheit vor, ist aber nicht geeignet, die qualitativen Ergebnisse verlässlich zu quantifizieren.

Die Hinzuziehung von Kriterien wie Deckungsgrad und Vitalität ist dann vertretbar, wenn die epiphytische Flechtenflora stark verarmt ist und daher nur die wenigen verbliebenen Arten studiert werden können (siehe z.B. GUTTE & al. 1986, VERHEYEN & al. 1987). In Gebieten, die eine hohe ökologische und daher auch floristische Homogenität aufweisen, haben binäre Variablen wie Arten-Präsenz/Absenz nur einen geringen Informationsgehalt (ORLOCI 1978). Angesichts der artenreichen Flora sowie der erheblichen qualitativen Variation ist dagegen im Flensburger Untersuchungsgebiet der in Abschnitt 4.3.2 geschilderten, modifizierten IAP-Methode der Vorzug zu geben.

#### 4.4 pH-Messung

Um Aussagen über die Azidifizierung von Baumborken und die pH-Ansprüche einiger Flechtenarten machen zu können, wurden punktuell Messungen des Borken-pH vorgenommen. Wie bei RITSCHER (1977) beschrieben, wurde die zu untersuchende Borkenfläche, u.U. nach Entfernen des Flechtenthallus, aufgeraut und mit destilliertem Wasser befeuchtet; zur Messung des Oberflächen-pH am Substrat wurden Glaselektroden des Typs Ingold 403 - M8 verwendet. Nach jeweils zehn Einzelmessungen wurden Nullpunkt und Steilheit der Elektroden mit Hilfe gepufferter Eichlösungen kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert.

## 5 Floristische Untersuchungen: Ergebnisse und Literaturvergleich

Eine zeitlich nicht differenzierende Liste der Flechtenarten Schleswig-Holsteins wurde von JACOBSEN (1988) vorgelegt. Diese Checkliste berücksichtigt alle jemals aus dem Landesgebiet bekanntgewordenen Arten, ungeachtet der Aktualität des Vorkommens; sie kann also bestenfalls Hinweise darauf geben, welches Gesamt-Artenpotential im Verlauf der zurückliegenden Jahrzehnte vorhanden war, erlaubt aber keine Aussagen über die heutige Flechtenvegetation und -flora. Nicht wenige Arten verdanken ihre Aufnahme in die Checkliste vereinzelt Funden aus dem 19. oder dem frühen 20. Jahrhundert und müssen seitdem als verschollen gelten. Auf die später einsetzenden, drastischen Veränderungen der Flechtenflora und den Rückgang vieler Arten in Mitteleuropa wurde bereits einleitend hingewiesen. Umfangreiche Geländearbeiten waren somit erforderlich, um zu klären, welche Taxa aktuell in Schleswig-Holstein vorkommen.

Die zur Beurteilung der heutigen Verhältnisse nötigen Geländebeobachtungen liefern naturgemäß nicht mehr als eine Momentaufnahme, die sich nicht mit den Ergebnissen der jahrzehntelangen Forschung ERICHSENS vergleichen kann und will. Die hier durchgeführten floristischen Untersuchungen dienen vielmehr einer spezielleren Zielsetzung, nämlich der Erfassung von Flora und Vegetation in allen Landesteilen mit regional und zeitlich vergleichbarem Aufwand.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in mehreren Schritten:

- Zu Beginn soll eine aktuelle, kommentierte Florenliste vorgestellt werden, die einen Überblick über die in letzter Zeit aufgefundenen Arten gibt (Abschnitt 5.1).
- Anschließend werden diese Nachweise durch eine Aufstellung älterer Funde, die nicht bestätigt werden konnten, ergänzt; das Ergebnis ist eine revidierte Checkliste der Flechten Schleswig-Holsteins, die alle nomenklatorischen Änderungen, Neufunde und Revisionsergebnisse der letzten Jahre berücksichtigt (Abschnitt 5.2 bzw. Anhang C).
- Im folgenden Kapitel werden die Florenliste bei ERICHSEN (1957) und die aktuelle Liste (Nachweise seit 1975) einander gegenübergestellt, wobei Habitat- und Substratangaben eine Interpretationshilfe geben (Abschnitt 5.3). Mit Hilfe von Artenspektren wird später gezeigt, welche Habitate und Substrate einen besonders hohen Rückgang an Arten verzeichnen.
- Anhand von Verbreitungskarten wird das derzeitige Vorkommen zahlreicher Flechtenarten erläutert, die aufgrund ihrer Verbreitung oder ihrer Bindung an bestimmte Habitate oder Faktorenkomplexe besondere Aufmerksamkeit verdienen. Für einige ausgewählte Arten werden frühere und heutige Verbreitung detailliert verglichen.

- Ein weiterer Vergleich zwischen früheren und heutigen Gegebenheiten erfolgt in Abschnitt 5.5, wo anhand von Fallbeispielen die Veränderung von Flechtenflora und -vegetation in gut dokumentierten Bereichen dargelegt werden soll.
- In Abschnitt 5.6 folgen Anmerkungen zur Vegetation einiger typischer Flechtenstandorte, d.h. Schilderungen häufig anzutreffender Artengemeinschaften in verschiedenen Habitaten.

Die drei letztgenannten Abschnitte, in denen artbezogene (5.4), gebietsbezogene (5.5) und standortsbezogene (5.6) Untersuchungsergebnisse vorgestellt werden, haben zum Teil bereits interpretierenden Charakter. Eine zusammenfassende Diskussion, vor allem unter kausalen Aspekten, erfolgt in Kapitel 7.

### 5.1 Nachweise seit 1975 in Schleswig-Holstein angetroffener Arten

Die folgende, alphabetisch geordnete Liste von Flechtenarten stellt das Ergebnis der im Jahre 1983 begonnenen floristischen Erhebungen im Landesgebiet dar (Stand: Ende 1990). Sie umfaßt alle Arten, die in diesem Zeitraum innerhalb des Landes nachgewiesen werden konnten. Die weit überwiegende Zahl der Fundmeldungen basiert auf eigenen Aufsammlungen oder Geländebeobachtungen; einzelne Angaben stützen sich aber auch auf Material, das zur Bestimmung oder Überprüfung vorgelegen hat, auf persönliche Mitteilungen oder auf Daten aus der Literatur (z.B. CHRISTENSEN 1985).

Zusätzlich wurden Angaben aus den Arbeiten von SØCHTING & RAMKAER (1982) und BRAND & KETNER-OOSTRAA (1983) sowie persönliche Mitteilungen von SØCHTING und ROSE für die vorliegende Liste ausgewertet. Durch diese Ergänzungen ergibt sich eine Florenliste, die alle Funde aus dem Zeitraum 1977 - 1990 umfaßt. Sie ist somit in ihrer Aktualität unmittelbar vergleichbar mit den aktuellen Funddaten im Verbreitungsatlas der Flechten Baden-Württembergs (WIRTH 1987). Da für das Land Schleswig-Holstein aus den Jahren 1975 und 1976 keine bedeutenden Fundmeldungen vorliegen, kann die von WIRTH vorgeschlagene Einteilung (aktuelle Nachweise = 1975 oder jünger) problemlos übernommen werden.

Arten, deren Fundangaben den o.g. Quellen entommen wurden, die aber nach 1983 nicht durch eigene Funde belegt sind, werden in der Liste durch eckige Klammern hervorgehoben. Zweifelhafte oder unzutreffende Nachweise sind im Anhang aufgelistet.

Im Falle seltener oder sehr seltener Sippen wird die Art des Nachweises angegeben, in der Regel durch Zitieren ausgewählter eigener Herbarbelege. Nicht selbst aufgefundene Flechtenarten werden in jedem Fall durch ein entsprechendes Zitat kommentiert. Häufig verwendete Abkürzungen sind MTB (= Meßtischblatt, Blatt der Topographischen Karte 1 : 25.000) und P.J. (Herbar P. Jacobsen). Die ökologischen

oder taxonomischen Anmerkungen zu vielen Arten der Florenliste enthalten Angaben über außergewöhnliche Vorkommen, häufige Substrate, taxonomische Unklarheiten oder ähnliches.

Die verwendete Nomenklatur entspricht dem derzeitigen Stand des Wissens und ist mehr oder weniger identisch mit der Nomenklatur der dänischen Checkliste (ALSTRUP & SØCHTING 1989). Auf das Zitieren von taxonomischen Spezialarbeiten wurde, von wenigen Ausnahmen abgesehen, verzichtet; Hinweise zur Synonymie sowie Literaturangaben zum Vorkommen, zur systematischen Stellung und zur Ökologie der Arten sind der Liste schleswig-holsteinischer Flechten (JACOBSEN 1988) zu entnehmen.

Auf die folgenden Funde bundesweit bislang ungenügend beachteter Flechtenarten sei besonders hingewiesen:

*Absconditella delutula*  
*Acarospora heppii*  
*Anisomeridium nyssaegenum*  
*Bacidia chlorotricula*  
*Bacidia saxenii*  
*Bacidia subfuscula*  
*Bacidia vezdae*  
*Caloplaca ulcerosa*  
*Fellhanera myrtillicola*  
*Lecidea hypopta*  
*Micarea lithinella*  
*Micarea sylvicola*  
*Moelleropsis humida*  
*Sarcosagium campestre*  
*Steinia geophana*  
*Verrucaria bryoctona*

- Absconditella delutula* (Nyl.) Coppins & Kilius  
Grube Lieth, Klein-Nordende, südlich Elmshorn, MTB 2224, über Pflanzenresten/Rohhumus, ii.1989, Jacobsen 5824 (P.J.), 5825 (E, confirm. Coppins), 5826 (STU). Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 73.
- Acarospora fuscata* (Nyl.) Arn.  
Eine der häufigeren Silikatflechten an Natursteinmauern, Blockwällen, Denkmälern etc.
- Acarospora heppii* (Naeg.) Naeg.  
Grube Lieth, Klein-Nordende, südlich Elmshorn, MTB 2224, an kleinen, in den Boden eingesenkten Steinen, ii.1989, Jacobsen 5827 (P.J.).
- Acarospora smaragdula* (Wahlenb.) Massal.  
An Geröll und Findlingsblöcken. Ausgewählter Beleg: Insel Amrum, an Dünengeröll in der Nähe des Quermarkenfeuers, MTB 1315, vii.1984, Jacobsen 5405 (P.J.).
- Acarospora* cf. *veronensis* Massal.  
Mehrere fragmentarische Aufsammlungen von anthropogenen Substraten, z.B. von verwitterten Ziegelmauern, werden hier mit etwas Zögern zu *A. veronensis* gestellt. Das Fehlen von ausreichendem Belegmaterial und die ungenügende monographische Bearbeitung der Gattung *Acarospora* verhindern eine sichere Bestimmung dieser Proben (z.B. Jacobsen 5316, 5696).
- Anapychia ciliaris* (L.) Körber  
An freistehenden Laubbäumen, bevorzugt an Eschen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 74.
- Anisomeridium nyssaegenum* (Ellis & Everhart) R.C.Harris  
Wegrand bei Weißenhaus, MTB 1630, Stumpf von *Populus* sp., mit *Arthonia leucodontis* (s.u.), v.1989, Jacobsen 6501 (P.J.), 6502 (E, det. Coppins).
- Arthonia impolita* (Hoffm.) Borrer  
An alten Eichen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 73.
- Arthonia leucodontis* (Poelt & Döbb.) Coppins  
An freistehenden Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 75.
- Arthonia punctiformis* Ach.  
Insel Amrum, Süddorf, MTB 1316, an Erlen nahe der Schule, iv.1984, Jacobsen 673 (P.J.).
- Arthonia radiata* (Pers.) Ach.  
An älteren Buchen usw. in Wäldern verbreitet, aber oft durch Schneckenfraß stark geschädigt.
- Arthonia spadicea* Leighton  
An Eichen und Buchen in naturnahen Wäldern. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 75.
- Arthonia vinosa* Leighton  
An Laubbäumen (Eiche, Buche, Esche) in Waldgebieten. Ausgewählter Beleg: Jörlholz, MTB 1321, an *Quercus*, vii.1987, Rose & Jacobsen 270 (P.J.).
- Arthopyrenia punctiformis* Massal.  
Pionier an glatter Rinde, insbesondere an jüngeren Zweigen von Buche und Eiche. Ausgewählter Beleg: Heitholmer Weg nahe Otten-dorf, MTB 1626, an Eichenzweigen, vii.1984, Jacobsen 1531 (P.J.).

- Arthothelium ruanum* (Massal.) Zw.  
An glatter Rinde junger Laubbäume. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 76.
- Aspicilia caesiocinerea* (Nyl. ex Malbr.) Arn.  
An ± staubimprägnierten Silikatblöcken; die häufigste Art der Gattung in Schleswig-Holstein.
- Aspicilia calcarea* (L.) Mudd  
Mehrfach an Blockwällen auf der Insel Fehmarn beobachtet, z.B. Boltsee, MTB 1532, vi.1988, und Bannesdorf, MTB 1533, vii.1988; keine Belege. Nach BRAND & KETNER-OOSTRAA (1983) außerdem auf Sylt gefunden.
- Aspicilia cinerea* (L.) Körber  
Achterwehr, MTB 1625, Blockmauer nahe der Ortsmitte, ii.1990.
- Aspicilia contorta* (Hoffm.) Krempelh.  
An Mörtel, Beton etc., offenbar bevorzugt auf Horizontalflächen. Ausgewählter Beleg: Hürup, MTB 1223, Mörtelkrone der Kirchhofsmauer, v.1988, Jacobsen 2953 & Sancho (P.J.).
- Aspicilia cf. gibbosa* (Ach.) Körber  
An Silikatblöcken. Insel Amrum, Nebel, MTB 1316, an einer niedrigen Blockmauer, vii.1984, Jacobsen 1595 (P.J.).
- Aspicilia leproscens* (Sandst.) Havaas  
An Silikatblöcken. Insel Fehmarn, südlich Lemkenhafen, MTB 1532, Steinwall in unmittelbarer Küstennähe, ix.1988.
- Bacidia arceutina* (Ach.) Arn.  
An Laubbäumen, insbesondere in lichten Wäldern. Gehölz "Eitz" nordwestlich Weißenhaus, MTB 1630, an *Fagus*, iii.1989, Jacobsen 5959 (P.J.). Jörlholz, MTB 1321 (ROSE, persönl. Mitteilung). Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Bacidia cf. arnoldiana* Körber  
Buchenwald zwischen Brux und Emkendorf, MTB 1725, *Fagus*, iv.1989, Jacobsen 6178 (P.J., det. Coppins).
- Bacidia cf. assulata* (Körber) Vězda  
An freistehenden Bäumen. Ausgewählter Beleg: Grünholz, MTB 1425, *Fraxinus*, viii.1985, Jacobsen 1663 (P.J.).
- Bacidia chlorotica* (Nyl.) A.L.Sm.  
An einer verwitterten Betonmauer. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 77.
- Bacidia naegelia* (Hepp) Zahlbr.  
An freistehenden Laubbäumen. Ausgewählter Beleg: Idstedt, MTB 1423, an *Ulmus*, viii.1985, Jacobsen 1679 (P.J., det. Coppins).
- Bacidia rubella* (Hoffm.) Massal.  
An alten, mäßig eutrophierten Laubbäumen (bes. *Ulmus*, *Fraxinus*). Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 76.
- Bacidia saxenii* Erichsen  
An kleinen Steinen und an Pflanzenresten. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 78.
- Bacidia subfuscula* (Nyl.) Th.Fr.  
An feuchtem Geröll. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 77.
- Bacidia vezdae* Coppins & P.James  
Im Innern von Waldgebieten. Staatsforst Rendsburg nahe Lurup, MTB 1723, *Quercus*, v.1989, Jacobsen 6557 (P.J.), 6558, 6562 (E, det. Coppins). Jörlholz, MTB 1321 (ROSE, persönl. Mitteilung).

*Baeomyces roseus* Pers.

Auf sandigem Boden. Insel Amrum, Dünenal westlich von Nebel, MTB 1315, vii.1984, Jacobsen 1573 (P.J.).

*Baeomyces rufus* (Hudson) Rebent.

Auf Erde, an (meist schattigen) Böschungen. Ausgewählter Beleg: Sandiger Abhang bei Schoolbek (Kosel), MTB 1524, ix.1985, Jacobsen 1633 (P.J.).

*Biatora sphaeroides* (Dickson) Körber

syn. *Biatora pilularis* (Körber) Hepp, angeführt bei JACOBSEN (1988: 50). Im Innern relativ naturnaher Wälder. Jörlholz, MTB 1321, an *Quercus*, vii.1987, Jacobsen 2730 & Rose (P.J.).

*Bryoria fuscescens* (Gyelnik) Brodo & D.Hawksw.

An bearbeitetem Holz. Ausgewählte Fundorte: Bredstedt, MTB 1319, hölzernes Gatter am nördlichen Ortsausgang, x.1987; Flensburg, MTB 1222, Fruerlunder Straße, an *Betula*, ix.1988; Holzsaun südlich Achtrup, MTB 1220, iv.1986; Hölzerne Zaunpfosten nahe des südlichen Ortsausganges von Joldelund, MTB 1320, ix.1985; Holzpfähle im Bereich der Geltinger Birk, MTB 1225, xi.1986. Da keine Proben genommen wurden, ist die Bestimmung als *B. fuscescens* nicht durch Herbarbelege abgesichert.

*Buellia aethalea* (Ach.) Th. Fr. s.lat.

Inkl. *B. sororia* Th.Fr.; an Silikatgestein verbreitet. Ausgewählter Beleg: Geltinger Birk, MTB 1225, an Strandgeröll bei Birk-Nack, vi.1988, Jacobsen 4465 (P.J.).

*Buellia* cf. *alboatra* (Hoffm.) Th.Fr.

An freistehenden Laubbäumen. Ulsnis, MTB 1424, an *Tilia*, vii.1986, Jacobsen 1774 (P.J.). Nebel, MTB 1316, *Ulmus*, vii.1984, Jacobsen 1571 (P.J.).

*Buellia ambigua* (Ach.) Malme

An Silikatgestein. Ladelund, MTB 1120, an Granitblöcken einer Natursteinmauer, iv.1988, Jacobsen 4743, 4749 (P.J.).

*Buellia epipolia* (Ach.) Mong. s.lat.

An Mörtel und Ziegeln alter Kirchen. - Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 79.

*Buellia griseovirens* (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.

An Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 80.

*Buellia pharcidia* (Ach.) Malme

An freistehenden, schwach eutrophierten Laubbäumen. Loose, Osterhof, MTB 1425, viii.1985, *Fraxinus*, Jacobsen 671 (P.J.). Karby, MTB 1325, an *Tilia*, vi.1985, Jacobsen 735 (P.J.).

*Buellia punctata* (Hoffm.) Massal.

An eutrophierten Borken. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 81.

*Calicium adpersum* Pers.

An alten Eichen. Ausgewählter Beleg: Nähe Giekau, MTB 1629, an altem, tiefrissigem *Quercus*-Stamm, x.1987, Jacobsen s.n. (P.J.).

*Calicium salicinum* Pers.

Fast ausschließlich an alten Eichen. Ausgewählter Beleg: Wulfs-hagen, MTB 1626, an Eichen, vi.1987, Jacobsen 2604 & Rose (P.J.).

*Calicium viride* Pers.

An alten Eichen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 82.

- Caloplaca chlorina* (Flotow) Sandst.  
Inkl. *C. isidiigera* auct. - An Stammbasen (insbesondere von *Ulmus*) und an eutrophiertem Silikatgestein; an beiden Substraten auffällig oft in Gesellschaft von *C. citrina* und offenbar mit ähnlichen ökologischen Ansprüchen. Meist in einer sterilen Form mit dickem, grobkörnigem Lager.
- Caloplaca citrina* (Hoffm.) Th.Fr.  
Sehr häufig an Vertikalflächen von Betonmauern, an Mörtel und kalkhaltigem Gestein, aber auch an eutrophierten Rinden, vor allem in Bodennähe; offenbar äußerst tolerant gegenüber direkter Düngung. Seltener am Mittelstamm von Laubbäumen, dann aber regelmäßig fertil und oft vergesellschaftet mit *Lecania cyrtella*.
- Caloplaca granularia* (With.) Laundon  
An Silikat- und Kalkgestein. Ausgewählter Beleg: Insel Amrum, MTB 1316, auf Kalk eines alten Fundaments in der Nähe der Gußkölk, viii.1984, Jacobsen 1653 (C, det. Söchting).
- Caloplaca decipiens* (Arn.) Blomb & Forss.  
Häufig an Mörtel, Beton, Ziegel- und Sandsteinmauern, vor allem an senkrechten Flächen.
- Caloplaca flavescens* (Hudson) Laundon  
An Kirchenmauern und ähnlichen Substraten. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 83.
- Caloplaca flavovirescens* (Wulfen) DT. & Sarnth.  
Im Vorkommen ähnlich *C. flavescens*. Ausgewählter Beleg: Haddeby, MTB 1423, an Mörtel der Kirchenmauer, vi.1988, Jacobsen s.n. (P.J.).
- Caloplaca herbidella* (Hue) H.Magn.  
An alten Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 84.
- Caloplaca holocarpa* (Hoffm.) Wade  
Häufig an kalkhaltigem Gestein aller Art.
- Caloplaca luteoalba* (Turner) Th.Fr.  
An alten Ulmen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 84.
- Caloplaca marina* (Wedd.) Zahlbr.  
An Silikat- und Kalkgestein von Uferbefestigungen. Ausgewählter Beleg: Vollerwieker Deich, MTB 1718, ii.1989, Jacobsen 1324 (P.J.), 4383 (C, det. Söchting).
- Caloplaca obscurella* (Lahm) Th.Fr.  
An freistehenden, etwas eutrophierten Laubbäumen. Ausgewählter Beleg: Hitzhusen, westlich Bad Bramstedt, MTB 2025, an *Quercus*, vi.1988, Jacobsen 4478 (P.J.), 4479 (E, confirm. Coppins).
- [*Caloplaca ruderum* (Malbr.) Laundon]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Caloplaca saxicola* (Hoffm.) Nordin  
Häufig auf Beton, Waschbeton usw.
- Caloplaca teicholyta* (Ach.) J.Steiner  
An Mörtel, Beton usw.
- Caloplaca ulcerosa* Coppins & P.James  
An Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 85.
- Caloplaca velana* (Massal.) Du Rietz  
An kalkhaltigem Gestein. Ausgewählter Beleg: Eiderstedt, Deichanlage südlich Katingsiel, MTB 1719, iv.1989, Jacobsen 4379 (P.J.), 4380, 4381 (C, det. Söchting).

- Candelaria concolor* (Dickson) Stein  
An freistehenden Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommentar  
siehe S. 85.
- Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr.  
Häufig an Mörtel usw., seltener an staubimprägnierten Borken.
- Candelariella coralliza* (Nyl.) H.Magn.  
Zerstreut an freiliegenden Silikatblöcken, z.B. Granitfindlingen.
- Candelariella reflexa* (Nyl.) Lettau  
An eutrophierten Laubbäumen, oft an Ulmen. Ausgewählter Beleg:  
Langstedt, MTB 1322, an *Ulmus*, iv.1988, Jacobsen 4734 (P.J.).  
Vermutlich häufiger als bisher erfaßt.
- Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg.  
Häufig auf Silikatgestein aller Art und an eutrophierten Borken.
- Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau  
Verbreitet an schwach eutrophierten Borken.
- Catillaria chalybeia* (Borrer) Massal.  
An Silikatgestein. Ausgewählter Beleg: Handewitt, MTB 1221, an  
Granitblöcken der Kirchenmauer, vii.1988, Jacobsen s.n. (P.J.).
- Catillaria lenticularis* (Ach.) Th.Fr.  
An Mörtel, Beton etc. Ausgewählter Beleg: Poppenbüll, MTB 1618,  
an Mörtel der Kirche, iii.1989, Jacobsen 5853 (P.J.).
- Cetraria chlorophylla* (Willd.) Vainio  
An sauren, selten an leicht eutrophierten Borken.
- Cetraria islandica* (L.) Ach.  
Aktueller Fundort: Süderlögumer Binnendünen, MTB 1119,  
viii.1988, Jacobsen s.n. (P.J.).
- Chaenotheca ferruginea* (Turner ex Sm.) Migula  
An sauren Borken. Ausgewählter Beleg: Kaltenhofer Moor, MTB 1526,  
an *Betula*, ii.1985, Jacobsen 1659 (P.J.).
- Chaenotheca furfuracea* (L.) Tibell  
An der Stammbasis alter Laubbäume. Insel Fehmarn, Vitzdorf, MTB  
1533, *Quercus*, vi.1988, Jacobsen 4515 (P.J.).
- Chaenotheca trichialis* (Ach.) Th.Fr.  
Waabshof, MTB 1426, an alter Eiche, x.1989, Jacobsen s.n. (P.J.).
- Chrysothrix candelaris* (L.) Laundon  
Zerstreut in tiefen Borkenrissen alter Eichen.
- Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flotow  
In Heidegebieten verbreitet; ebenso die subsp. *mitis* (Sandst.)  
Ruoss.
- Cladonia cariosa* (Ach.) Sprengel  
In Trockenrasen und an Ruderalstellen. Ausgewählter Beleg: Aufge-  
lassene Kiesgrube östlich Damsdorf, MTB 1927, x.1989, Jacobsen  
6814 (P.J.)
- Cladonia cervicornis* (Ach.) Flotow  
In Dünengebieten verbreitet; ebenso die subsp. *verticillata*  
(Hoffm.) Ahti.
- Cladonia ciliata* Stirton  
In Dünengebieten verbreitet.
- Cladonia coccifera* (L.) Willd.  
Ausgewählter Beleg: Dünen bei St.Peter-Ording, MTB 1617, vi.1988,  
Jacobsen 4521 (P.J.). Ob sowohl *Cladonia coccifera* s.str. (mit  
Zeorin) als auch die morphologisch ähnliche *C. borealis* (mit Bar-

- batsäure; STENROOS 1989) im UG vertreten sind, bedarf noch näherer Untersuchung; vgl. auch die Diskussion bei WIRTH (1990 a).
- Cladonia coniocraea* auct.  
Sehr häufig an morschem Holz und als Epiphyt auf sauren, ± vermorschenden Borken.
- Cladonia cornuta* (L.) Hoffm.  
Dünen westlich St.Peter, MTB 1617, iv.1985. Aus der gleichen Region von WOELM (1988) belegt.
- Cladonia crispata* (Ach.) Flotow  
Süderlügumer Binnendünen, MTB 1119, viii.1988, Jacobsen s.n. (P.J.).
- [*Cladonia cryptochlorophaea* Asah.]  
Sylt: nördlich Hörnum und östlich Morsum (CHRISTENSEN 1985). Ungenügend beachtet.
- Cladonia digitata* (L.) Hoffm.  
An morschem Holz verbreitet.
- Cladonia fimbriata* (L.) Fr.  
Häufig auf sauren Böden and an morschem Holz.
- Cladonia floerkeana* (Fr.) Flörke  
Auf sandigen Böden, insbesondere in den Küstendünen, häufig. Das Verhältnis zu *C. macilenta* bedarf noch genauerer Untersuchung.
- Cladonia foliacea* (Hudson) Willd.  
In Dünengebieten häufig.
- [*Cladonia fragilissima* Østh. & P.James]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983, APTROOT & LUMBSCH 1985).
- Cladonia furcata* (Hudson) Schrader  
Häufig auf sandigen Böden, insbesondere an Wegrändern, aber nicht auf Flächen mit lückiger Vegetation beschränkt.
- Cladonia glauca* Flörke  
In Heide- und Dünengebieten verbreitet.
- Cladonia gracilis* (L.) Willd.  
Häufig in Heide- und Dünengebieten.
- Cladonia humilis* (With.) Laundon  
Ausgewählter Beleg: Insel Amrum, Heidegelände nahe der Gußkölk, MTB 1316, vii.1984, Jacobsen 1601 (P.J., det. P.W.James). Auch von Sylt belegt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983, CHRISTENSEN 1985). Ungenügend beachtet.
- Cladonia incrassata* Flörke  
Tetenhusener Moor, MTB 1623, an der Wand eines alten Torfstichs, xii.1989, Martin & Jacobsen 6855 (P.J.). Das Habitat ist typisch für die Art.
- Cladonia macilenta* Hoffm.  
Auf sauren Böden, z.B. in Heiden, verbreitet.
- [*Cladonia merochlorophaea* Asah.]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983, CHRISTENSEN 1985). Ungenügend beachtet.
- Cladonia ochrochlora* Flörke  
An Baumstümpfen und morschem Holz. Fröruper Berge, MTB 1322, alter Fichtenstumpf, xi.1988, leg. Schleppegrell (P.J. 5572). Sylt (CHRISTENSEN 1985).
- Cladonia pleurota* (Flörke) Schaerer  
Auf sauren Böden verbreitet.

- Cladonia polydactyla* (Flörke) Nyl.  
Uferabhang des Ukleisees, MTB 1829, x.1984, Jacobsen s.n. (P.J.).  
Kuddewörde/Rotenbek, MTB 2428, auf Erde zwischen Blöcken eines  
Steinwalles, vi.1988, Jacobsen 4403 (P.J.)
- Cladonia portentosa* (Duf.) Coem.  
In Heidegebieten verbreitet; die häufigste einheimische Rentier-  
flechte.
- Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm.  
Auf sauren Böden allgemein verbreitet.
- [*Cladonia ramulosa* (With.) Laundon]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983, CHRISTENSEN 1985), St.Peter  
(WOELM 1988).
- Cladonia rangiformis* Hoffm.  
In Trockenrasen etc. Ausgewählter Beleg: Insel Amrum, Heide-  
gelände südlich der Gußkölk, MTB 1316, vii.1984, Jacobsen 562  
(P.J.). Sylt (CHRISTENSEN 1985).
- [*Cladonia rei* Schaerer]  
Dünen bei St.Peter (WOELM 1988).
- Cladonia scabriuscula* (Del.) Leighton  
Dünengelände bei St.Peter, MTB 1617, vi.1988, Jacobsen 4522  
(P.J.). Sylt (CHRISTENSEN 1985).
- Cladonia squamosa* (Scop.) Hoffm.  
Auf sauren Böden und an Stammbasen alter Laubbäume in Wäldern  
verbreitet, aber nicht häufig.
- Cladonia strepsilis* (Ach.) Vainio  
Süderlügumer Binnendünen, MTB 1219, iv.1988, Jacobsen 2895  
(P.J.).
- Cladonia subulata* (L.) Weber  
In Heidegebieten recht häufig.
- Cladonia uncialis* (L.) Wigg.  
Auf sandigen Böden verbreitet, in den Küstendünen häufig.
- Cladonia zopfii* Vainio  
Auf Sandboden. Süderlügumer Binnendünen, MTB 1119, v.1988,  
Søchting & Jacobsen 2894 (P.J.).
- [*Clauzadea monticola* (Ach.) Haf. & Bellem.]  
An kalkhaltigem Gestein. Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Cliostomum griffithii* (Sm.) Coppins  
An fast allen Laubbäumen, optimal an alten Eichen. Verbreitungs-  
karte und Kommentar siehe S. 86.
- Coelocaulon aculeatum* (Schreber) Link  
In Dünengebieten verbreitet, stellenweise Massenbestände bildend.
- Coelocaulon muricatum* (Ach.) Laundon  
Ebenfalls auf Sandboden, aber deutlich seltener als *C. aculeatum*.
- Collema crispum* (Hudson) Weber  
Auf Erde über Kalkgestein. Ausgewählter Beleg: Kiel, MTB 1626,  
auf Kalkblöcken im Alpinum des Neuen Botanischen Gartens, x.1985,  
Jacobsen 1446 (herb. Degelius, det. Degelius).
- Collema limosum* (Ach.) Ach.  
Zerstreut an lehmigen Abhängen. Verbreitungskarte und Kommentar  
siehe S. 87.
- [*Collema tenax* (Sw.) Ach. em Degel.]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).

- Cyphelium inquinans* (Sm.) Trevis.  
An hölzernen Zaunpfosten. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 88.
- Cyphelium* cf. *notarisii* (Tul.) Blomb & Forss.  
Geltinger Birk, MTB 1225, an hölzernen Zaunpfosten, vi.1986, Jacobsen s.n. (P.J., det. Tibell), vgl. JACOBSEN & ERNST (1987).
- Dimerella pineti* (Ach.) Vězda  
Verbreitet an flachrissiger oder morscher Borke von Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 89.
- Diploicia canescens* (Dickson) Massal.  
An alten Dorfkirchen und an älteren Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 90.
- Enterographa crassa* (DC.) Fée  
In lichten Wäldern in luftfeuchter Lage. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 91.
- Evernia prunastri* (L.) Ach.  
Die häufigste epiphytische Strauchflechte.
- Fellhanera* cf. *bouteillei* (Desm.) Vězda  
Buchenwald zwischen Brux und Emkendorf, MTB 1725, *Fagus*, iv.1989, Jacobsen 6178 (P.J., det. Coppins).
- Fellhanera myrtillicola* (Erichsen) Haf.  
An Flintsteinbrocken auf dem Waldboden. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 78.
- Fuscidea viridis* Tønsb.  
Rand des Erlenbruchs am Ostufer des Selenter Sees südlich Giekau, MTB 1629, *Quercus*, iv.1988, Jacobsen 6467 (P.J.).
- Graphis elegans* (Borrer ex Sm.) Ach.  
Im Innern relativ naturnaher Wälder. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 91.
- Graphis scripta* (L.) Ach.  
An (insbesondere jüngeren) Buchen, seltener Eschen, im östlichen Hügelland verbreitet.
- [*Gyalecta truncigena* (Ach.) Hepp]  
Jerrishoer Gehölz, MTB 1321, 1977 (ROSE, persönl. Mitteilung).
- Haematomma ochroleucum* (Necker) Laundon  
Verbreitet an der sauren Borke von Linden und älteren Eichen.
- Hypocnomyce scalaris* (Ach.) Choisy  
Sehr häufig an Nadelbäumen, bearbeitetem Holz und immissionsbeeinflussten Laubbäumen.
- Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.  
Eine der häufigsten Blattflechten saurer Borken.
- Hypogymnia tubulosa* (Schaerer) Havaas  
Deutlich seltener als *H. physodes*; anscheinend an etwas sauren und feuchteren Standorten.
- Imshaugia aleurites* (Ach.) Fricke Meyer  
An bearbeitetem Holz, seltener an Nadelbäumen. Ausgewählter Beleg: Allee zwischen Lohklint und dem Kanal, MTB 1723, an alten Zaunlatten, v.1989, Jacobsen 6554 (P.J.).
- Lauderlindsaya erichsenii* (Keissler) Diederich & Sérusiaux  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983, unter *Thelidium erichsenii*); siehe dazu JACOBSEN & COPPINS (1989: 266), DIEDERICH (1989: 218), DIEDERICH & al. (1991: 21).

- Lecanactis abietina* (Ach.) Körber  
Nahezu beschränkt auf Eichen und Buchen in Waldgebieten, gerne an luftfeuchten Standorten.
- Lecania cyrtella* (Ach.) Th.Fr.  
Nicht häufig an subneutralen Borken, z.B. von *Ulmus* oder *Fraxinus*, zusammen mit *Physcia adscendens*, *Caloplaca citrina* usw.  
[*Lecania cyrtellina* (Nyl.) Sandst.]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Lecania erysibe* (Ach.) Mudd  
An kalkhaltigem Gestein verbreitet.
- Lecanora albescens* (Hoffm.) Branth & Rostrup  
Sehr häufig an Mörtel, Beton usw.
- Lecanora allophana* (Ach.) Nyl.  
An freistehenden Laubbäumen. Ausgewählter Beleg: Friedrichstadt, MTB 1620, *Ulmus*, viii.1987, Jacobsen 4368 (H, det. Vitikainen).
- Lecanora argentata* (Ach.) Malme  
Auf glatter Rinde von Buche, Ahorn u.a. in Wäldern oder an Waldrändern. Ausgewählter Beleg: Friedeholz bei Glücksburg, MTB 1123, *Fagus*, ix.1984, Jacobsen 5693 (P.J.).
- Lecanora campestris* (Schaerer) Hue  
Verbreitet an porösen, kalkhaltigen Substraten, z.B. an grobkörnigen Mörtelflächen.
- Lecanora carpinea* (L.) Vainio  
Häufiger Erstbesiedler, gern zusammen mit *Lecidella elaeochroma*, auf der glatten Borke junger Laubbäume (Esche, Ahorn, Eiche).
- Lecanora chlorotera* Nyl.  
Häufig auf glatter bis mittlerrissiger Borke von Laubbäumen.
- Lecanora conferta* (Duby ex Fr.) Grognot  
An kalkhaltigem Gestein. Ausgewählter Beleg: Eutin, MTB 1829, auf Mörtel am Sockel des alten Wasserturms, v.1988, Jacobsen 2970 (P.J.).
- Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Crombie  
In allen Landesteilen extrem häufig, vor allem an Baumstämmen und an bearbeitetem Holz. Die bei weitem immissionstoleranteste Art.
- Lecanora crenulata* Hooker  
Vereinzelte an Mörtel von Natursteinmauern.
- Lecanora dispersa* (Pers.) Sommerf. s.lat.  
Inkl. *L. flotowiana* Sprengel, belegt von Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983); sehr häufig an Mörtel, Beton, staubimprägnierten Borken usw.
- Lecanora expallens* Ach.  
Sehr häufig an sauren Substraten, v.a. an Holz und an Laubbaumborke. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 92.
- Lecanora hagenii* (Ach.) Ach.  
An eutrophierten Borke.
- Lecanora helicopsis* Wahlenb.  
An Silikatgestein in unmittelbarer Ufernähe. Ausgewählter Beleg: Deichanlage westlich des Katinger Watts, MTB 1719, an Granitblöcken, Jacobsen s.n. (P.J.).
- Lecanora intumescens* (Rebent.) Rabenh.  
An älteren Buchen und Eschen, gerne an lichtreichen Standorten. Meierwik, MTB 1122, an *Fraxinus*, i.1989, Jacobsen 5644 (P.J.).

- Lecanora muralis* (Schreber) Rabenh.  
An kalkhaltigem Gestein, Beton, Ziegelmauern usw., seltener an Stammbasen.
- Lecanora* cf. *orosthea* (Ach.) Ach.  
An Silikatgestein. Schwesing, MTB 1520, am Blockwall des alten Kirchhofs, iv.1989.
- Lecanora pallida* (Schreber) Rabenh.  
An glatter oder flachrissiger Borke von Laubbäumen. Weißenhaus, MTB 1630, Strandweg westlich Weißenhäuser Strand, an *Populus* sp., v.1989, Jacobsen 6494 (P.J.).
- Lecanora piniperda* Körber  
An Holz und sauren Borken. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 93.
- Lecanora polytropa* (Hoffm.) Rabenh.  
Häufig an Silikatgestein, z.B. an freiliegenden Findlingen.
- Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach.  
An sauren Borken freistehender Laubbäume (besonders Eichen). Ausgewählter Beleg: Insel Amrum, MTB 1316, an Eichen nördlich von Wittdün, iv.1984, Jacobsen 656 (P.J.). Ungenügend beachtet.
- Lecanora rupicola* (L.) Zahlbr.  
Zerstreut an Granitblöcken in Natursteinmauern.
- Lecanora saligna* (Schrader) Zahlbr.  
An sauren Borken und an bearbeitetem Holz. Ausgewählter Beleg: Ascheberg, MTB 1828, an Ahorn, iv.1988, Jacobsen 2804 (P.J.), 2805 (H, det. Vänskä).
- Lecanora subrugosa* Nyl.  
Selten an älteren, freistehenden Eichen. Ausgewählter Beleg: Birk-Nack, MTB 1225, *Quercus*, iv.1986, Jacobsen s.n. (P.J.).
- Lecanora sulphurea* (Hoffm.) Ach.  
syn. *Lecidea sulphurea* (Hoffm.) Wahlenb., angeführt bei JACOBSEN (1988: 62). An Silikatgestein. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 93.
- Lecanora symmicta* (Ach.) Ach. s.lat.  
Verbreitet an bearbeitetem Holz, seltener an sauren Borken; außerdem an Zweigen von *Pinus*, *Juniperus*, *Calluna* etc.
- Lecanora umbrina* (Ach.) Massal.  
An eutrophierten Borken. Ungenügend beachtet.
- Lecanora varia* (Hoffm.) Ach.  
Vor allem an bearbeitetem Holz in Reinluftgebieten.
- Lecidea brachyspora* Th.Fr.  
Insel Amrum, MTB 1315, an Dünengeröll in der Nähe des Quermarkenfeuers, vii.1984, Jacobsen 1575 (P.J.), vgl. JACOBSEN (1985).  
[*Lecidea conferenda* Nyl.]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Lecidea erratica* Körber  
Pionier an Silikatgeröll.
- Lecidea* cf. *fuliginosa* Taylor  
An Silikatgestein. Ausgewählter Beleg: Schnakenbek, MTB 2629, an Granit eines Blockwalls, vi.1988, Jacobsen 4425 (P.J.).
- Lecidea fuscoatra* (L.) Ach.  
Vor allem in der var. *grisella* (Flörke) Nyl. verbreitet an Silikatgestein, seltener an Ziegeln, Mörtel usw.

*Lecidea hypopta* Ach.

Jörlholz, MTB 1321, an *Fagus*, vi.1987, Jacobsen 2609 & Rose (E, det. Coppins).

*Lecidea* cf. *lithophila* (Ach.) Ach.

An Silikatgestein. Wegkreuzung östlich Bossee, 2 km südwestlich Felde, MTB 1725, an einem Granitfindling, iv.1989, Jacobsen 6128 (P.J.).

*Lecidella asema* (Nyl.) Knoph & Hertel

Delve, MTB 1621, an Ziegeln der Kirchenmauer, v.1989, Jacobsen 6655 (P.J.). Dörpling, MTB 1721, an Granitblöcken eines Böschungswalles, v.1989, Jacobsen 6657 (P.J.).

*Lecidella elaeochroma* (Ach.) Choisy s.lat.

Inkl. *L. achristotera* (Nyl.) Hertel & Leuckert und *L. euphorea* (Flörke) Hertel. Die Inspersion des Hymeniums, das Kriterium für die Artberechtigung von *L. achristotera*, tritt häufig an Exemplaren auf, die schon äußerlich durch die stark glänzende Oberfläche der Apothezien und durch Fraßschäden auffallen (z.B. Jacobsen 1677, Maasleben, MTB 1425, *Aesculus*, viii.1985). Es wäre zu prüfen, ob zwischen Inspersion und Regenerationsphänomenen ein Zusammenhang besteht. - *L. elaeochroma* var. *soralifera* (Erichsen) Clauz. & Roux kommt zerstreut im gesamten Gebiet vor (ausgewählter Beleg: Melsdorf, MTB 1626, *Tilia*, viii.1985, Jacobsen 1666 (P.J.).

*Lecidella scabra* (Taylor) Hertel & Leuckert

An Silikatgestein, meistens an alten Blockwällen. Ausgewählter Beleg: Insel Fehmarn, Strukkamp, MTB 1532, an einem Blockwall, v.1988, Jacobsen 4301 (P.J.). - Selten als Epiphyt (auf *Ulmus*, Jacobsen 6610, 6673).

*Lecidella stigmatea* (Ach.) Hertel & Leuckert

Häufig an Mörtel, an Waschbeton und anderen kalk- und silikat-haltigen Konglomeraten.

*Lepraria incana* (L.) Ach.

Sehr häufig in Borkenrissen und an anderen regengeschützten Standorten.

*Leproloma vouauxii* (Hue) Laundon

in Lichenol. 21 (1989): 13. Ausgewählter Fund: Flensburg, MTB 1222, an Mörtel der Natursteinmauer unterhalb der St.Jürgen-Kirche, x.1989, Jacobsen 6869 (P.J.).

*Leptogium schraderi* (Ach.) Nyl.

Insel Amrum, MTB 1316, auf Kalk eines alten Fundaments in der Nähe der Gußkölk, vii.1984, Jacobsen 1603 (P.J., det. P.W.James).

*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.

An Buchen in relativ naturnahen Wäldern. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 94.

*Micarea denigrata* (Fr.) Hedl.

Sehr häufig an bearbeitetem Holz, v.a. an Zaunpfählen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 96.

*Micarea lithinella* (Nyl.) Hedl.

Zerstreut an kleinen Steinen auf dem Waldboden. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 97.

*Micarea misella* (Nyl.) Hedl.

An morschem Holz. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 97.

- Micarea nitschkeana* (Lahm ex Rabenh.) Harm.  
An dürren Zweigen, z.B. an abgestorbener *Calluna*; selten am Mittelstamm freistehender Bäume (*Ulmus*).
- Micarea peliocarpa* (Anzi) Coppins & R.Sant.  
Jörlholz, MTB 1321, an *Quercus*, vii.1987, Jacobsen 2742 & Rose (E, det. Coppins). Außerdem von Sylt belegt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Micarea prasina* Fr.  
Verbreitet an saurer Borke von Waldbäumen, an vermorschenden Baumstümpfen etc.
- Micarea sylvicola* (Flotow) Vězda & V.Wirth  
Beschatteter Blockwall zwischen Brux und Emkendorf, MTB 1725, iv.1989, Jacobsen 6214 (P.J.), 6119, 6130 (E, confirm. Coppins), 6215 (STU). Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 98.
- Moelleropsis humida* (Kullh.) Henssen & P.M.Jørg.  
Auf Erde. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 99.
- Mycobilimbia sabuletorum* (Schreber) Haf.  
Ausgewählter Beleg: Barsbek, MTB 1527, über Moosen auf einer Kalkmauer, vi.1984, Jacobsen 1585 (P.J.).
- Mycoblastus sterilis* Coppins & P.James  
An sauren Borken. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 98.
- [*Normandina pulchella* (Borrer) Nyl.]  
An älteren, meist bemoosten Laubbäumen. Fehmarn (SØCHTING & RAMKAER 1982). Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 99.
- Ochrolechia androgyna* (Hoffm.) Arn.  
Im Innern relativ naturnaher Wälder. Ausgewählter Beleg: Waldstück südlich Flehmude, MTB 1625, an *Fraxinus*, Jacobsen s.n. & Martin (P.J.).
- Ochrolechia parella* (L.) Massal.  
An Silikatgestein. Insel Amrum, Norddorf, MTB 1316, an einem Blockwall, iv.1984, Jacobsen 1533 (P.J.). Epiphytisch an *Fraxinus* südlich Hökholz, MTB 1425, x.1985, Jacobsen 633 (P.J.).
- Ochrolechia subviridis* (Høeg) Erichsen  
An älteren Eichen und Buchen in Wäldern. Ausgewählter Beleg: Harzhof, MTB 1525, *Quercus*, v.1988, Jacobsen 4349 (P.J.).
- Ochrolechia turneri* (Sm.) Hasselr.  
An sauren, selten schwach eutrophierten Borken. Straßenrand südlich Giekau, MTB 1629, an jungen Eschen, vii.1988, Jacobsen 6476 (P.J.).
- [*Omphalina umbellifera* (L. ex Fr.) Quélet]  
syn. *Botrydina botryoides* (L.) Redh. & Kuyper, angeführt bei JACOBSEN (1988:50). Sylt (CHRISTENSEN 1985).
- Opegrapha atra* Pers.  
Vor allem an freistehenden Laubbäumen (Eschen, Linden). Ausgewählter Beleg: Gut Freienwillen, MTB 1123, *Aesculus*, vii.1986, Jacobsen 1129 (P.J.).
- Opegrapha chevallieri* Leighton  
An Mörtel und Blöcken von Natursteinmauern sowie an Ziegeln alter Dorfkirchen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 100.
- Opegrapha herbarum* Mont.  
Pobüller Bauernholz, MTB 1321, an *Fagus*, viii.1988, Jacobsen 2845 (P.J.).

- Opegrapha niveoatra* (Borrer) Laundon  
An glatten Rinden. Ausgewählter Beleg: Straßenrand östlich Nieby, MTB 1225, an *Populus*, vii.1985, Jacobsen 660 (P.J.).
- Opegrapha ochrocheila* Nyl.  
Jörlholz, MTB 1321, vi.1987, Rose & Jacobsen (ROSE, persönl. Mitteilung). Nordstrand (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Opegrapha rufescens* Pers.  
An glatten bis flachrissigen Borken von Laubbäumen. Ausgewählter Beleg: Waldstück zwischen Bredeneek und Wildenhorst, MTB 1727, *Aesculus*, vi.1985, Jacobsen 634 (P.J.).
- Opegrapha varia* Pers. s.lat.  
An freistehenden Laubbäumen. Ausgewählter Beleg: Flensburg, MTB 1222, An der Johannismühle, *Ulmus*, vi.1989, Jacobsen 6754 (P.J.).
- Opegrapha vermicellifera* (Kunze) Laundon  
An Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 101.
- Opegrapha viridis* (Pers. ex Ach.) Nyl.  
Pobüller Bauernholz, MTB 1321, an *Fagus*, vi.1988, Jacobsen s.n. (P.J.).
- Opegrapha vulgata* Ach.  
An freistehenden Laubbäumen, seltener im Innern von Wäldern (an Buchen). Ausgewählter Beleg: Ulsby, MTB 1323, *Aesculus*, vii.1986, Jacobsen 1106 (P.J.).
- Opegrapha zonata* Körber  
An beschattetem Silikatgestein. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 101.
- Pachyphiale cornea* (With.) Poetsch  
Im Innern relativ naturnaher Wälder. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 102.
- Parmelia acetabulum* (Necker) Duby  
An freistehenden Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 103.
- Parmelia caperata* (L.) Ach.  
An Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 104.
- Parmelia conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Ach.  
An Silikatgestein. Ausgewählter Beleg: Wallsbüll, MTB 1221, Blockmauer des Kirchhofs, v.1988, Jacobsen 4303 (P.J.).
- Parmelia elegantula* (Zahlbr.) Szat.  
An freistehenden Laubbäumen. Ausgewählter Beleg: Nähe Bönstrup, MTB 1223, an Ulmen, viii.1985, Jacobsen 1673 (P.J.).
- [*Parmelia exasperata* De Not.]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Parmelia exasperatula* Nyl.  
An freistehenden Laubbäumen verbreitet.
- Parmelia glabratula* (Lamy) Nyl.  
Häufig an freistehenden Bäumen, aber auch in lichten Wäldern; seltener an Silikatgestein.
- Parmelia laciniatula* (Flagey ex Oliv.) Zahlbr.  
Verbreitet an staubimprägnierten Borken.
- Parmelia loxodes* Nyl.  
An Silikatgestein. Ausgewählter Beleg: Insel Amrum, Nebel, MTB 1316, Blöcke der Kirchhofsmauer, iv.1984, Jacobsen s.n. (P.J.).

- Parmelia pastillifera* (Harm.) Schub. & Klem.  
Straßenrand südlich Hohwacht, MTB 1729, vi.1987, Rose & Jacobsen.  
Passade, MTB 1627 (SØCHTING, persönl. Mitteilung).
- Parmelia pulla* Ach.  
An Silikatgestein. Granitblock an einer Forsteinfahrt 500 m  
östlich von Idstedt, MTB 1423, an der Straße nach Idstedtfeld,  
v.1989, Jacobsen 6579 (P.J.).
- Parmelia revoluta* Flörke  
Im Innern von Wäldern. Süderholz bei Süderschmedeby, MTB 1322,  
vi.1987, Rose & Jacobsen.
- Parmelia saxatilis* (L.) Ach.  
Verbreitet an freistehenden Bäumen, selten an Silikatgestein.
- Parmelia subaurifera* Nyl.  
Zerstreut an freistehenden Bäumen.
- Parmelia subrudecta* Nyl.  
An freistehenden Bäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe  
S. 105.
- Parmelia sulcata* Taylor  
Eine der häufigsten Blattflechten nicht oder schwach eutrophier-  
ter Borken.
- Parmelia tiliacea* (Hoffm.) Ach.  
An freistehenden Linden. Verbreitungskarte und Kommentar siehe  
S. 106.
- Parmelia verruculifera* Nyl.  
An Silikatgestein. Ausgewählter Beleg: Sylt, Wenningstedt, MTB  
1015, an einem alten Blockwall, ix.1986, Jacobsen 2070 (P.J.).
- Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl.  
An sauren Borken.
- [*Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Arn.]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Peltigera canina* (L.) Willd.  
Uferabhang des Ukleisees, MTB 1729, vi.1985.
- Peltigera didactyla* (With.) Laundon  
An Ruderalstellen, in Trockenrasen etc. Ausgewählter Beleg:  
Straßenböschung nahe Selk, MTB 1523, auf sandigem Boden, iv.1985,  
Jacobsen 1635 (P.J.).
- Peltigera lactucifolia* (With.) Laundon  
Zerstreut in Heide- und Dünengebieten.
- [*Peltigera membranacea* (Ach.) Nyl.]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Peltigera polydactyla* (Necker) Hoffm.  
Insel Amrum, Heidegelände nahe der Gußkölk, MTB 1316, vii.1984,  
Jacobsen 1558 (P.J.).
- Peltigera praetextata* (Flörke ex Sommerf.) Vainio  
Löhrsdorfer Gehölz, MTB 1730, an einem moosbewachsenen Bachufer,  
vi.1985.
- Peltigera rufescens* (Weis.) Humb.  
Zerstreut in Trockenrasen und Heidegebieten sowie an Ruderal-  
standorten.
- Pertusaria albescens* (Hudson) Choisy & Werner  
Verbreitet an freistehenden Bäumen.

*Pertusaria amara* (Ach.) Nyl.

An sauren Borken, an luftfeuchteren Standorten und deutlich seltener als *P. albescens*.

*Pertusaria coccodes* (Ach.) Nyl.

An freistehenden Laubbäumen, meist an Eichen und Linden.

*Pertusaria dealbescens* (Nyl.) Erichsen

An Silikatgestein. Denkmal am Sankelmarker See, MTB 1222, an Granit, vii.1987.

*Pertusaria flavida* (DC.) Laundon

An älteren Eichen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 107.

*Pertusaria hemisphaerica* (Flörke) Erichsen

An Laubbäumen (Eichen, Buchen) im Innern relativ naturnaher Wälder. Ausgewählter Beleg: Jerrishoer Gehölz, MTB 1321, *Quercus*, vii.1987, Jacobsen 2687 & Rose (P.J.).

*Pertusaria hymenea* (Ach.) Schaerer

An älteren Laubbäumen (Eichen, Eschen). Ausgewählter Beleg: Geltinger Birk, MTB 1225, *Fraxinus*, x.1986, Jacobsen 2248 (P.J.).

*Pertusaria leioplaca* DC.

In Wäldern und an Waldrändern. Ausgewählter Beleg: Felmerholz, MTB 1526, an Ahorn, vii.1986, Jacobsen 1758 (P.J.). - Ein Fund, der dem *P. leucostoma* - Typ entspricht, stammt von Amrum, Nebel, MTB 1316, an *Ulmus* in der Ortsmitte, iv.1984, Jacobsen 1524 (P.J.), siehe JACOBSEN (1987 a).

*Pertusaria pertusa* auct.

Häufig an Laubbäumen.

*Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg

An Mörtel, Beton usw., auch an eutrophierten Rinden.

*Phaeophyscia orbicularis* (Necker) Moberg

Sehr häufig an eutrophierter Laubbaumborke (v.a. an den Stammbasen) und an Beton, Waschbeton usw.

*Phaeophyscia sciastra* (Ach.) Moberg

Zerstreut an Kalk und Silikatgestein, z.B. Geesthacht, MTB 2528, an Granit eines Blockwalles am östlichen Ortsausgang, viii.1988.

*Phlyctis argena* (Sprengel) Flotow

Häufig an freistehenden Laubbäumen.

*Physcia adscendens* (Fr.) Oliv.

Verbreitet an subneutralen Borken (häufig mit *Lecania cyrtella*), seltener an Beton und anderem kalkhaltigen Gestein.

[*Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fürnr.]

An glatten, subneutralen Rinden. Zuletzt im Jahr 1979 nachgewiesen: Allee nahe Büro, MTB 1632, an *Ulmus* (SØCHTING, persönl. Mitteilung). Dieses Vorkommen konnte bei einer Nachsuche im Jahre 1989 nicht bestätigt werden.

*Physcia caesia* (Hoffm.) Fürnr.

Häufig an Mörtel usw., seltener an eutrophierten Borken (v.a. an Stammbasen).

*Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau

Zerstreut an Silikatgestein, selten an eutrophierten Borken.

*Physcia tenella* (Scop.) DC.

Sehr häufig an eutrophierten Borken, vereinzelt an Mörtel und Beton.

- [*Physcia wainioi* Räs.]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Physconia distorta* (With.) Laundon  
Zerstreut an schwach eutrophierten Borken. Verbreitungskarte und  
Kommentar siehe S. 108.
- Physconia enteroxantha* (Nyl.) Poelt  
Häufig an eutrophierten Laubbäumen. Verbreitungskarte und Kommen-  
tar siehe S. 109.
- Physconia grisea* (Lam.) Poelt  
Vereinzelt an subneutralen Borken, selten an Beton, Mörtel usw.
- Physconia perisidiosa* (Erichsen) Moberg  
An freistehenden Laubbäumen. Ausgewählter Beleg: Meierwik, MTB  
1122, an *Fraxinus*, i.1989, Jacobsen 5646 (P.J.).
- Platismatia glauca* (L.) W.Culb & C.Culb.  
Zerstreut an sauren Borken in luftfeuchten Lagen.
- [*Polyblastia cupularis* Massal.]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Polysporina simplex* (Dav.) Vězda  
An Silikatgestein. Verbreitet an Blockwällen, insbesondere  
entlang von Furchen im Gestein. Verbreitungskarte und Kommentar  
siehe S. 107.
- Porina aenea* (Wallr.) Zahlbr.  
Zerstreut an glatten Rinden (Eschen, seltener Buchen).
- Porina chlorotica* (Ach.) Müll.Arg.  
An beschattetem Silikatgestein. Ausgewählter Beleg: Waldstück  
nördlich Emkendorf, MTB 1725, an auf dem Waldboden liegenden  
Steinen, vi.1989, Jacobsen 6120 (P.J.), 6121 (E).
- [*Porina leptalea* (Dur. & Mont.) A.L.Sm.]  
Jörlholz (ROSE, persönl. Mitteilung).
- [*Porpidia albocaerulescens* (Wulfen) Hertel & Knoph]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Porpidia cinereoatra* (Ach.) Hertel & Knoph  
Insel Amrum, MTB 1315, an Dünengeröll in der Nähe des Quermar-  
kenfeuers, iv.1984, Jacobsen s.n. (P.J.).
- Porpidia crustulata* (Ach.) Hertel & Knoph  
Verbreitet an kleinerem Geröll.
- Porpidia macrocarpa* (DC.) Hertel & Schwab  
An Silikatgestein. Granitblock auf einer Koppel zwischen Wohld  
und Bickburg, südwestlich Schmalfeld, MTB 2125, iii.1989,  
Jacobsen 5906 (P.J.).
- Porpidia soredizodes* (Lamy) Schwab ined.  
An Silikatgestein. Ausgewählter Beleg: Blockwall südlich von  
Brux, MTB 1725, iv.1989, Jacobsen 6175 (P.J.).
- Porpidia tuberculosa* (Sm.) Hertel & Knoph  
Zerstreut an Silikatgestein, Ziegelmauern usw.
- Protoblastenia rupestris* (Scop.) J.Steiner  
An kalkhaltigem Gestein. Verbreitungskarte und Kommentar siehe  
S. 110.
- Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf  
Verbreitet an sauren Borken.
- Psilolechia lucida* (Ach) Choisy  
An regengeschützten Flächen von alten Ziegel- und Blockmauern.

*Pycnothelia papillaria* Duf.

Auf sauren Böden in Heidegebieten. Süderlügumer Binnendünen, MTB 1119, iv.1988, Jacobsen 2898 (P.J.).

*Pyrenocollema halodytes* (Nyl.) R.C.Harris

An Silikatblöcken und *Balanus*-Schalen im Gezeitenbereich. Ausgewählter Beleg: Badestelle Warwerort, östlich Büsum, MTB 1819, an Granitblöcken unterhalb der Hochwasserlinie, vi.1989, Jacobsen 6697 (P.J.).

*Pyrenula nitida* (Weigel) Ach.

Zerstreut an alten Laubbäumen (v.a. Buchen) in Wäldern.

*Pyrrhospora quernea* (Dickson) Körber

Verbreitet an sauren Borke. Nur einmal fertil: Gehölz Eitz, MTB 1630, an *Fraxinus*, v.1989, Jacobsen 6454 (P.J.).

*Ramalina farinacea* (L.) Ach. s.lat.

Häufig an freistehenden Laubbäumen, v.a. Eichen. Inkl. *R. subfarinacea*, belegt von Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).

*Ramalina fastigiata* (Pers.) Ach.

Verbreitet an schwach eutrophierten Borke. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 111.

*Ramalina fraxinea* (L.) Ach.

Zerstreut an freistehenden Bäumen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 112.

*Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach.

Selten an älteren Eichen.

*Rhizocarpon distinctum* Th.Fr.

An Silikatgestein. Blockwall südlich Lemkenhafen, MTB 1532, vi.1988, Jacobsen 4535 (P.J.).

*Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.

An Silikatgestein, insbesondere an größeren Blöcken (z.B. Granitfindling bei Dassendorf, MTB 2528, v.1988). Mehrfach an Blockwällen auf den Nordfriesischen Inseln sowie auf der Insel Fehmarn.

*Rhizocarpon obscuratum* (Ach.) Massal.

An Silikatgestein. Verbreitet an Blockwällen und Natursteinmauern.

*Rhizocarpon richardii* (Nyl.) Zahlbr. [? *R. polycarpum* (Hepp) Th.Fr.]

Silikatblöcke (Supralitoral) der Küstenbefestigung nördlich des Gehölzes Eitz, MTB 1630, iii.1989, Jacobsen 5987 (HBG), 6012 (P.J.). - Nach FEUERER (1988: 95 und persönliche Mitteilung) sind *Rhizocarpon polycarpum* und *R. richardii* (= *R. constrictum* auct.) auf Artebene nicht zu trennen. Bei dem in Schleswig-Holstein gefundenen Material handelt es sich um ein Taxon, das in Nord- und Westeuropa auf Küstenfelsen beschränkt ist (LAUNDON 1986, TIMDAL & HOLTAN-HARTWIG 1988). Um auf die Anwesenheit dieser Sippe, die ökologisch deutlich abgrenzbar erscheint, im Gebiet aufmerksam zu machen, wird hier der Name *R. richardii* verwendet.

*Rinodina exigua* (Ach.) S.F.Gray

An freistehenden Laubbäumen. Ausgewählter Beleg: Straßenrand nördlich von Lütjenburg, MTB 1729, an einer alten Eiche, vii.1987, Jacobsen 2563 & Rose (P.J.).

*Rinodina gennarii* Bagl.

Häufig auf Mörtel und Beton sowie an staubimprägnierten Borke, seltener an Silikatgestein in Ufernähe (Strandblöcke). Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 110.

*Rinodina teichophila* (Nyl.) Arn.

An kalkhaltigem Gestein. Insel Fehmarn, Neuhof, MTB 1532, auf der Mörtelkrone eines Blockwalls, vi.1988, Jacobsen 4507 (P.J.), 4508 (GZU), siehe JACOBSEN (1989). Kotzenbüll, MTB 1619, an Mörtel der Kirche, iii.1989, Jacobsen 5859 (P.J.).

*Saccomorpha icmalea* (Ach.) Clauz. & Roux

Häufig an bearbeitetem Holz, seltener an sauren Borke.

*Saccomorpha oligotropha* (Laundon) Clauz. & Roux

Auf sandigen Böden. Ausgewählter Beleg: Süderlügumer Binnendünen, MTB 1119, auf Sandboden, v.1988, Jacobsen 2908 (P.J.).

*Saccomorpha uliginosa* (Schrader) Haf.

Häufig auf sauren Böden.

*Sarcogyne regularis* Körber

Verbreitet an Beton, Kalkstein und ähnlichen Substraten.

*Sarcopyrenia gibba* Nyl.

An kalkhaltigem Gestein. Wallsbüll, MTB 1221, an Mörtel der Blockmauer des Kirchhofes, v.1988, Jacobsen 4319 (P.J.). Fehmarn, Albertsdorf, MTB 1532, an Mörtel eines Blockwalles, vi.1988, Jacobsen 4525 (P.J.), siehe JACOBSEN (1989).

*Sarcosagium campestre* (Fr.) Poetsch & Schiederm.

Auf abgestorbenen Moosen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 113.

*Schismatomma decolorans* (Turner & Borrer ex Sm.) Clauz. & Vězda

Verbreitet an alten Eichen.

*Sclerophora nivea* (Hoffm.) Tibell

An älteren Laubbäumen. Nordstrand, MTB 1519, an *Ulmus*, 1987, Ernst s.n. (herb. Ernst, confirm. Tibell), vgl. ERNST (1988, unter *Coniocybe farinacea*).

*Scoliciosporum chlorococcum* (Stenham.) Vězda

An sauren Laubbaumborke, insbesondere in immissionsbelasteten Gebieten.

*Scoliciosporum umbrinum* (Ach.) Arn.

Erstbesiedler an Silikatblöcken, Geröll und Bahnschotter.

*Steinia geophana* (Nyl.) Stein

Grube Lieth, Klein-Nordende, südlich Elmshorn, MTB 2224, auf lehmiger Erde, iii.1989, Jacobsen 5816 (P.J.), 5817 (STU).

[*Stereocaulon dactylophyllum* Flörke]

Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRA 1983).

*Strangospora pinicola* (Massal.) Körber

An bearbeitetem Holz und sauren Laubbaumborke, vor allem in immissionsbelasteten Gebieten.

*Tephromela atra* (Hudson) Haf.

Zerstreut an Blöcken in Natursteinmauern sowie an Ziegelmauern.

*Thelidium* cf. *minutulum* Körber

Kiesgrube am Königshügel, Nähe Selker Noor, MTB 1523, an kleinen Steinen, iv.1985, Jacobsen 1637 (P.J.).

[*Thelidium* cf. *olivaceum* Körber]

Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRA 1983).

*Thelidium zwackhii* (Hepp) Massal.

Kiesgrube am Königshügel, Nähe Selker Noor, MTB 1523, auf lehmiger Erde und an kleinen Steinen, iv.1985, Jacobsen 1637 (P.J.).

*Thelomma ocellatum* (Körper) Tibell

Oldesloe, MTB 2128, an *Quercus*, 1987, Ernst s.n. (P.J. 2614, det. Jacobsen, confirm. Tibell), siehe JACOBSEN & ERNST (1987).

*Thelotrema lepadinum* (Ach.) Ach.

Zerstreut an älteren Buchen und Eichen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 113.

*Thrombium epigaeum* (Pers.) Wallr.

Auf lehmigen Böden. Stillgelegte Kiesgrube östlich Damsdorf, MTB 1927, auf Erde, x.1989, Jacobsen 6810 (P.J.).

*Trapelia coarctata* (Sm.) Choisy

Pionier an Geröll, an Silikatblöcken in Natursteinmauern etc.

*Trapelia involuta* (Taylor) Hertel

An Silikatgestein, insbesondere an luftfeuchten Standorten. Ausgewählter Beleg: Gehölz Fohlenkoppel nördlich Reinbek, MTB 2128, Granitblock, vi.1989, Jacobsen 6739 (P.J.).

*Trapelia obtegens* (Th.Fr.) Hertel

An Silikatgestein. Ausgewählter Beleg: Barlter Kleve, MTB 1920, an den Schottersteinen des Bahndammes zwischen St. Michaelisdonn und Gudendorf, vi.1989, Jacobsen 6685 (P.J.).

*Trapelia placodioides* Coppins & P.James

An Silikatgestein. Ausgewählter Beleg: Wallsbüll, MTB 1221, an Blöcken des Kirchhofwalles, mit *Scoliciosporum umbrinum*, v.1988, Jacobsen 4321 (P.J.).

*Trapeliopsis flexuosa* (Fr.) Coppins & P.James

Häufig an bearbeitetem Holz, insbesondere auf der Scheitelfläche von angewitterten Zaunpfählen.

*Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch

Verbreitet auf Pflanzenresten, seltener an Holz.

*Usnea filipendula* Stirton s.lat.

Schwabstedter Westerkoog, MTB 1520, an *Salix*, x.1989, Hardersen s.n., det. Jacobsen.

*Usnea subfloridana* Stirton

An freistehenden Laubbäumen. Ausgewählter Beleg: Freibad Postsee, MTB 1727, an *Populus*, viii.1983, Jacobsen 1790 (P.J., confirm. Clerc).

*Verrucaria aquatilis* Mudd

Bachschlucht im Tremmeruper Holz, MTB 1122, an Bachgeröll, viii.1983, Jacobsen 5424 (P.J.).

*Verrucaria bryoctona* (Th.Fr.) A.Orange

in Lichenol. 23 (1991): 3. Auf Erde und Moosen in Kiel-Wittland, MTB 1626, siehe JACOBSEN (1987 a). Aufgeführt bei JACOBSEN (1988) unter dem Namen *Verrucaria melaenella*.

*Verrucaria calciseda* DC.

Kiel, MTB 1626, an Kalkblöcken im Alpinum des Botanischen Gartens, vi.1984, Jacobsen 451 (P.J.), siehe JACOBSEN (1987 a).

*Verrucaria erichsenii* Zsch.

An Silikatgestein in unmittelbarer Küstennähe. Ausgewählter Beleg: Strandgeröll bei Wassersleben, MTB 1122, ii.1989, Jacobsen 5658 (P.J.).

- Verrucaria funckii* (Sprengel) Zahlbr.  
Pobüller Bauernwald, nördlich Rupel, MTB 1321, an Bachgeröll, v.1989, Jacobsen 6583 (P.J.).
- Verrucaria halizoa* Leighton  
An Silikatgestein im Gezeitenbereich. Möglicherweise die häufigste marine *Verrucaria* im Gebiet. Ausgewählter Beleg: Amrum, am Steenodder Kliff, MTB 1316, an Strandgeröll, vii.1984, Jacobsen 1574 (P.J.).
- Verrucaria* cf. *hydrela* Zsch.  
Staatsforst Schleswig, MTB 1423, an Bachgeröll, iv.1986.
- Verrucaria internigrescens* (Nyl.) Erichs.  
An Silikatgestein im Supralitoral. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 114.
- Verrucaria macrostoma* Duf. ex DC.  
An Beton, Mörtel und ähnlichen Substraten. Ausgewählter Beleg: Großenbroderfähre, MTB 1632, Betonblock am Strandübergang, iv.1989, Jacobsen 6413 (P.J.). Häufig in einer sorediösen Form (z.B. Jacobsen 5838, Einfeld See nahe Neumünster, MTB 1826, altes Fundament am Bahndamm, iii.1989).
- Verrucaria maura* Wahlenb.  
Zerstreut an Strandblöcken und Uferbefestigungen.
- Verrucaria muralis* Ach.  
Häufiger Pionier an Mörtel, Beton, Bauschutt usw., sehr vielgestaltig und in der derzeitigen Artumgrenzung sicher nicht einheitlich.
- Verrucaria nigrescens* Pers.  
Verbreitet auf Kalkstein und Mörtel, v.a. auf Mauerkronen.
- Verrucaria rheithrophila* Zsch.  
An Silikatgestein in Waldbächen. Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 114.
- [*Verrucaria thalassina* (Zahlbr.) Zsch.]  
Sylt (BRAND & KETNER-OOSTRAA 1983).
- Verrucaria viridula* (Schrader) Ach.  
Zerstreut an Mörtel alter Mauern. Flensburg, MTB 1222, an Mörtel einer Natursteinmauer in Stuhrs Allee, vi.1989, Jacobsen 5367 (P.J.).
- Xanthoria calcicola* Oxner  
An Ziegelmauern, Beton usw., selten an subneutralen Borken (z.B. Wackerballig, MTB 1225, an Linden, viii.1983, Jacobsen 1525).
- Xanthoria candelaria* (L.) Th.Fr.  
Sehr häufig an eutrophierten Borken, v.a. an Stammbasen.
- Xanthoria elegans* (Link) Th.Fr.  
Vereinzelt an Kalkstein, Beton und Waschbeton.
- Xanthoria fallax* (Hepp) Arn.  
Ausgewählter Beleg: Quarnbek, MTB 1625, an *Tilia*, viii.1985, Jacobsen 1670 (P.J.). Verbreitungskarte und Kommentar siehe S. 115.
- Xanthoria parietina* (L.) Th.Fr.  
Sehr häufig an Ziegelmauern, Waschbeton und ähnlichen anthropogenen Substraten, weniger häufig an eutrophiertem Silikatgestein und an subneutralen Borken.
- Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Rieber  
Häufig an subneutralen Borken und als Erstbesiedler an Zweigen.

Anhang: Unsichere bzw. unzutreffende Fundmeldungen seit 1975

*Caloplaca aurantia* (Pers.) Hellbom

Von WOELM (1988) von mehreren Lokalitäten auf Eiderstedt angegeben. Bei einer Nachsuche wurde jedoch lediglich die ähnliche *Caloplaca flavescens* gefunden (siehe JACOBSEN 1989).

*Coniocybe farinacea* (Chev.) Nyl.

Die Angabe bei ERNST (1988) bezieht sich auf *Sclerophora nivea*.

*Cladonia phyllophora* Hoffm.

Von JACOBSEN (1985) für die Insel Amrum angegeben. Das Belegmaterial erlaubt keine zweifelsfreie Bestimmung.

*Cladonia rangiferina* (L.) Weber

Die Fundmeldung von PROBST (in RIEDEL 1978: 54) bezieht sich auf *Cladonia arbuscula*. Auch die Angabe von OTT (1977) für das NSG Grüner Brink, Insel Fehmarn, erscheint unsicher.

*Hypogymnia farinacea* Zopf

Von WOELM (1988, unter *Hypogymnia bitteriana*) für die Halbinsel Eiderstedt angegeben. Eine Nachprüfung an den mitgeteilten Lokalitäten ergab, daß die Fundmeldungen auf dem Vorkommen einer charakteristischen Modifikation von *Hypogymnia tubulosa* beruhen. Exemplare, die eine runzelig-sorediöse Oberfläche aufweisen, sind in der Literatur verschiedentlich als f. *farinosa* Hillm. oder var. *subbitteriana* Erichsen bezeichnet worden (vgl. HILLMANN & GRUMMANN 1957). Es handelt sich möglicherweise um Windformen, die aber dank des sporadischen Auftretens typischer Kopfsorale sicher von *Hypogymnia farinacea* zu unterscheiden sind. Ausgewählter Beleg: Eiderstedt, Marienhöh bei Welt, MTB 1618, an *Ulmus*, iii.1989, Jacobsen 5851 (P.J.).

*Lecanora salina* H.Magn.

Angegeben von JACOBSEN (1985) für die Insel Amrum. Das Belegmaterial erlaubt keine sichere Bestimmung.

*Lecidea cinnabarina* auct.

Diese bis vor kurzem ungenügend umschriebene Art wurde von ROSE (1978) für das nördliche Schleswig-Holstein angegeben; es scheint kein Herbarbeleg zu existieren. COPPINS & JAMES (1989) machen keine Angaben über Vorkommen von *L. cinnabarina* oder anderer, irrtümlich so bezeichneter Sippen außerhalb der Britischen Inseln.

*Lecidea gibberosa* Ach.

Das bei JACOBSEN (1985) so bezeichnete Material sollte vorerst zu *Lecanora symmicta* s.lat. gestellt werden.

*Opegrapha saxatilis* DC.

Die Angabe von WOELM (1988) dürfte sich auf die im betreffenden Gebiet verbreitete *Opegrapha chevallieri* beziehen.

*Pertusaria pupillaris* (Nyl.) Th.Fr.

Die Aufnahme dieser Art in die schleswig-holsteinische Checkliste (JACOBSEN 1988) stützte sich auf Geländebeobachtungen, die im Jahre 1987 von Rose und Jacobsen im Jörlholz gemacht wurden, aber durch die nachfolgende Prüfung von Herbarmaterial nicht bestätigt werden konnten.

*Physconia detersa* (Nyl.) Poelt

Von WOELM (1988) von Ulmenborke auf Eiderstedt angegeben. Die Angabe dürfte auf einer Verwechslung mit den an *Ulmus* häufigen Arten *P. enteroxantha* oder *P. grisea* beruhen; ein Vorkommen der boreal-montan verbreiteten *Physconia detersa* ist an der Nordseeküste nicht wahrscheinlich.

*Thelidium marinum* auct.

Von JACOBSEN (1985) für die Insel Amrum angegeben. Die Angabe beruht auf zwei Belegen eines nicht identifizierten, lichenicolen Ascomyceten: Insel Amrum, MTB 1316, an kleinen Steinen auf der Seeseite des Norddorfer Deichs, vii.1984, Jacobsen 1552 (P.J.), 1576 (P.J.).

## 5.2 Revidierte Standardliste der Flechten Schleswig-Holsteins

Die in Anhang C (S. 221) wiedergegebene Standardliste ist eine aktualisierte Fassung der "Liste der in Schleswig-Holstein gefundenen Flechtenarten" (JACOBSEN 1988). Sie wurde erstellt, um die in den letzten Jahren erfolgten Neufunde, Revisionen und nomenklatorischen Änderungen im Zusammenhang darzustellen. Eine separate Liste nennt die seit 1988 nicht mehr berücksichtigten Taxa und verweist ggf. auf die gültigen Namen.

Die zahlreichen Literaturhinweise zur Taxonomie und Ökologie der einzelnen Arten, insbesondere hinsichtlich ihrer Bezeichnung bei ERICHSEN (1957), werden hier nicht wiederholt und können der o.g. "Liste ..." entnommen werden.

### 5.3 Vergleich der Florenlisten bis 1957 und von 1975 bis 1990

Aus praktischen Gründen wurden in den vorangegangenen Abschnitten die kommentierte Florenliste der Periode 1975-1990 und die Gesamt-Artenliste des Landes getrennt dargestellt. Während die erste Aufstellung Auskunft darüber gibt, welche Flechtenarten aktuell anzutreffen sind, enthält die zweite Liste (Standardliste, Anhang C) auch alle diejenigen Arten, die seit 1975 nicht mehr in Schleswig-Holstein nachzuweisen waren.

Um einen schnellen Überblick zu ermöglichen, wird hier eine direkte Gegenüberstellung beider Listen vorgenommen. Die parallele Angabe von Substrat- und Habitatpräferenzen dient einer groben ökologischen Charakterisierung der Arten und erlaubt es, die später gegebene Interpretation der Florenveränderung nachzuvollziehen.

Zugunsten der Übersichtlichkeit wurde auf eine enge Definition der Substrat- und Habitattypen verzichtet; floristisch in etwa vergleichbare Standorte wurden zu Gruppen zusammengefaßt. Angegeben sind für jede Art lediglich die Schwerpunkte des Vorkommens, also das optimale Substrat und Habitat. Daß Kalkbewohner gelegentlich auch an staubimprägniertem Silikatgestein anzutreffen sind, wird genauso vorausgesetzt wie das seltene Vorkommen von "Wald"-Arten an Alleebäumen, um nur zwei Beispiele zu nennen.

Eine zahlenmäßige Auswertung und Interpretation des Florenlisten-Vergleichs erfolgt in Kapitel 7.1.

#### Abkürzungen

Substrat: K = Kalkstein, Beton, Mörtel usw.

S = Silikatgestein

A = saure Borke von Laub- oder Nadelbäumen (pH  $\leq$  5.0)

N = schwach saure bis basische Laubbaumborke (pH  $>$  5.0)

E = Erdboden

L = Holz, Baumstümpfe, Pflanzenreste

Habitat/ F = freistehende Bäume

Biotop: W = Wälder

H = Heiden, Dünen, Moore

B = Anthropogene Habitats (Blockwälle, Gebäude, Zäune)

R = Ruderalstellen, Wegränder, Kiesgruben, Geröllfelder

T = Meeresküsten (Uferbefestigungen), Bäche und Bachufer

Nachweis ER. 1957: ■ = Nachweis bei ERICHSEN (1957), d.h. überwiegend Nachweise aus der Zeit vor 1945

(■) = kein nomineller Nachweis, aber Art vermutl. in einer früheren Sammelart eingeschlossen

Nachweis seit 1975: ■ = Nachweis während der laufenden Untersuchungen (1983 - 1990)

(■) = Literaturnachweis aus dem Zeitraum 1975 - 1983, kein Nachweis seit 1983

	Substrat	Habitat	Nachweis	
			ER. 1957	seit 1975
<i>Absconditella delutula</i>	. S . . E .	. W . . R .	■	■
<i>Acarospora fuscata</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>heppii</i>	K S . . . .	. . . R . .	■	■
<i>intermedia</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>smaragdula</i>	. S . . . .	. . H . R .	■	■
<i>veronensis</i>	K S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>Acrocordia gemmata</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>Anaptychia ciliaris</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>Anisomeridium biforme</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>nyssaegenum</i>	. . A . . .	. W . . . .		■
<i>Arthonia cinnabarina</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>didyma</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>dispersa</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>impolita</i>	. . A . . .	F . . . . .	■	■
<i>leucodontis</i>	. . . N . .	. W . . . .	■	■
<i>phaeobaea</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>punctiformis</i>	. . . . . .	. . . . . .	■	■
<i>radiata</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>spadicea</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>tenellula</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>vinosa</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>zwackhii</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>Arthopyrenia antecellans</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>grisea</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>lapponina</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>punctiformis</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>rhypona</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>Arthothelium ruanum</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>Arthrorhaphis citrinella</i>	. . . . E .	. . H . . .	■	
<i>Aspicilia caesiocinerea</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>calcarea</i>	K . . . . .	. . . B . .	■	■
<i>cinerea</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>contorta</i>	K . . . . .	. . . B . .	■	■
<i>gibbosa</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>intermutans</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>leproscens</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>Bacidia arceutina</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>arnoldiana</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>assulata</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>bagliettoana</i>	. . . . E .	. . H . . .	■	
<i>beckhausii</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>chlorotricula</i>	K S . . . .	. . . R . .		■
<i>circumspecta</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>friesiana</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>globulosa</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>hemipolia</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>incompta</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>inundata</i>	. S . . . .	. W . . . .	■	
<i>laurocerasi</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	

	Substrat	Habitat	Nachweis	
			ER. 1957	seit 1975
<i>Bacidia naegelii</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
( <i>Forts.</i> ) <i>rosella</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>rubella</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>saxenii</i>	. S . . . L	. . . . R .	■	■
<i>subfuscula</i>	. S . . . L	. . . B R .	■	■
<i>vezdae</i>	. . A . . .	. W . . . .		■
<i>Bactrospora dryina</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>Baeomyces carneus</i>	. . . . E .	. . H . . .	■	
<i>placophyllus</i>	. . . . E .	. . H . . .	■	
<i>roseus</i>	. . . . E .	. . H . R .	■	■
<i>rufus</i>	. . . . E .	. . H . R .	■	■
<i>Biatora sphaeroides</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>Biatorella monasteriensis</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	
<i>Bryophagus gloeocapsa</i>	. . . . E .	. . H . R .	■	
<i>Bryoria chalybeiformis</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	
<i>fuscescens</i>	. . A . . L	F W . . . .	■	■
<i>implexa</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	
<i>subcana</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	
<i>Buellia aethalea s.lat.</i>	. S . . . .	. . . B R .	■	■
<i>alboatra</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>ambigua</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>epipolia</i>	K . . . . .	. . . B . .	■	■
<i>griseovirens</i>	. . A N . .	F W . . . .	■	■
<i>ocellata</i>	. S . . . .	. . . . R .	■	
<i>pharcidia</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>punctata</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>schaereri</i>	. . A . . .	F . . . . .	■	
<i>stellulata</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	
<i>Calicium abietinum</i>	. . . . L	. W . B . .	■	
<i>adpersum</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>salicinum</i>	. . A . . .	F . . . . .	■	■
<i>trabinellum</i>	. . . . L	. W . . . .	■	
<i>viride</i>	. . A . . .	F . . . . .	■	■
<i>Caloplaca assigena</i>	. . A . . .	. . H . . .	■	
<i>atroflava</i>	. S . . . .	. . . . T	■	
<i>cerina</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>cerinelloides</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>chlorina</i>	. S . N . .	F . . B . .	■	■
<i>citrina</i>	K . . . . .	. . . B . .	■	■
<i>crenularia</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>decipiens</i>	K . . . . .	. . . B . .	■	■
<i>ferruginea</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>flavescens</i>	K . . . . .	. . . B . .	■	■
<i>flavorubescens</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>flavovirescens</i>	K . . . . .	. . . B . .	■	■
<i>herbidella</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>holocarpa</i>	K . . N . .	F . . B . .	■	■
<i>lobulata</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>luteoalba</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■

	Substrat	Habitat	Nachweis	
			ER. 1957	seit 1975
<i>Caloplaca marina</i>	. S . . . .	. . . . . T	■	■
<i>(Forts.) obscurella</i>	. . . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>ruderum</i>	K . . . . .	. . . . B . .	■	■
<i>saxicola</i>	K . . . . .	. . . . B . .	■	■
<i>scopularis</i>	. S . . . . .	. . . . . T	■	
<i>scotoplaca</i>	. S . . . . .	. . . . B . .	■	
<i>teicholyta</i>	K . . . . .	. . . . B . .	■	■
<i>ulcerosa</i>	. . . . N . .	F . . . . .		■
<i>velana</i>	K . . . . .	. . . . B . .		■
<i>Candelaria concolor</i>	. . . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>Candelariella athallina</i>	. S . . . . .	. . . . . T	■	
<i>aurella</i>	K . . . . .	. . . . B . .	■	■
<i>coralliza</i>	. S . . . . .	. . . . B . .	■	■
<i>reflexa</i>	. . . . N . .	F . . . . .		■
<i>vitellina</i>	. S . . . . N . .	F . . . . B . .	■	■
<i>xanthostigma</i>	. . . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>Catillaria atomarioides</i>	. S . . . . .	. . . . . R .	■	
<i>chalybeia</i>	. S . . . . .	. . . . B . .	■	■
<i>contristans</i>	. . . . . E .	. . . . . R .	■	
<i>lenticularis</i>	K . . . . .	. . . . B . .	■	■
<i>nigroclavata</i>	. . . . N . .	F . . . . .	■	
<i>Catinaria atropupurea</i>	. . . . A . . . .	. . . . W . . . .	■	
<i>dispersa</i>	. . . . A . . . .	. . . . W . . . .	■	
<i>laureri</i>	. . . . A . . . .	. . . . W . . . .	■	
<i>Cetraria chlorophylla</i>	. . . . A . . . .	F . . . . .	■	■
<i>ericetorum</i>	. . . . . E .	. . . . H . . . .	■	
<i>islandica</i>	. . . . . E .	. . . . H . . . .	■	■
<i>pinastri</i>	. . . . A . . . L	F . . . . B . . .	■	
<i>sepincola</i>	. . . . A . . . L	F . . . . B . . .	■	
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	. . . . A . . . .	. . . . W . . . .	■	
<i>brunneola</i>	. . . . . L	. . . . W . . . .	■	
<i>chrysocephala</i>	. . . . A . . . .	. . . . W . . . .	■	
<i>ferruginea</i>	. . . . A . . . .	F W . . . . .	■	■
<i>furfuracea</i>	. . . . . E .	. . . . . R .	■	■
<i>hispidula</i>	. . . . A . . . .	F . . . . .	■	
<i>phaeocephala</i>	. . . . . L	. . . . B . . . .	■	
<i>stemonea</i>	. . . . A . . . .	. . . . W . . . .	■	
<i>trichialis</i>	. . . . A . . . .	. . . . W . . . .	■	■
<i>Chrysothrix candelaris</i>	. . . . A . . . .	F . . . . .	■	■
<i>Cladonia arbuscula s.lat.</i>	. . . . . E .	. . . . H . . . .	■	■
<i>botrytes</i>	. . . . . L	. . . . W . . . .	■	KLEMENT 1949
<i>brevis</i>	. . . . . E .	. . . . H . . . .	■	
<i>caespiticia</i>	. . . . . E .	. . . . W . . . R .	■	
<i>cariosa</i>	. . . . . E .	. . . . . R .	■	■
<i>cenotea</i>	. . . . . E .	. . . . H . . . .	■	
<i>cervicornis s.lat.</i>	. . . . . E .	. . . . H . . . .	■	■
<i>ciliata</i>	. . . . . E .	. . . . H . . . .	■	■
<i>coccifera</i>	. . . . . E .	. . . . H . . R .	■	■
<i>coniocraea</i>	. . . . . E L	. . . . H . . R .	■	■

	Substrat	Habitat	Nachweis ER. 1957	seit 1975
Cladonia cornuta	. . . . E .	. . H . . .	■	■
(Forts.) crispata	. . . . E .	. . H . . .	■	■
cryptochlorophaea	. . . . E .	. . H . . .	(■)	(■)
deformis	. . . . E .	. . H . . .	■	
digitata	. . . . E L	. W . . . .	■	■
fimbriata	. . . . E L	. W . . R .	■	■
floerkeana	. . . . E .	. . H . . .	■	■
foliacea	. . . . E .	. . H . . .	■	■
fragilissima	. . . . E .	. . H . . .		(■)
furcata	. . . . E .	. . H . R .	■	■
glauca	. . . . E .	. . H . R .	■	■
gracilis	. . . . E .	. . H . . .	■	■
grayi	. . . . E .	. . H . R .	SAXEN	1963 b
humilis	. . . . E .	. . H . R .	■	■
incrassata	. . . . E .	. . H . . .	■	■
macilenta	. . . . E L	. W H . . .	■	■
macroceras	. . . . E .	. . H . . .	■	■
merochlorophaea	. . . . E .	. . H . R .	(■)	(■)
ochrochlora	. . . . . L	. W . . . .	■	■
parasitica	. . . . . L	. W . . . .	■	
phyllophora	. . . . E .	. . H . . .	■	
pleurota	. . . . E .	. . H . . .	■	■
polydactyla	. . . . E L	. W . . . .	■	■
portentosa	. . . . E .	. . H . . .	■	■
pyxidata	. . . . E L	. . H . R .	■	■
ramulosa	. . . . E L	. W H . . .	■	(■)
rangiferina	. . . . E .	. . H . . .	■	■
rangiformis	. . . . E .	. . H . R .	■	■
rei	. . . . E .	. . H . . .	■	(■)
scabriuscula	. . . . E .	. . H . . .	■	■
squamosa	. . . . . L	. W . . . .	■	■
strepsilis	. . . . E .	. . H . . .	■	■
subulata	. . . . E .	. . H . R .	■	■
sulphurina	. . . . E .	. . H . . .	■	■
symphycarpa	. . . . E .	. . H . . .	■	■
uncialis	. . . . E .	. . H . . .	■	■
zopfii	. . . . E .	. . H . . .	■	■
Clauzadea monticola	K . . . . .	. . . B . .	■	(■)
Cliostomum corrugatum	. . . . . L	. . . B . .	■	
griffithii	. . A . . .	F . . . . .	■	■
Coelocaulon aculeatum	. . . . E .	. . H . . .	■	■
muricatum	. . . . E .	. . H . . .	■	■
Collema crispum	. . . . E .	. . . . R .	■	■
flaccidum	. S . . E .	. W . . R .	■	
fragrans	. . A . . .	. W . . . .	■	
limosum	. . . . E .	. . . . R .	■	■
tenax	. . . . E .	. . . . R .	■	■
Cyphelium inquinans	. . . . . L	. . . B . .	■	■

	Substrat	Habitat	Nachweis	
			ER. 1957	seit 1975
Cyphelium notarisii	. . . . . L	. . . B . .	■	■
(Forts.) trachylioides	. . . . . L	. . . B . .	■	
Dimerella pineti	. . A . . .	. W . . . .	■	■
Diploicia canescens	K . . N . .	F . . B . .	■	■
Diploschistes scruposus	. S . . . .	. . . B . .	■	
Dirina stenhammari	K . . . . .	. . . B . .	■	
Enterographa crassa	. . . N . .	. W . . . .	■	■
Evernia prunastri	. . A . . .	F . . . . .	■	■
Fellhanera bouteillei	. . A . . .	. W . . . .	■	■
myrtillicola	. S A . . .	. W . . . .	■	■
Fuscidea cyathoides	. . A . . .	. W . . . .	■	
lightfootii	. . A . . .	. W . . . .	■	
praeruptorum	. S . . . .	. . . B . .	■	
viridis	. . A . . .	. W . . . .	■	■
Graphis elegans	. . A . . .	. W . . . .	■	■
scripta	. . A . . .	. W . . . .	■	■
Gyalecta flotowii	. . A . . .	. W . . . .	■	
truncigena	. . A . . .	. W . . . .		(■)
ulmi	. . A . . .	. W . . . .	■	
Haematomma ochroleucum	. S A N . .	F W . B . .	■	■
Hyperphyscia adglutinata	. . . N . .	F . . . . .	■	
Hypocenyomyce caradocensis	. . A . . L	. W . B . .	■	
scalaris	. . A . . L	F W . B . .	■	■
Hypogymnia farinacea	. . A . . .	. W . . . .	■	
physodes	. . A . . L	F W . B . .	■	■
tubulosa	. . A . . .	F . . . . .	■	■
Icmadophila ericetorum	. . . . . E	. . H . . .	■	
Imshaugia aleurites	. . . . . L	. . . B . .	■	■
Kiliasia athallina	K . . . . .	. . . B . .	■	
Lasallia pustulata	. S . . . .	. . H . R .	■	
Lauderlindsaya erichsenii	. . A . . .	. W . . . .	■	(■)
Lecanactis abietina	. . A . . .	. W . . . .	■	■
amylacea	. . A . . .	. W . . . .	■	
premnea	. . A . . .	. W . . . .	■	
Lecania cyrtella	. . . N . .	F . . . . .	■	■
cyrtellina	. . . N . .	F . . . . .	■	(■)
dubitans	. . . N . .	F . . . . .	■	
erysibe	K . . . . .	. . . B . .	■	■
fuscella	. . . N . .	F . . . . .	■	
Lecanora actophila	. S . . . .	. . . . . T	■	
albescens	K . . . . .	. . . B . .	■	■
allophana	. . . N . .	F . . . . .	■	■
anopta	. . . . . L	. . . B . .	■	
argentata	. . A . . .	. W . . . .	■	■
campestris	K S . . . .	. . . B . .	■	■
carpinea	. . A N . .	F W . . . .	■	■
chlarotera	. . A N . .	F W . . . .	■	■
circumborealis	. . . . . L	. . . B . .	■	
conferta	K . . . . .	. . . B . .	■	■

				Nachweis	
		Substrat	Habitat	ER. 1957	seit 1975
Lecanora	conizaeoides	. . . A . . . L	F W . B . . .	■	■
(Forts.)	crenulata	K . . . . .	. . . B . . .	■	■
	dispersa s.lat.	K . . . N . . .	F . . B . . .	■	■
	expallens	. . . A N . . L	F . . B . . .	■	■
	glabrata	. . . A . . . .	. W . . . . .	■	
	hagenii	. . . . N . . L	F . . B . . .	■	■
	helicopis	. . S . . . . .	. . . . . T	■	■
	hypoptoides	. . . . . L	. . . B . . .	■	
	intricata	. . S . . . . .	. . . B . . .	■	
	intumescens	. . . A . . . .	. W . . . . .	■	■
	leptyrodes	. . . . N . . .	F . . . . .	■	
	muralis	K S . . . . .	. . . B . . .	■	■
	orosthea	. . S . . . . .	. . . B . . .	■	■
	pallida	. . . A . . . .	. W . . . . .	■	■
	piniperda	. . . A . . . L	. W . . . . .	■	■
	polytropa	. . S . . . . .	. . . B . . .	■	■
	populicola	. . . . N . . .	F . . . . .	■	
	pulicaris	. . . A . . . .	F . . . . .	■	■
	rugosella	. . . A . . . .	F . . . . .	■	
	rupicola	. . S . . . . .	. . . B . . .	■	■
	saligna	. . . A . . . L	F . . B . . .	■	■
	sambuci	. . . . N . . .	F . . . . .	■	
	sarcopidioides	. . . . . L	. . . B . . .	■	
	subintricata	. . . . . L	. W . B . . .	■	
	sublivescens	. . . A . . . .	. W . . . . .	■	
	subrugosa	. . . A . . . .	F . . . . .	■	■
	sulphurea	. . S . . . . .	. . . B . . .	■	■
	symmicta s.lat.	. . . A . . . L	. W . B . . .	■	■
	umbrina	. . . A . . . .	F . . . . .	■	■
	varia	. . . . . L	. . . B . . .	■	■
Lecidea	atroviridis	. . . A . . . .	F . . . . .	■	
	auriculata	. . S . . . . .	. . . . . R .	■	
	brachyspora	. . S . . . . .	. . . . . R .	■	■
	cinereopallens	. . . . . L	. . . B . . .	■	
	conferenda	. . S . . . . .	. . . . . R .	■	(■)
	diducens	. . S . . . . .	. . . . . R .	■	
	enterophaea	. . S . . . . .	. . . . . R .	■	
	erratica	. . S . . . . .	. . . . . R .	■	■
	erythrophaea	. . . A . . . .	F . . . . .	■	
	fuliginosa	. . S . . . . .	. . . B . . .	■	■
	fuscoatra	. . S . . . . .	. . . B . . .	■	■
	huxariensis	. . . . . L	. . . B . . .	■	
	hypopta	. . . . . L	. . . B . . .	■	■
	lithophila	. . S . . . . .	. . . B . . .	■	■
	meiocarpa	. . . A . . . .	F . . . . .	■	
	plana	. . S . . . . .	. . . B . . .	■	
	polycarpella	. . S . . . . .	. . . . . R .	■	
	promixta	. . S . . . . .	. . . B . . .	■	
	pullata	. . . A . . . .	F . . . . .	■	

	Substrat	Habitat	Nachweis	
			ER. 1957	seit 1975
<i>Lecidea sarcogynioides</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	
(Forts.) <i>turgidula</i>	. . . . L	. . . B . .	■	
<i>Lecidella anomaloides</i>	K S . . . .	. . . . .	■	
<i>asema</i>	K S . . . .	. . . . .	■	■
<i>elaeochroma s.lat.</i>	K S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>scabra</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>stigmatea</i>	K S . . . .	. . . . .	■	■
<i>Lempholemma chalazanum</i>	. . . . E .	. . . . R .	■	
<i>Lepraria incana</i>	. S A . E .	F W . B R .	■	■
<i>neglecta</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	
<i>Leproloma membranacea</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	
<i>vouauxii</i>	K S . . . .	. . . . .	(■)	■
<i>Leptogium gelatinosum</i>	. . . . E .	. . . . R .	■	
<i>lichenoides</i>	. . A . E .	. W . . . .	■	
<i>minutissimum</i>	. . . . E .	. . . . R .	■	
<i>schraderi</i>	K . . . . .	. . . . R .		■
<i>tenuissimum</i>	. . . . E .	. . . . R .	■	
<i>Lichina confinis</i>	. S . . . .	. . . . T	■	
<i>Lobaria pulmonaria</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>scrobiculata</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>virens</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>Loxospora elatina</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>Megalaria grossa</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>Micarea denigrata</i>	. . . . L	. . . B . .	■	■
<i>elachista</i>	. . . . L	. W . . . .	■	
<i>leprosula</i>	. . . . E .	. . . . R .	■	
<i>lignaria</i>	. . . . E .	. . H . . .	■	
<i>lithinella</i>	. S . . . .	. W . . R .	■	■
<i>melaena</i>	. . . . L	. W . . . .	■	
<i>melaenida</i>	. . . . E .	. . . . R .	■	
<i>misella</i>	. . . . L	. W . . . .	■	■
<i>nitschkeana</i>	. . A . . .	. W H . . .	■	■
<i>peliocarpa</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>prasina</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>sylvicola</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>Moelleropsis humida</i>	. . . . E .	. . . . R .	■	■
<i>nebulosa</i>	. . . . E .	. . . . R .	■	
<i>Mycobilimbia sabuletorum</i>	K . . . . L	. W . B . .	■	■
<i>Mycoblastus sterilis</i>	. . A . . .	. W . . . .		■
<i>Nephroma bellum</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>laevigatum</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>Normandina pulchella</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	(■)
<i>Ochrolechia androgyna</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>arborea</i>	. . A . . .	F . . . . .	■	
<i>microstictoides</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>parella</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>subviridis</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	■
<i>tartarea</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	
<i>turneri</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	■

	Substrat	Habitat	Nachweis	
			ER. 1957	seit 1975
Omphalina hudsoniana	. . . . E .	. . H . . . .	■	
umbellifera	. . . . E .	. . H . . . .		(■)
Opegrapha atra	. . A . . . .	F W . . . . .	■	■
chevallieri	K . . . . .	. . . B . . .	■	■
herbarum	. . A . . . .	. W . . . . .	■	■
niveoatra	. . A . . . .	F W . . . . .	■	■
ochrocheila	. . A . . . .	. W . . . . .	■	■
rufescens	. . A . . . .	F W . . . . .	■	■
varia s.lat.	. . A . . . .	F W . . . . .	■	■
vermicellifera	. . A . . . .	F W . . . . .	■	■
viridis	. . A . . . .	. W . . . . .	■	■
vulgata	. . A . . . .	. W . . . . .	■	■
zonata	. S . . . . .	. . . B . . .	■	■
Pachyphiale cornea	. . A . . . .	. W . . . . .	■	■
Parmelia acetabulum	. . . N . . .	F . . . . .	■	■
caperata	. . A N . . .	F . . . . .	■	■
coniocarpa	. . A . . . .	. W . . . . .	■	■
conspersa	. S . . . . .	. . . B . . .	■	■
disjuncta	. S . . . . .	. . . B . . .	■	■
elegantula	. . A N . . .	F . . . . .	■	■
exasperata	. . . N . . .	F . . . . .	■	(■)
exasperatula	. . . N . . .	F . . . . .	■	■
glabratula	. . A N . . .	F W . . . . .	■	■
laciniatula	. . . N . . .	F . . . . .	■	■
loxodes	. S . . . . .	. . . B . . .	■	■
mougeotii	. S . . . . .	. . . B . . .	■	■
olivacea	. . A . . . .	F . . . . .	■	■
pastillifera	. . A N . . .	F . . . . .	■	■
pulla	. S . . . . .	. . . B . . .	■	■
revoluta	. . A . . . .	. W . . . . .	■	■
saxatilis	. . A . . . .	F . . . . .	■	■
subaurifera	. . A N . . .	F . . . . .	■	■
subrudecta	. . A N . . .	F . . . . .	■	■
sulcata	. . A N . . .	F . . . . .	■	■
tiliacea	. . . N . . .	F . . . . .	■	■
verruculifera	. S . . . . .	. . . B . . .	■	■
Parmeliopsis ambigua	. . A . . . .	. W . . . . .	■	■
hyperopta	. . A . . . .	. W . . . . .	■	(■)
Peltigera canina	. . . . E .	. W . . . . .	■	■
didactyla	. . . . E .	. . . . R .	■	■
horizontalis	. . . . E .	. W . . . . .	■	■
lactucifolia	. . . . E .	. . H . . . .	■	■
leucophlebia	. . . . E .	. . . . R .	■	■
malacea	. . . . E .	. . . . R .	■	■
membranacea	. . . . E .	. W . . . . .	■	(■)
neckeri	. . . . E .	. . H . . . .	■	■
polydactyla	. . . . E .	. . H . R .	■	■
praetextata	. . . . E .	. W . . . . .	■	■

	Substrat	Habitat	Nachweis	
			ER. 1957	seit 1975
<i>Peltigera rufescens</i>	. . . . E .	. . . . R .	■	■
<i>(Forts.) venosa</i>	. . . . E .	. W . . . .	■	
<i>Pertusaria albescens</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	■
<i>amara</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	■
<i>coccodes</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	■
<i>coronata</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>dealbescens</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>flavida</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	■
<i>hemisphaerica</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>hymenea</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>inopinata</i>	. S . . . .	. . . R . .	■	
<i>lactea</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	
<i>leioplaca</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>multipuncta</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>pertusa</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	■
<i>tuberculata</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>velata</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>Phaeographis dendritica</i>	. . A . . .	. W . . . .	SAXEN	1963 c
<i>Phaeophyscia ciliata</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>endophoenicea</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>nigricans</i>	K . . N . .	F . . B . .	■	■
<i>orbicularis</i>	K . . N . .	F . . B . .	■	■
<i>sciastra</i>	K . . . . .	. . . B . .	■	■
<i>Phlyctis agelaea</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>argena</i>	. . A . . .	F W . . . .	■	■
<i>Physcia adscendens</i>	K . . N . .	F . . B . .	■	■
<i>aipolia</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>caesia</i>	K . . . . .	. . . B . .	■	■
<i>clementei</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>dimidiata</i>	K . . N . .	F . . B . .	■	
<i>dubia</i>	K S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>semipinnata</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>stellaris</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	
<i>tenella</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>wainioi</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	(■)
<i>Physconia distorta</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>enteroxantha</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>grisea</i>	K . . N . .	F . . B . .	■	■
<i>perisidiosa</i>	. . . N . .	F . . . . .	■	■
<i>Platismatia glauca</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>Polyblastia cupularis</i>	K . . . . .	. . . B . .		(■)
<i>Polychidium muscicola</i>	. . . . E .	. W . . . .	■	
<i>Polysporina dubia</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	
<i>simplex</i>	. S . . . .	. . . B . .	■	■
<i>Porina aenea</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	■
<i>borreri</i>	. . A . . .	. W . . . .	■	
<i>chlorotica</i>	. S . . . .	. W . . . .	■	■
<i>leptalea</i>	. . A . . .	. W . . . .		(■)
<i>Porpidia albocaerulescens</i>	. S . . . .	. . . B . .		(■)

	Substrat	Habitat	Nachweis	
			ER. 1957	seit 1975
Porpidia cinereoatra	. S . . . .	. . . . R .	■	■
(Forts.) crustulata	. S . . . .	. . . . R .	■	■
macrocarpa	. S . . . .	. . . . B . .	■	■
soredizodes	. S . . . .	. . . . B . .	■	■
tuberculosa	. S . . . .	. . . . B . .	■	■
Protoblastenia rupestris	K . . . . .	. . . . B . .	■	■
Protoparmelia atriseda	. S . . . .	. . . . B . .	■	
badia	. S . . . .	. . . . B . .	■	
Pseudevernia furfuracea	. . A . . .	F . . . . .	■	■
Psilolechia lucida	. S . . . .	. . . . B . .	■	■
Pycnothelia papillaria	. . . . E .	. . . . H . .	■	■
Pyrenocollema halodytes	. S . . . .	. . . . . T	■	■
Pyrenula nitida	. . A . . .	. . W . . . .	■	■
nitidella	. . A . . .	. . W . . . .	■	
Pyrrhospora querneae	. . A . . .	F W . . . .	■	■
Ramalina calicaris	. . A . . .	. . W . . . .	■	
capitata	. S . . . .	. . . . B . T	■	
cuspidata	. S . . . .	. . . . B . T	■	
farinacea s.lat.	. . A . . .	F . . . . .	■	■
fastigiata	. . A N . .	F . . . . .	■	■
fraxinea	. . . . N . .	F . . . . .	■	■
lacera	. . A . . .	F . . . . .	■	
obtusata	. . A . . .	F . . . . .	■	
pollinaria	. . A . . .	F . . . . .	■	■
polymorpha	. S . . . .	. . . . B . .	■	
siliquosa	. S . . . .	. . . . . T	■	
thrausta	. . A . . .	. . W . . . .	■	
Rhizocarpon distinctum	. S . . . .	. . . . B . .	■	■
geographicum	. S . . . .	. . . . B . .	■	■
lavatum	. S . . . .	. . . . R . .	■	
lecanorinum	. S . . . .	. . . . B . .	■	
obscuratum	. S . . . .	. . . . B R .	■	■
richardii	. . . . .	. . . . . T	■	■
viridiatrum	. S . . . .	. . . . B . .	■	
Rimularia furvella	. S . . . .	. . . . B . .	■	
insularis	. S . . . .	. . . . B . .	■	
Rinodina aspersa	. S . . . .	. . . . R . .	■	
atrocinerea	. S . . . .	. . . . B . .	■	
confragosa	. S . . . .	. . . . B . .	■	
conradii	. . . . . L	. . W . . . .	■	
exigua	. . . . N . .	F . . . . .	■	■
gennarii	K . . . N . .	F . . . B . .	■	■
pyrina	. . . . N . .	F . . . . .	■	
teichophila	K . . . . .	. . . . B . .		■
Saccomorpha icmalea	. . A . E L	F W H . . . .	■	■
oligotropha	. . . . E .	. . . . H . .	■	■
uliginosa	. . . . E .	. . . . H . .	■	■
Sarcogyne privigna	. S . . . .	. . . . B . .	■	
regularis	K . . . . .	. . . . B . .	■	■

	Substrat	Habitat	Nachweis	
			ER. 1957	seit 1975
<i>Sarcopyrenia gibba</i>	K . . . . .	. . . B . .		■
<i>Sarcosagium campestre</i>	. . . . . L	. . . B . .		■
<i>Schaereria fuscocinerea</i>	. S . . . . .	. . . B . .	■	
<i>tenebrosa</i>	. S . . . . .	. . . B . .	■	
<i>Schismatomma decolorans</i>	. . A . . . .	F . . . . .	■	■
<i>graphidioides</i>	. . A . . . .	. W . . . . .	■	
<i>Sclerophora nivea</i>	. . A . . . .	F W . . . . .	■	■
<i>peronella</i>	. . A . . . .	. W . . . . .	■	
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	. . A . . . .	F W . . . . .	■	■
<i>umbrinum</i>	. S . . . . .	. . . B R . .	■	■
<i>Sphaerophorus globosus</i>	. S . . . . .	. W . . . . .	■	
<i>Staurothele catalepta</i>	. S . . . . .	. . . . . T	■	
<i>Steinia geophana</i>	. . . . . E .	. . . . . R .	■	■
<i>Stereocaulon condensatum</i>	. . . . . E .	. . H . . . .	■	
<i>dactylophyllum</i>	. S . . . . .	. . . B . . .	■	(■)
<i>paschale</i>	. . . . . E .	. . H . . . .	■	
<i>saxatile</i>	. . . . . E .	. . H . . . .	■	
<i>tomentosum</i>	. . . . . E .	. . H . . . .	■	
<i>vesuvianum</i>	. S . . . . .	. . . B . . .	■	
<i>Strangospora moriformis</i>	. . . . . L	. . . B . . .	■	
<i>pinicola</i>	. . A . . L	F . . B . . .	■	■
<i>Strigula affinis</i>	. . A . . . .	. W . . . . .	■	
<i>stigmatella</i>	. . A . . . .	. W . . . . .	■	
<i>sychnogonioides</i>	. . . . . E .	. . . . . R .	■	
<i>Tephromela atra</i>	. S . . . . .	. . . B . . .	■	■
<i>grumosa</i>	. S . . . . .	. . . B . . .	■	
<i>Thelidium hospitum</i>	. . . . . E .	. . . . . R .	■	
<i>cf. minutulum</i>	K . . . . .	. . . . . R .		■
<i>cf. olivaceum</i>	K . . . . .	. . . . . R .		(■)
<i>zwackhii</i>	K . . . . E .	. . . . . R .	■	■
<i>Thelocarpon laureri</i>	. S . . . . .	. . . . . R .	■	
<i>Thelomma ocellatum</i>	. . . . . L	. . . B . . .		■
<i>Thelopsis rubella</i>	. . A . . . .	. W . . . . .	■	
<i>Thelotrema lepadinum</i>	. . A . . . .	. W . . . . .	■	■
<i>Thrombium epigaeum</i>	. . . . . E .	. . . . . R .	■	■
<i>Trapelia coarctata</i>	. S . . . . .	. . . B R . .	■	■
<i>involuta</i>	. S . . . . .	. . . B . . .	■	■
<i>obtegens</i>	. S . . . . .	. . . B R . .	■	■
<i>placodioides</i>	. S . . . . .	. . . B R . .	■	■
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	. . . . . L	. . . B . . .	■	■
<i>gelatinosa</i>	. . . . . E .	. W . . . . .	■	
<i>granulosa</i>	. . . . . E L	. . H B . . .	■	■
<i>viridescens</i>	. . . . . L	. W . . . . .	■	
<i>Umbilicaria deusta</i>	. S . . . . .	. . H B . . .	■	
<i>polyphylla</i>	. S . . . . .	. . H B . . .	■	
<i>polyrrhiza</i>	. S . . . . .	. . H . . . .	■	
<i>Usnea barbata</i>	. . A . . . .	. W . . . . .	■	
<i>ceratina</i>	. . A . . . .	. W . . . . .	■	
<i>filipendula s.lat.</i>	. . A . . . .	. W . . . . .	■	■

	Substrat	Habitat	Nachweis	
			ER. 1957	seit 1975
Usnea florida	. . A . . .	. W . . . .	■	
(Forts.) fragilescens	. . A . . .	. W . . . .	■	
hirta	. . A . . .	. W . . . .	■	
lapponica	. . A . . .	. W . . . .	■	
rubicunda	. . A . . .	. W . . . .	■	
subfloridana	. . A . . .	. W . . . .	■	■
Verrucaria acrotella	. S . . . .	. . . . R .	■	
aethiobola	. S . . . .	. . . . T	■	
aquatilis	. S . . . .	. . . . T	■	■
bryoctona	. . . . E .	. . . . R .	■	■
calciseda	K . . . .	. . . . B .		■
ditmarsica	. S . . . .	. . . . T	■	
erichsenii	. S . . . .	. . . . T	■	■
funcckii	. S . . . .	. . . . T	■	■
halizoa	. S . . . .	. . . . T	■	■
cf. hydrela	. S . . . .	. . . . T	■	■
internigrescens	. S . . . .	. . . . T	■	■
latericola	K . . . .	. . . . B .	■	
lecideoides	K . . . .	. . . . B .	■	
macrostoma	K . . . .	. . . . B .	■	■
maura	. S . . . .	. . . . T	■	■
mortarii	K . . . .	. . . . B .	■	
muralis	K . . . .	. . . . B .	■	■
nigrescens	K . . . .	. . . . B .	■	■
rheithrophila	. S . . . .	. . . . T	■	■
striatula	. S . . . .	. . . . T	■	
thalassina	. S . . . .	. . . . T		(■)
viridula	K . . . .	. . . . B .	■	■
Xanthoria calcicola	K . . . .	. . . . B .	■	■
candelaria	. . . . N .	F . . . .	■	■
elegans	K . . . .	. . . . B .	■	■
fallax	. . . . N .	F . . . .	■	■
parietina	K . . . N .	F . . . B .	■	■
polycarpa	. . . . N .	F . . . .	■	■
Xylographa parallela	. . . . L	. W . B . .	■	

#### 5.4 Verbreitungskarten ausgewählter Flechtenarten

Die folgenden Rasterkarten stellen die aktuell bekannte Verbreitung zahlreicher Flechtenarten in Schleswig-Holstein dar, d.h. es handelt sich hier weniger um Verbreitungskarten im wörtlichen Sinne als vielmehr um Fundkarten. Als "aktuell" werden hier Nachweise bezeichnet, die im Zeitraum nach 1975 erbracht wurden (Stand: Ende 1990). Ausgewählt wurden Arten, die wegen ihres Verbreitungsmusters, ihrer Gefährdung oder ihrer Bindung an bestimmte Habitate besondere Aufmerksamkeit verdienen. Auch phytogeographisch bemerkenswerte Arten wurden berücksichtigt, z.B. solche, die aufgrund ihrer atlantischen Gesamtverbreitung im größten Teil des Bundesgebiets fehlen dürften.

Wie bei der aktuellen Florenliste, so wurde auch hier das Jahr 1975 als Ausgangspunkt gewählt. Dies geschah einerseits, um den Beginn der intensiveren lichenologischen Geländearbeit in Schleswig-Holstein mitzuerfassen (verfügbare Daten seit 1977); andererseits, um eine direkte Vergleichbarkeit z.B. mit den aktuellsten Daten im Verbreitungsatlas der Flechten Baden-Württembergs (WIRTH 1987) zu gewährleisten.

Die weitaus überwiegende Zahl von Verbreitungsdaten wurde im Laufe der eigenen, seit 1983 durchgeführten Kartierungsfahrten gewonnen (siehe Abschnitt 4.1: Kartierung). Darüber hinaus wurden Daten aus den folgenden Quellen benutzt:

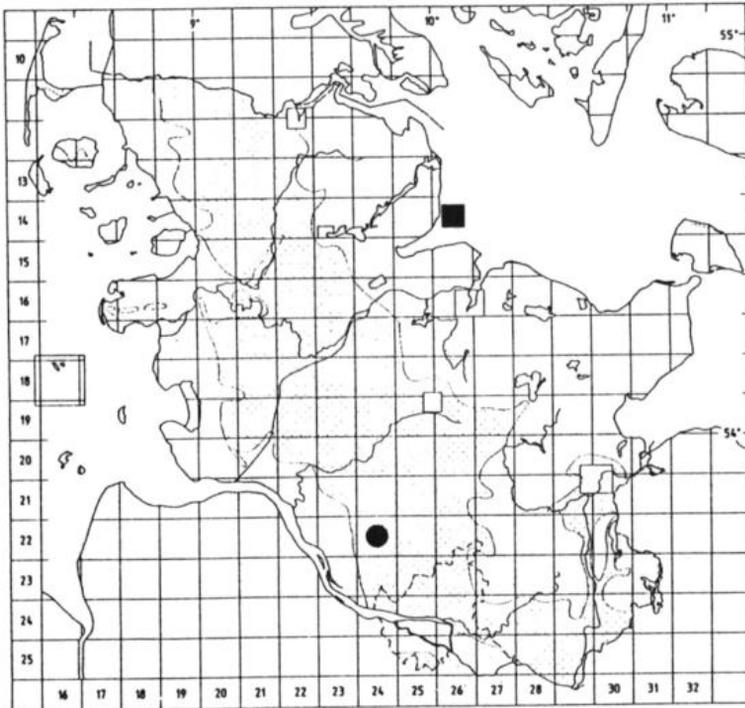
ROSE (1978),  
SØCHTING & RAMKAER (1982),  
CHRISTENSEN (1985),  
ROSE (persönliche Mitteilungen),  
SØCHTING (persönliche Mitteilungen),  
LINDERS (1988 a),  
WOELM (1988),  
ERNST (1988),  
ERNST (persönliche Mitteilungen),  
ZIMMER (1990).

Bei einigen Arten mit deutlicher Rückgangstendenz, nämlich

Anaptychia ciliaris	Parmelia subrudecta
Lobaria pulmonaria	Physconia distorta
Pachyphiale cornea	Ramalina fraxinea
Parmelia caperata	

wurden neben den aktuellen Fundpunkten auch die früheren Vorkommen, soweit sie aus Herbarbelegen und Literaturdaten hervorgehen, in die Verbreitungskarten aufgenommen. In diesen Fällen ermöglichen zwei verschiedene Kartensignaturen ("letzter Nachweis vor 1975"/"aktueller Nachweis seit 1975") einen direkten Vergleich früherer und heutiger Areale. Für die Erstellung der betreffenden Karten wurde, außer der in Kapitel 3 genannten älteren Literatur, das Material folgender Herbarien ausgewertet:

- HBG (u.a. Sammlung ERICHSEN),
- KIEL (u.a. Sammlung FISCHER-BENZON, Dubletten SANDSTEDT),
- Herbar SAXEN (Naturwissenschaftliches Heimatmuseum Flensburg).



Karte 1: Aktuelle Funde von *Absconditella delutula* (●) und *Arthonia impolita* (■) in Schleswig-Holstein.

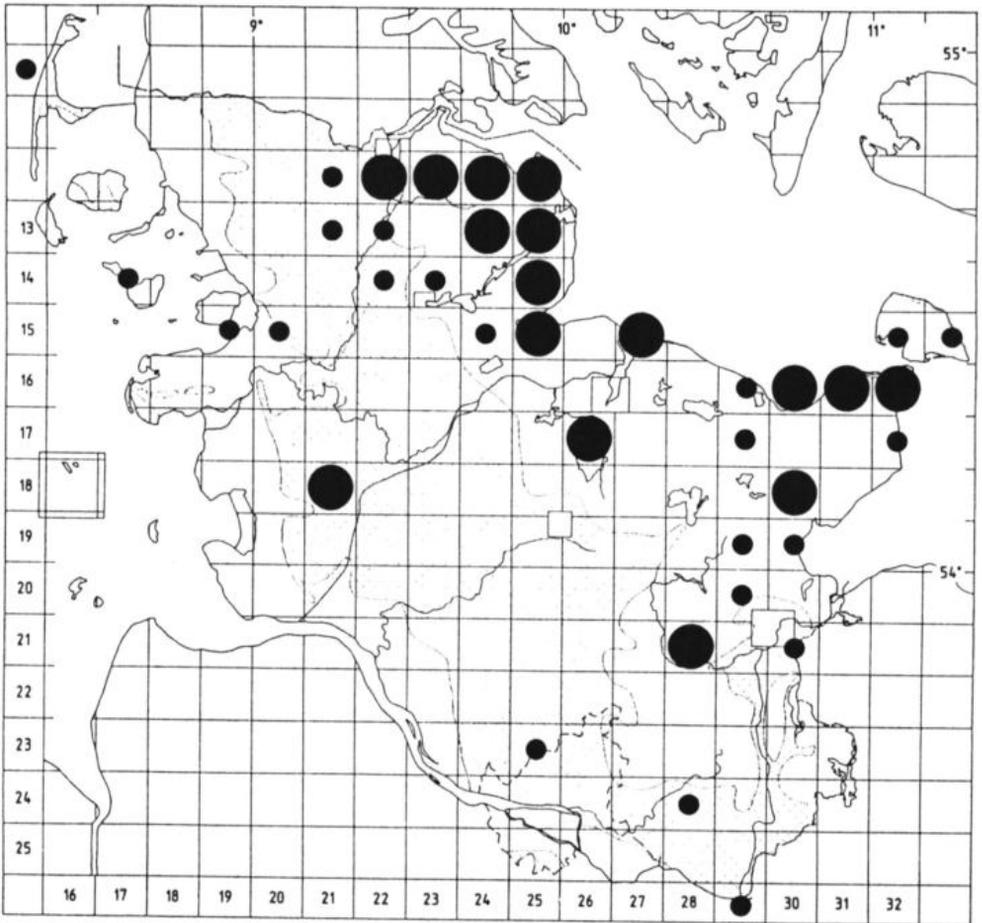
● **ABSCONDITELLA DELUTULA** (Nyl.) Coppins & Kiliás

Die unscheinbare Art kommt in Mitteleuropa äußerst zerstreut an kleinen, feucht liegenden Steinen vor. Aus Schleswig-Holstein war sie bisher von einem einzigen Fundort bekannt (Nähe Scharbeutz, siehe ERICHSEN 1916 a).

Der aktuelle Fund von *A. delutula* ist wegen des ungewöhnlichen Substrats, aber auch aufgrund der anspruchsvollen Begleitflora bemerkenswert: Grube Lieth, Klein-Nordende, südlich Elmshorn, MTB 2224, über Pflanzenresten und Rohhumus, ii.1989, Jacobsen 5824 (P.J.), 5825 (E, confirm. Coppins), 5826 (STU). Vergesellschaftet bzw. im näheren Umkreis fanden sich einige im gesamten Bundesgebiet seltene Flechtenarten, u.a. *Acarospora heppii* (an kleinen, in den Boden eingesenkten Kalksteinchen), *Steinia geophana* und *Collema limosum* (beide auf lehmigem Boden).

■ **ARTHONIA IMPOLITA** (Hoffm.) Borrer

Bei *A. impolita* handelt es sich um eine subatlantisch verbreitete Sippe, die in Schleswig-Holstein vorwiegend alte Eichen sowie bearbeitetes Eichenholz besiedelt. Die Art wurde von ERICHSEN (1957) noch als "häufig" bezeichnet, ist aber inzwischen offenbar weitgehend verschwunden. In den letzten Jahren wurde sie nur einmal gefunden: Waabshof, MTB 1426, an einer alten Eiche nahe der Auffahrt zum Gut, viii.1985, Jacobsen 1671 (P.J.).



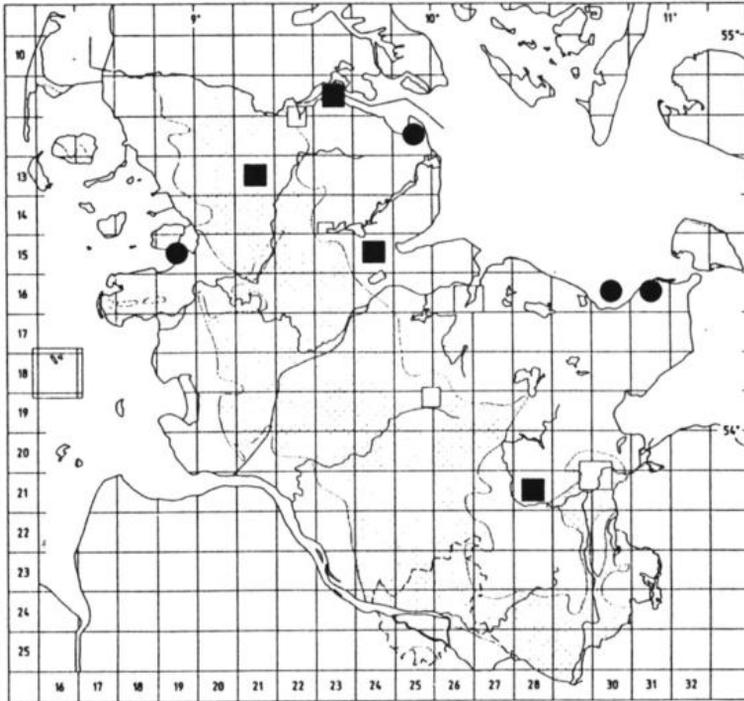
Karte 2: Verbreitung von *Anaptychia ciliaris* in Schleswig-Holstein.

● = letzter Nachweis  
vor 1975

● = aktueller Nachweis  
seit 1975

#### ANAPTYCHIA CILIARIS (L.) Körber

*Anaptychia ciliaris* wurde schon in früheren Jahrzehnten nur selten außerhalb des östlichen Hügellandes gefunden. Die gegenwärtig festgestellte Verbreitung zeigt darüber hinaus eine deutliche Konzentration der Funde im Nordosten des Landesgebiets, insbesondere in Küstennähe, wo die Art bevorzugt an Esche, Eiche und Pappel vorkommt. Die Bestände der immissions- und eutrophierungsempfindlichen *A. ciliaris* sind an den meisten Fundorten sehr spärlich; ein weiterer Rückgang würde den Bestand der Art in Schleswig-Holstein vermutlich ernsthaft gefährden.



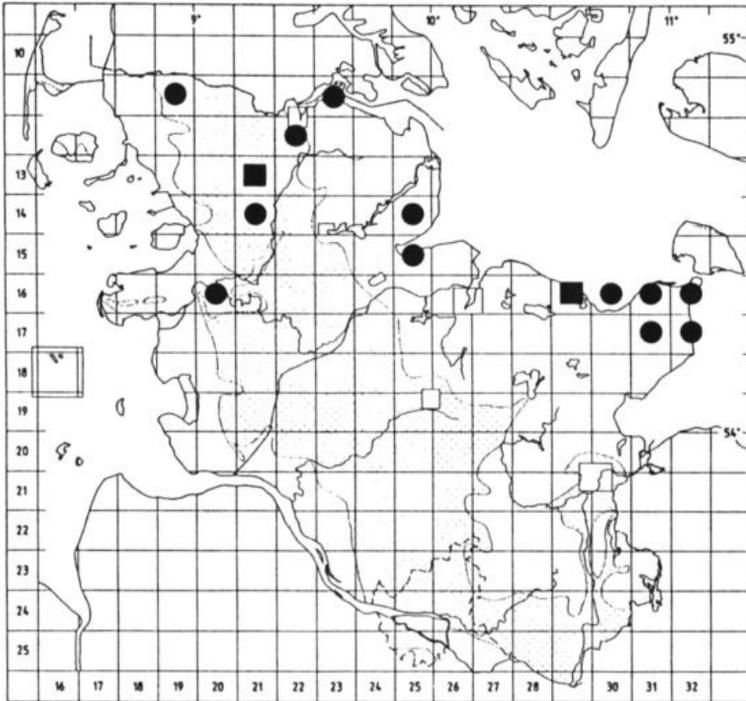
Karte 3: Aktuelle Funde von *Arthonia leucodontis* (●) und *Arthonia spadicea* (■) in Schleswig-Holstein.

● ARTHONIA LEUCODONTIS (Poelt & Döbb.) Coppins

in Lichenol. 21 (1989): 203 (syn. *A. exilis* auct.). *A. leucodontis* ist in Mitteleuropa weit verbreitet, aber nicht häufig, möglicherweise aber auch vielfach übersehen. Die Art ist heute nur noch in Gebieten mit geringer Immissionsbelastung und auffallend reicher Flechtenvegetation vertreten. Ihre Substrate sind subneutrale, aber nicht bzw. nur wenig eutrophierte Borken alter Laubbäume (z.B. *Ulmus*, *Fraxinus*, *Salix*, *Populus*). Aktuelle Fundorte: Nähe Düttebüll, MTB 1225, an *Fraxinus*, v.1985, Jacobsen 1676 (P.J., det. Coppins). Straßenrand nördlich Gut Weißenhaus, an Borke eines morschen Stumpfs von *Populus* sp., v.1989, Jacobsen 5935 (P.J., det. Coppins). Nähe Neukirchen, MTB 1631 (SØCHTING, persönl. Mitteilung und COPPINS 1989). Nordstrand, MTB 1519 (ERNST 1988).

■ ARTHONIA SPADICEA Leighton

Auch diese Art wurde von ERICHSEN (1957) noch als "häufig" charakterisiert, ist heute aber nur noch vereinzelt anzutreffen. Ihre bevorzugten Substrate sind junge bis mittelalte Stämme von Buche, Esche und Eiche in lichten Wäldern, besonders in luftfeuchten Lagen (z.B. entlang von Bächen). Ausgewählter Beleg: Jerrishoer Gehölgz, MTB 1321, an Eichen, vii.1987, Rose & Jacobsen 2701 (P.J.).



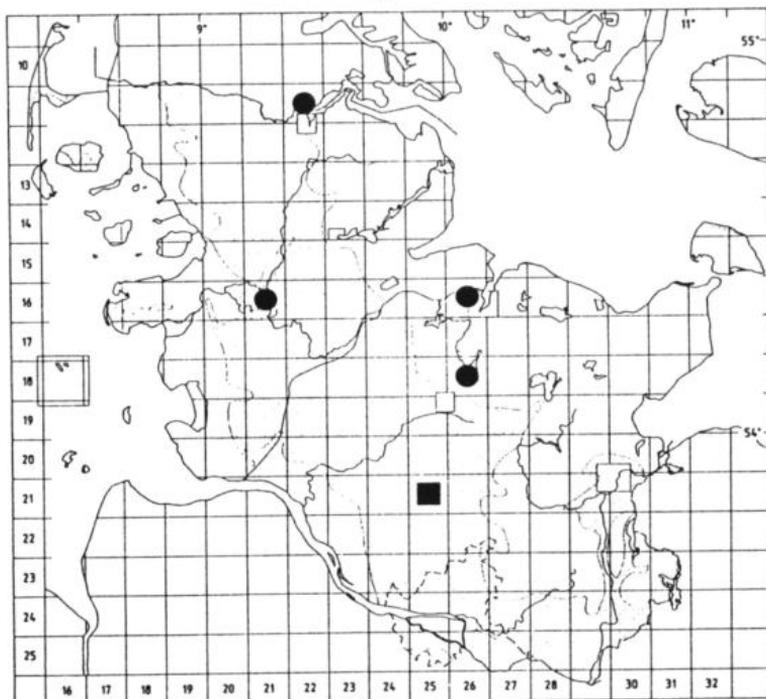
Karte 4: Aktuelle Funde von *Arthothelium ruanum* (■) und *Bacidia rubella* (●) in Schleswig-Holstein.

■ ARTHOTHELIUM RUANUM (Massal.) Zw.

*Arthothelium ruanum* ist ein charakteristischer Bewohner luftfeuchter Waldgebiete, hier insbesondere der glatten Rinde jüngerer Buchen und Eschen. Die ursprünglich in den Buchenwäldern des Östlichen Hügellandes weit verbreitete und wohl auch häufige Art ist in ihrem Bestand drastisch zurückgegangen. Ausgewählter Beleg: Erlenbruch am Ostufer des Selenter Sees, MTB 1629, *Fraxinus*, iv.1988, Jacobsen 2862 (P.J.).

● BACIDIA RUBELLA (Hoffm.) Massal.

*B. rubella*, eine in fertilem Zustand recht auffällige Art, besiedelt die mineralreiche Borke älterer, nicht oder mäßig eutrophierter Laubbäume (gerne *Ulmus*, *Fraxinus*). Sie ähnelt in dieser Beziehung *Physconia distorta*, mit der sie häufig vergesellschaftet ist. Ebenso wie diese ist sie in den letzten Jahrzehnten wesentlich seltener geworden und ist heute nur noch lokal in Teilen Ostholsteins sowie zerstreut im Landesteil Schleswig anzutreffen. Ausgewählter Beleg: Augustenhof, MTB 1732, *Ulmus*, iv.1989, Jacobsen 6407 (P.J.). Selten steril, z.B. Flensburg, MTB 1222, Schleswiger Straße, *Ulmus*, v.1989, Jacobsen 6626 (P.J.), 6627 (E, confirm. Coppins).



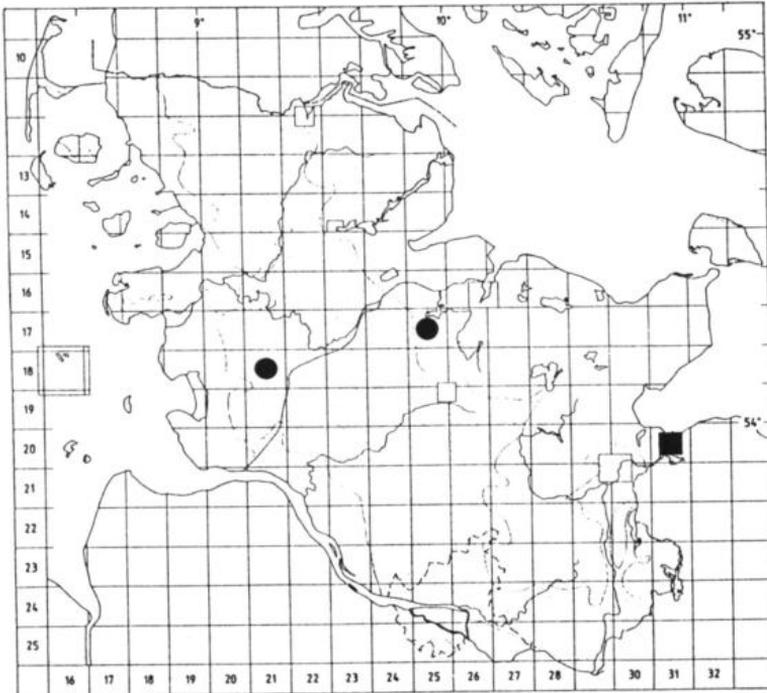
Karte 5: Aktuelle Funde von *Bacidia chloroticula* (■) und *Bacidia subfuscula* (●) in Schleswig-Holstein.

■ BACIDIA CHLOROTICULA (Nyl.) A.L.Sm.

Die Verbreitung dieser möglicherweise übersehenen Sippe in Mitteleuropa ist unzureichend bekannt; sie scheint feuchtigkeitsspeichernde Substrate wie morsches Holz oder beschattetes, poröses Gestein zu bevorzugen. *B. chloroticula* ist aus Schleswig-Holstein nur von einem aktuellen Fundort bekannt: Kaltenkirchen, Nähe Ortsausgang Richtung Schmalfeld, MTB 2125, metallhaltiges Konglomerat auf der Oberfläche einer alten Betonmauer, iii.1989, Jacobsen 5878 (P.J., det. Coppins).

● BACIDIA SUBFUSCULA (Nyl.) Th.Fr.

*Bacidia subfuscula* ist meistens als Pionier auf silikathaltigem Gestein anzutreffen (ähnlich *Trapelia coarctata*). Die Bindung an schattige Standorte, z.B. feucht liegendes Geröll, oder an Substrate mit hoher Wasserkapazität (poröse Ziegel, Hirnschnitte von Holzpfählen) ist auffallend und stimmt mit Beobachtungen auf den Britischen Inseln überein (COPPINS, persönl. Mitteilung). Aktuelle Nachweise: Flensburg, an Holzpfählen der Strandabgrenzung bei Wassersleben, MTB 1122, i.1989, Jacobsen 5638 (P.J.), 5639 (E, det. Coppins). Gleicher Fundort: in Menge an beschatteten Strandblöcken. Friedenstal, MTB 1826, Geröll nahe des Gedenkhügels, iv.1988, Jacobsen 2825 (P.J., det. Coppins). Kiel, MTB 1626, an einer Ziegelmauer im Hasseldieksdammer Weg, iv.1989, Jacobsen 5698 (P.J.), 5697 (E). Delve, MTB 1621, an Ziegelbrocken am Grunde der Kirchenmauer, v.1989, Jacobsen 6656 (P.J.).



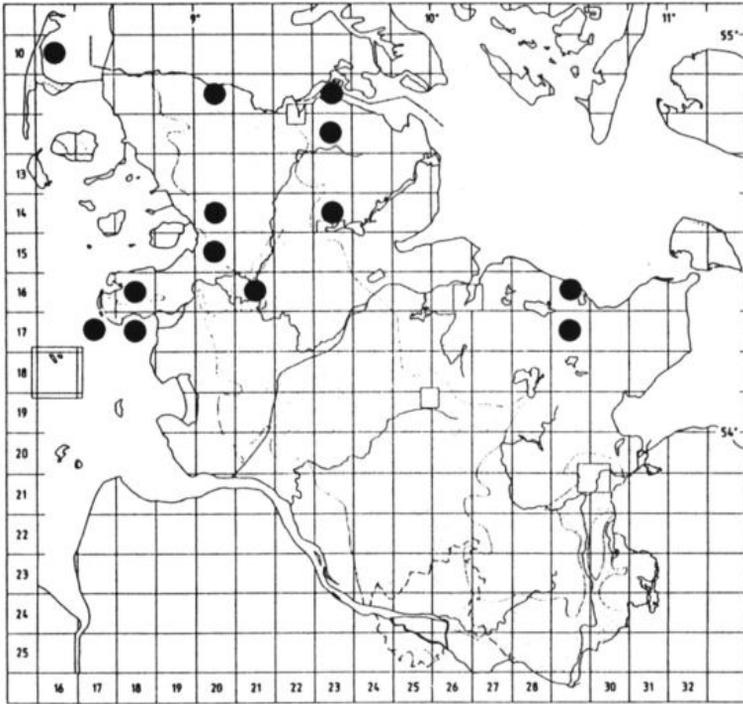
Karte 6: Aktuelle Funde von *Felhhanera myrtillicola* (●) und *Bacidia saxenii* (■) in Schleswig-Holstein.

● FELLHANERA MYRTILICOLA (Erichsen) Haf.

Bis vor wenigen Jahren war *Felhhanera myrtillicola* lediglich von der Typusaufsammlung her bekannt (Lauenburg: Sachsenwald, vgl. ERICHSEN 1939 a, COPPINS 1983). Der äußerst unscheinbare Aspekt und das verborgene Vorkommen machen es wahrscheinlich, daß die Art bisher übersehen wurde. Bei beiden aktuellen Funden besiedelte *F. myrtillicola* ausschließlich Vertiefungen und Gruben in der Oberfläche von auf dem Waldboden liegenden Flintsteinen: Waldstück südlich Albersdorf, MTB 1821, an Flintstein auf dem Waldboden, vi.1989, Jacobsen 6740 (P.J.). Feldweg zwischen Emkendorf und Brux, MTB 1725, an Steinen auf einem flachen, erdbedeckten Blockwall am Waldrand sowie an Steinen unmittelbar auf dem Waldboden, iv.1989, Jacobsen 6124 (P.J.), 6122 (E, confirm. Coppins).- Ein ähnliches Vorkommen zeigt *Micarea lithinella*.

■ BACIDIA SAXENII Erichsen

Auch *Bacidia saxenii* gehörte bis vor kurzem zu der Gruppe ungenügend bekannter, von C.F.E.ERICHSEN aus Norddeutschland beschriebener Arten. Mehrere Funde von den Britischen Inseln deuten darauf hin, daß es sich um eine substratvage Sippe ephemerer Standorte handelt (COPPINS, persönl. Mitteilung; siehe auch JACOBSEN & COPPINS 1989). Aktueller Beleg: Feldweg 500 m südwestl. Ivendorf (nordöstl. Lübeck), an kleinen Steinen und Pflanzenresten, x.1988, Jacobsen 5395 (P.J.), 5393, 5394 (E, det. Coppins), 5396 (STU).

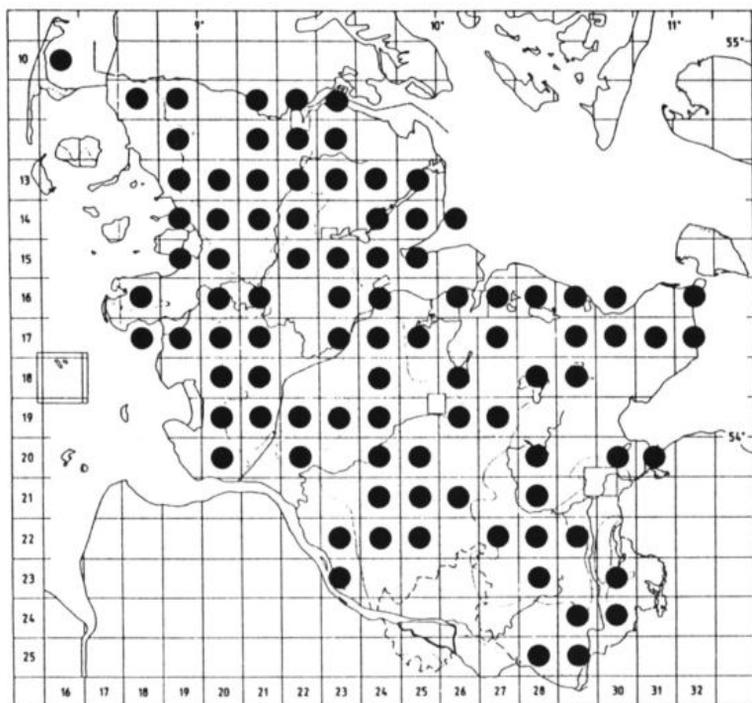


Karte 7: Aktuelle Funde von *Buellia epipolia* s.lat. in Schleswig-Holstein.

**BUELLIA EPIPOLIA (Ach.) Mong. s.lat.**

Diese variable (Sammel-)Art ist regelmäßig an Mörtel und Ziegelmauern alter Dorfkirchen im nördlichen Landesteil anzutreffen. Auf Beton, Waschbeton und ähnlichen Substraten jüngeren Ursprungs wurde sie jedoch nicht gefunden; in dieser Hinsicht gleicht *Buellia epipolia* der ähnlich verbreiteten *Caloplaca flavescens* (siehe dort).

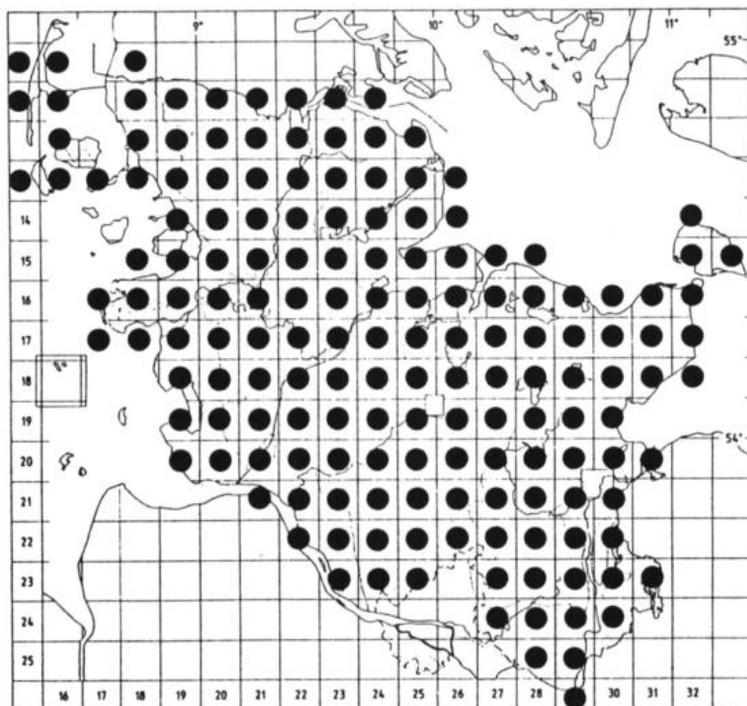
Wie bereits von ERICHSEN (1928-30) festgestellt und in jüngster Zeit von LITTERSKI (1991) intensiv untersucht, sind alte Dorfkirchen im norddeutschen Flachland für den Erhalt bestimmter Flechtengemeinschaften von größter Bedeutung.



Karte 8: Aktuelle Funde von *Buellia griseovirens* in Schleswig-Holstein.

**BUELLIA GRISEOVIRENS (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.**

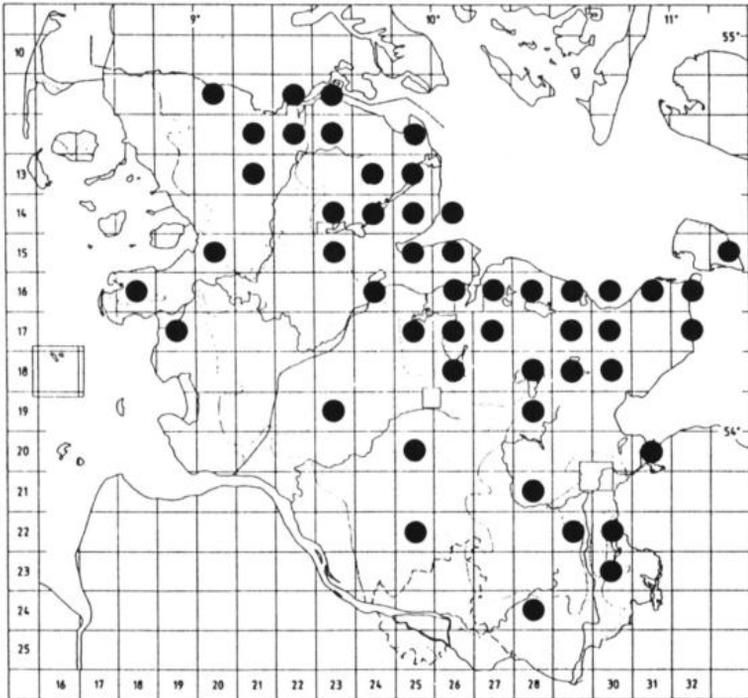
*Buellia griseovirens* ist eine formenreiche und sehr häufige Art. Ebenso wie sie JOHN (1986) für das Saarland charakterisiert, so ist sie auch im Gebiet - trotz ihrer morphologischen Variabilität - in ihrer chemischen Konstitution einheitlich und offenbar in Ausbreitung begriffen. Wurde *B. griseovirens* früher vor allem an der glatten Rinde von Laubbäumen in geschützten Lagen gefunden, so ist sie heute auch an flachrissigen, mehr oder weniger eutrophierten Borken freistehender Bäume nicht selten.



Karte 9: Aktuelle Funde von *Buellia punctata* in Schleswig-Holstein.

**BUELLIA PUNCTATA (Hoffm.) Massal.**

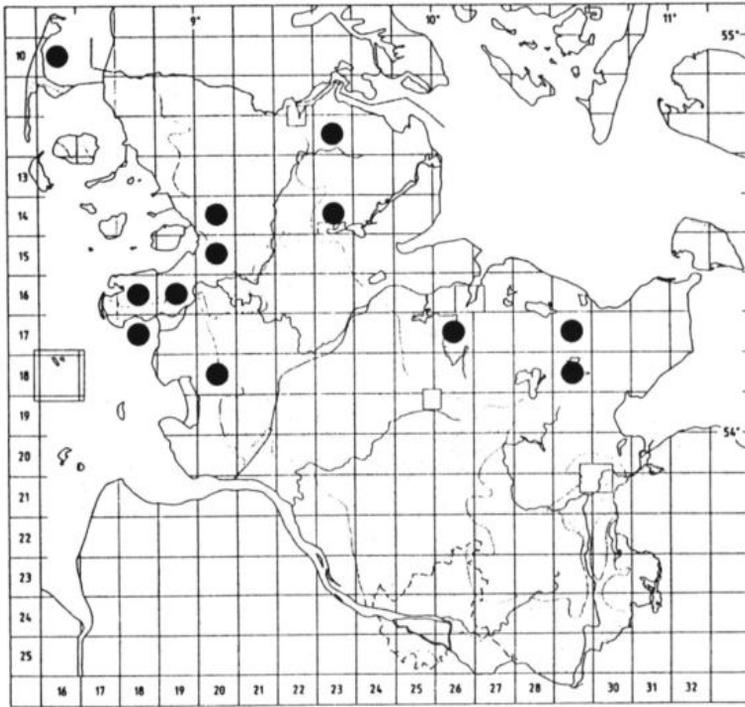
*Buellia punctata* ist eine der euryöksten Flechtenarten des Landesgebiets und insbesondere an eutrophierten oder immissionsbelasteten Standorten regelmäßig und in großer Menge zu finden. Epiphytisch kommt sie auf allen Laubbäumen vor (Massenentwicklung vor allem auf *Aesculus* und *Populus*), epilithisch z.B. auf Bahnschotter und auf gedüngtem Silikatgestein (beispielsweise an Mauern von Stallgebäuden).



Karte 10: Aktuelle Funde von *Calicium viride* in Schleswig-Holstein.

**CALICIUM VIRIDE Pers.**

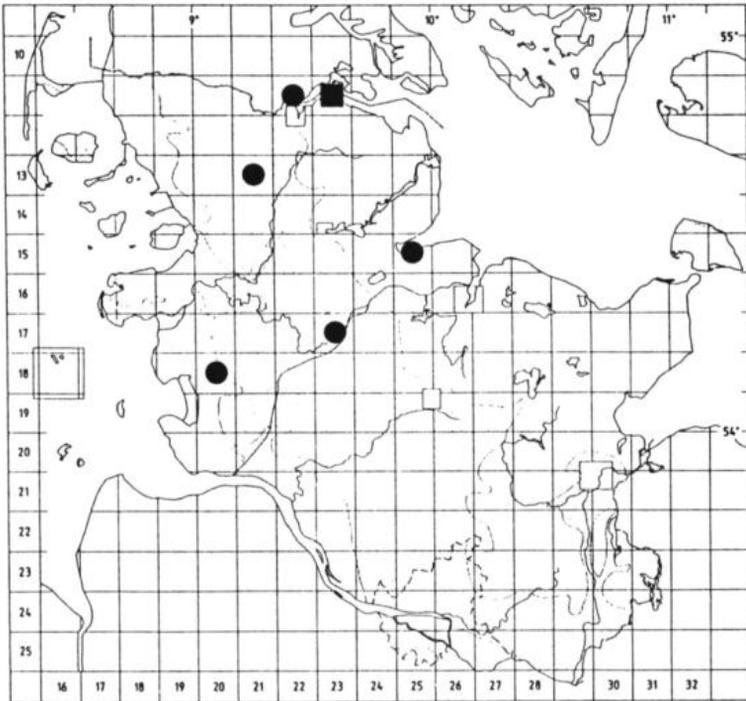
Unter den in Schleswig-Holstein vertretenen Arten der Caliciales (Kelchflechten im weiteren Sinne) ist dies, neben *Chaenotheca ferruginea*, die häufigste. *Calicium viride* ist an alten Eichen weit verbreitet und bildet - besonders in tiefen Borkenrissen - dicke, charakteristisch grünlich-gelb gefärbte, häufig sterile Lager.



Karte 11: Aktuelle Funde von *Caloplaca flavescens* in Schleswig-Holstein.

CALOPLACA FLAVESCENS (Hudson) Laundon

*C. flavescens*, eine der auffälligsten *Caloplaca*-Arten der heimischen Flora, bildet bei optimaler Entwicklung große, orange-gelbe Rosetten an Kirchenmauern, -fundamenten und ähnlichen, lange unveränderten Substraten. Jüngeres kalkhaltiges Gestein (z.B. Beton) wurde bisher als Substrat für die Art nicht festgestellt. - Ausgewählter Beleg: Wöhrden, MTB 1820, Ziegelmauer des alten Kirchhofs, vi.1988, Jacobsen 4455 (P.J.).



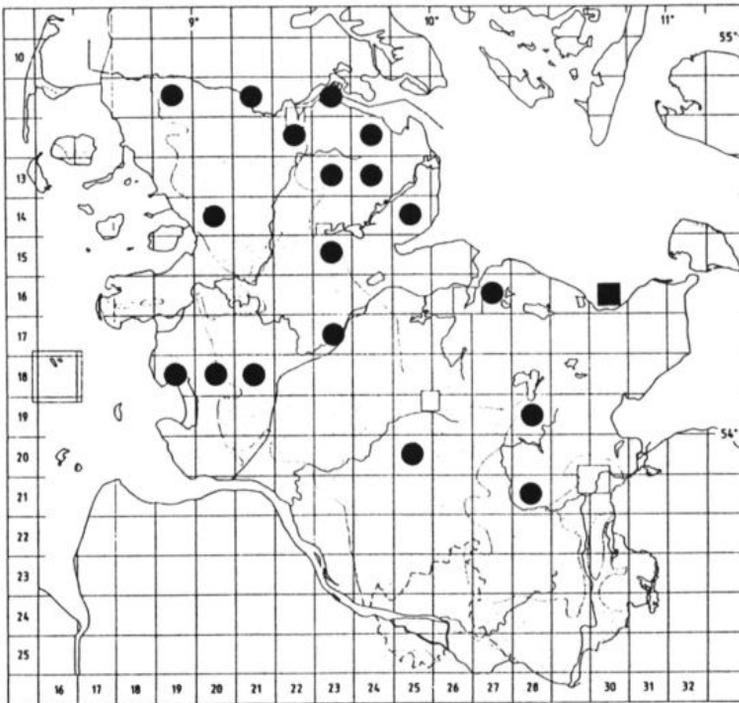
Karte 12: Aktuelle Funde von *Caloplaca herbidella* (●) und *Caloplaca luteoalba* (■) in Schleswig-Holstein.

● CALOPLACA HERBIDELLA (Hue) H.Magn.

*Caloplaca herbidella* ist eine im Gebiet stets sterile Art, die an alten Laubbäumen in lichten Wäldern oder an Waldrändern vorkommt. Sie ist nach ROSE (1976) eine kennzeichnende Art alter Wälder, ist in Schleswig-Holstein aber auch in parkähnlichen Beständen anzutreffen. - Ausgewählter Beleg: Altenhof, MTB 1524, an alten Eichen in der Nähe des Gutes, vi.1987, Jacobsen 2576 & Rose (P.J.).

■ CALOPLACA LUTEOALBA (Turner) Th.Fr.

In ihrem mitteleuropäischen Verbreitungsgebiet ist die epiphytische *Caloplaca luteoalba* fast völlig auf ein einziges Substrat, nämlich die Borke alter Ulmen, beschränkt. Infolge des Ulmensterbens ist die Art auch in Schleswig-Holstein vom Aussterben bedroht. - Einziger aktueller Fundort: Munkbrarup, MTB 1123, an Ulmen in der Ortsmitte, xii.1985, Jacobsen 1783 (P.J., det. Rose).



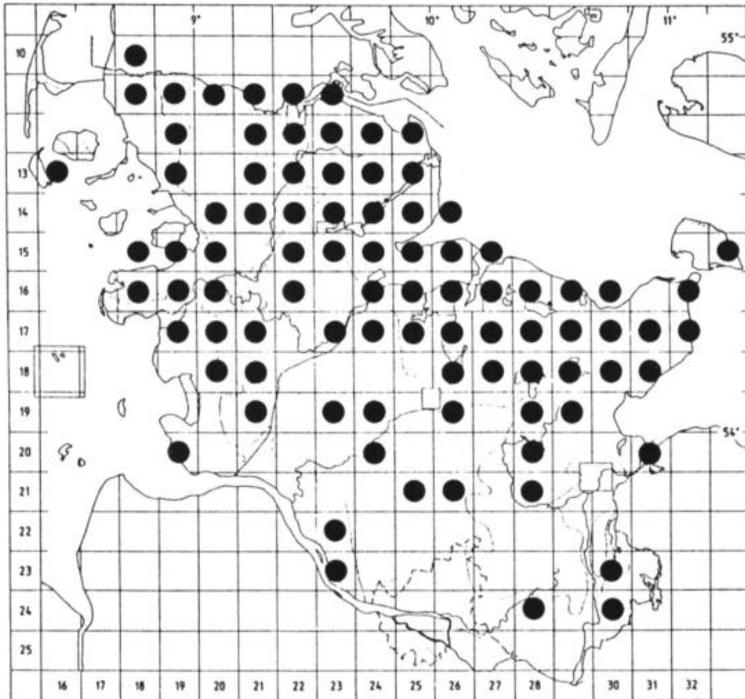
Karte 13: Aktuelle Funde von *Caloplaca ulcerosa* (■) und *Candelaria concolor* (●) in Schleswig-Holstein.

■ CALOPLACA ULCEROSA Coppins & P.James

*Caloplaca ulcerosa* ist eine häufig sterile, durch kraterförmige Sorale gekennzeichnete Bewohnerin nährstoffreicher Laubbaumborken (COPPINS & JAMES 1979). - Erstfund der Art für das Gebiet der Bundesrepublik: Strandweg westlich Weißenhäuser Strand, MTB 1630, *Populus* sp., v.1989, Jacobsen 6492 (P.J.), 6491 (E, confirm. Coppins).

● CANDELARIA CONCOLOR (Dickson) Stein

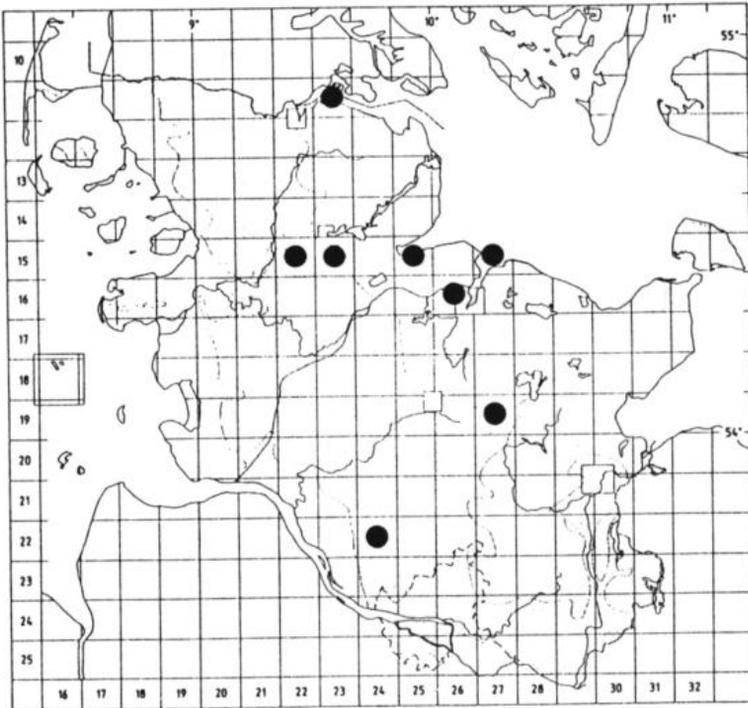
Im Gegensatz zu früheren Jahrzehnten ist *Candelaria concolor*, die gegenüber Eutrophierung wenig resistent zu sein scheint, heute in Schleswig-Holstein nicht mehr häufig. Die Art kommt bevorzugt an *Quercus* und *Fraxinus* vor, oft in einer krustenähnlichen kümmerlichen Form, die nur noch vereinzelt aufstrebende Lagerläppchen zeigt. - Ausgewählter Beleg: Oppendorf, MTB 1627, an Eichen, x.1988, Jacobsen 5309 (P.J.).



Karte 14: Aktuelle Funde von *Cliostomum griffithii* in Schleswig-Holstein.

#### CLIOSTOMUM GRIFFITHII (Sm.) Coppins

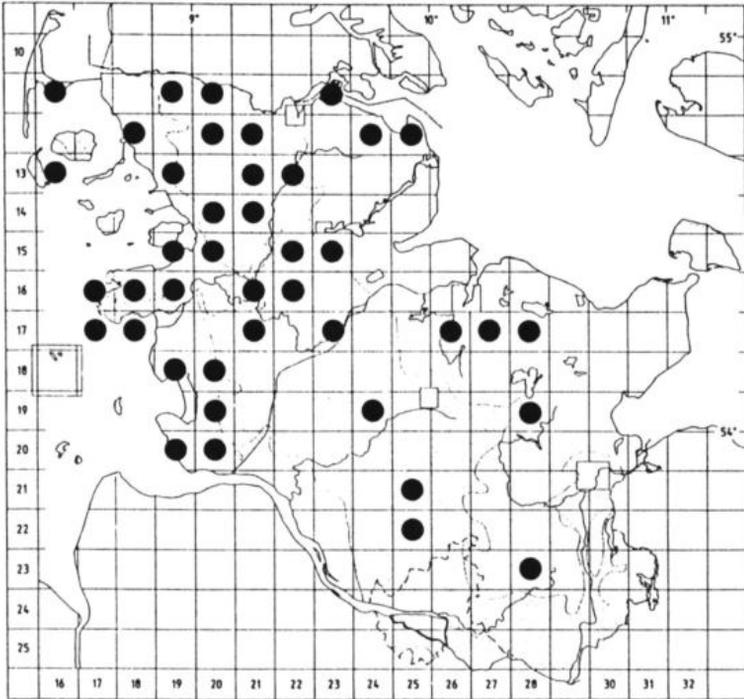
*Cliostomum griffithii* ist eine Art von subatlantischer Verbreitung. In Schleswig-Holstein kommt sie an fast allen Baumarten vor, optimal jedoch an alten, freistehenden Eichen und an beschatteten Linden (fast immer zusammen mit *Lecanora expallens*). Ausnahmsweise ist sie auch auf alten Ziegelmauern (z.B. Kirche in Osterhever, MTB 1618) sowie an bearbeitetem Holz zu beobachten. ERICHSEN (1957) bezeichnet die Art als "häufig, besonders in der Nähe der Ostsee", eine Einschätzung, die durch die aktuellen Kartierungsergebnisse bestätigt wird.



Karte 15: Aktuelle Funde von *Collema limosum* in Schleswig-Holstein.

COLLEMA LIMOSUM (Ach.) Ach.

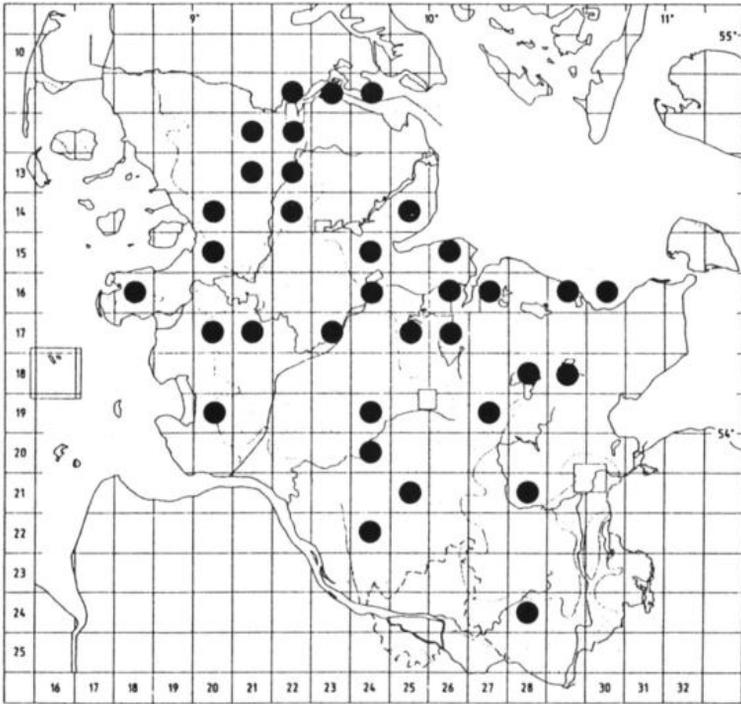
Die zu den Gallertflechten gehörende *Collema limosum* kommt zerstreut im Jungmoränengebiet Schleswig-Holsteins vor, und zwar vorzugsweise an Böschungen und Abhängen. Als unscheinbarer Pionier auf Lehm Böden siedelt sie in Vegetationslücken und ist an derartigen Standorten möglicherweise häufiger als in der Verbreitungskarte dargestellt.



Karte 16: Aktuelle Funde von *Cyphelium inquinans* in Schleswig-Holstein.

CYPHELIUM INQUINANS (Sm.) Trev.

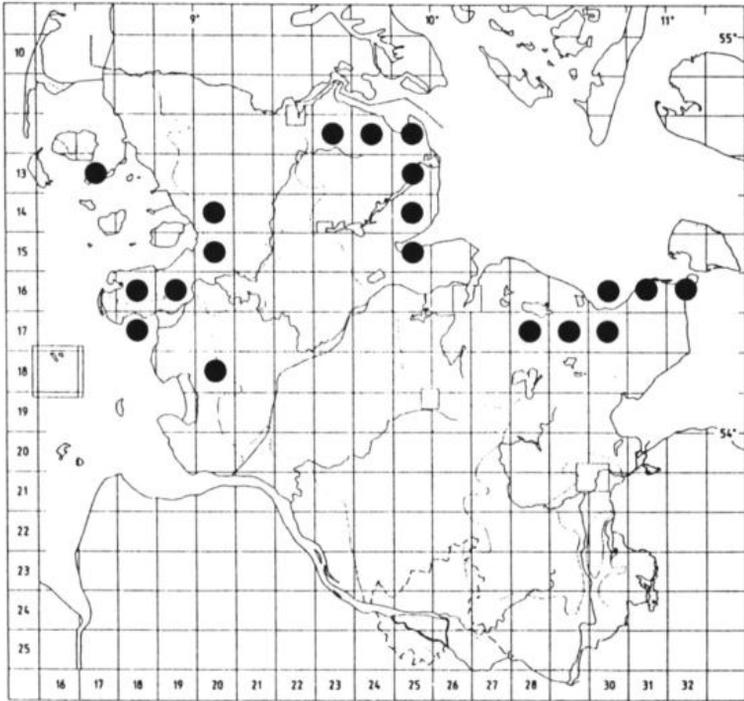
*Cyphelium inquinans* ist vor allem im nördlichen Landesteil sowie im Kreis Dithmarschen eine an hölzernen Zaunpfosten (Eichenholz) verbreitete Art; seltener kommt sie auf Eichenborke vor. Ihr Rückgang während der letzten Jahrzehnte ist vermutlich sowohl auf zunehmende Eutrophierung als auch auf Entwässerungsmaßnahmen zurückzuführen, die eine Verringerung geeigneter luftfeuchter Standorte zur Folge hatten. Eine ausführliche Schilderung von Habitaten der Art, aber auch der speziellen Gefährdungssituation gibt LINDERS (1988 a).



Karte 17: Aktuelle Funde von *Dimerella pineti* in Schleswig-Holstein.

#### DIMERELLA PINETI (Ach.) Vězda

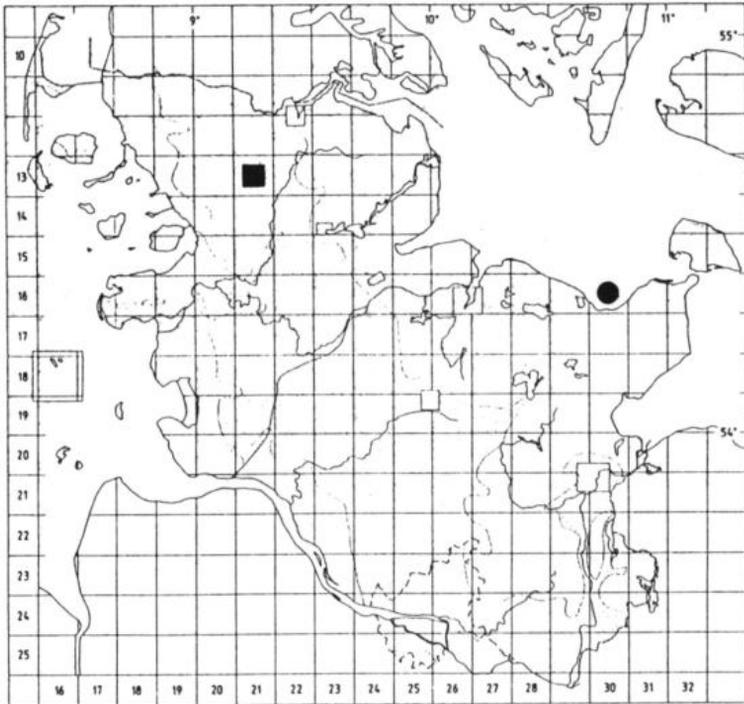
Die sehr unscheinbare und leicht zu übersehende Art siedelt häufig an flachrissiger, leicht morscher Borke von Eschen, Eichen und Buchen in Wäldern, außerdem oft an Baumstümpfen, in Borkenrissen und gerne zwischen epiphytischen Moosen. *Dimerella pineti* stellt hohe Ansprüche in bezug auf die Substratfeuchtigkeit, ist aber anscheinend nicht besonders immissionsempfindlich, wie mehrere Funde an Straßenbäumen in Flensburg und im benachbarten Sønderjylland zeigen (immer an vermorschender Borke von *Ulmus*).



Karte 18: Aktuelle Funde von *Diploicia canescens* in Schleswig-Holstein.

DIPLOICIA CANESCENS (Dickson) Massal.

Die im atlantischen Westeuropa sehr häufige *Diploicia canescens* ist in küstennahen Gebieten Schleswig-Holsteins zerstreut an alten Kirchen (Ziegelmauern) sowie an älteren Laubbäumen (*Fraxinus*, *Aesculus*, *Ulmus*) anzutreffen. In epiphytischen Flechtengemeinschaften tritt die Art immer sporadisch auf und erreicht nie die Dominanz wie z.B. in Teilen der Niederlande (vgl. BARKMAN 1958).



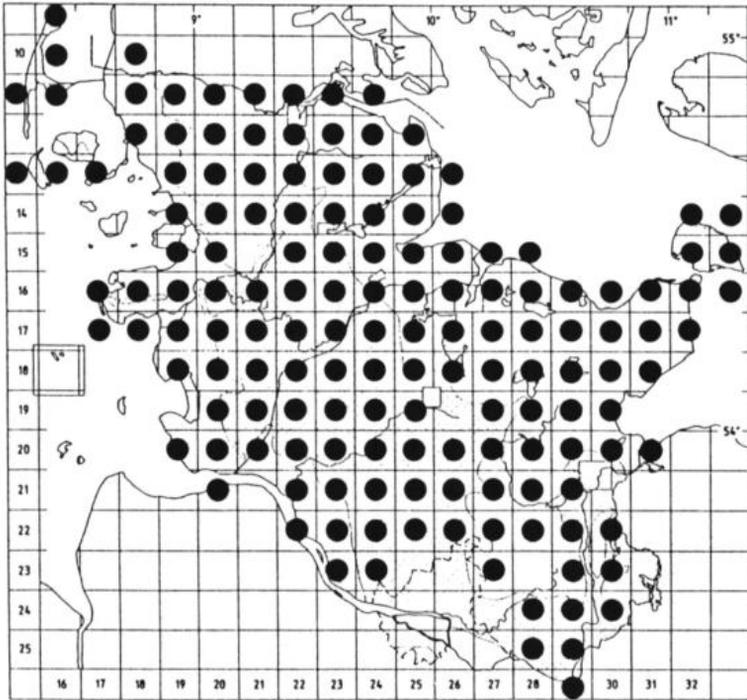
Karte 19: Aktuelle Funde von *Enterographa crassa* (●) und *Graphis elegans* (■) in Schleswig-Holstein.

● ENTEROGRAPHA CRASSA (DC.) Fée

*Enterographa crassa*, eine atlantisch verbreitete Art, war nach ERICHSEN (1957) im Östlichen Hügelland ursprünglich nicht selten, vor allem am Grunde von Waldbäumen in der Nähe von Gewässern. Demgegenüber ist nur ein einziger aktueller Fundort in Schleswig-Holstein bekannt: Gehölz Eitz, MTB 1630, *Fraxinus* unmittelbar am Klifftrand, iii.1989, Jacobsen 5950 (P.J.).

■ GRAPHIS ELEGANS (Borrer ex Sm.) Ach.

Die beiden einheimischen Arten der Gattung *Graphis* (Schriftflechten im weiteren Sinne) besiedeln glatte Rinden von Laubbäumen (v.a. Buchen, Eschen) in Wäldern. Während *G. scripta* in Schleswig-Holstein verbreitet ist, muß *G. elegans*, eine atlantisch verbreitete Sippe, als sehr selten bezeichnet werden. An einem der beiden bekannten Standorte konnte die Art in jüngster Zeit wieder aufgefunden werden: Jörlholz, MTB 1321, an *Ilex*, vii.1987, Rose & Jacobsen 2711 (P.J.).

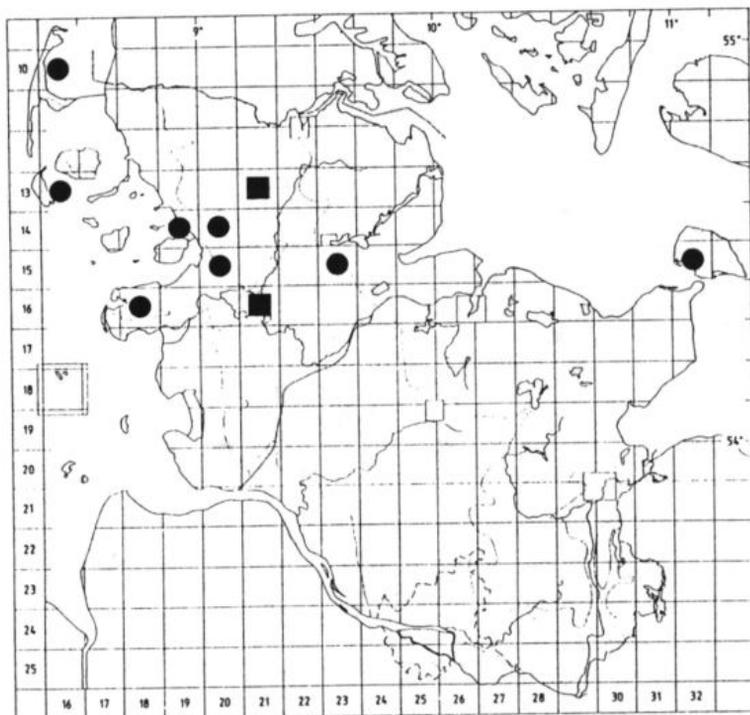


Karte 20: Aktuelle Funde von *Lecanora expallens* in Schleswig-Holstein.

LECANORA EXPALLENS Ach.

*Lecanora expallens* ist eine überaus häufige Art, die in Gebieten reicher Flechtenvegetation ebenso konstant anzutreffen ist wie in artenarmen Beständen. Ihre bevorzugten Substrate sind saure, mitunter auch eutrophierte Borken sowie bearbeitetes Holz. Sie überzieht, meist in sterilem Zustand, häufig große Flächen an geeigneten Stämmen; Fruchtkörper werden in der Regel nur an Standorten mit hoher Luftfeuchtigkeit gebildet.

*L. expallens* kann heute als eine der häufigsten Flechtenarten Nordwesteuropas angesehen werden, nicht zuletzt dank der indirekten anthropogenen Förderung (Azidifizierung von Borken).



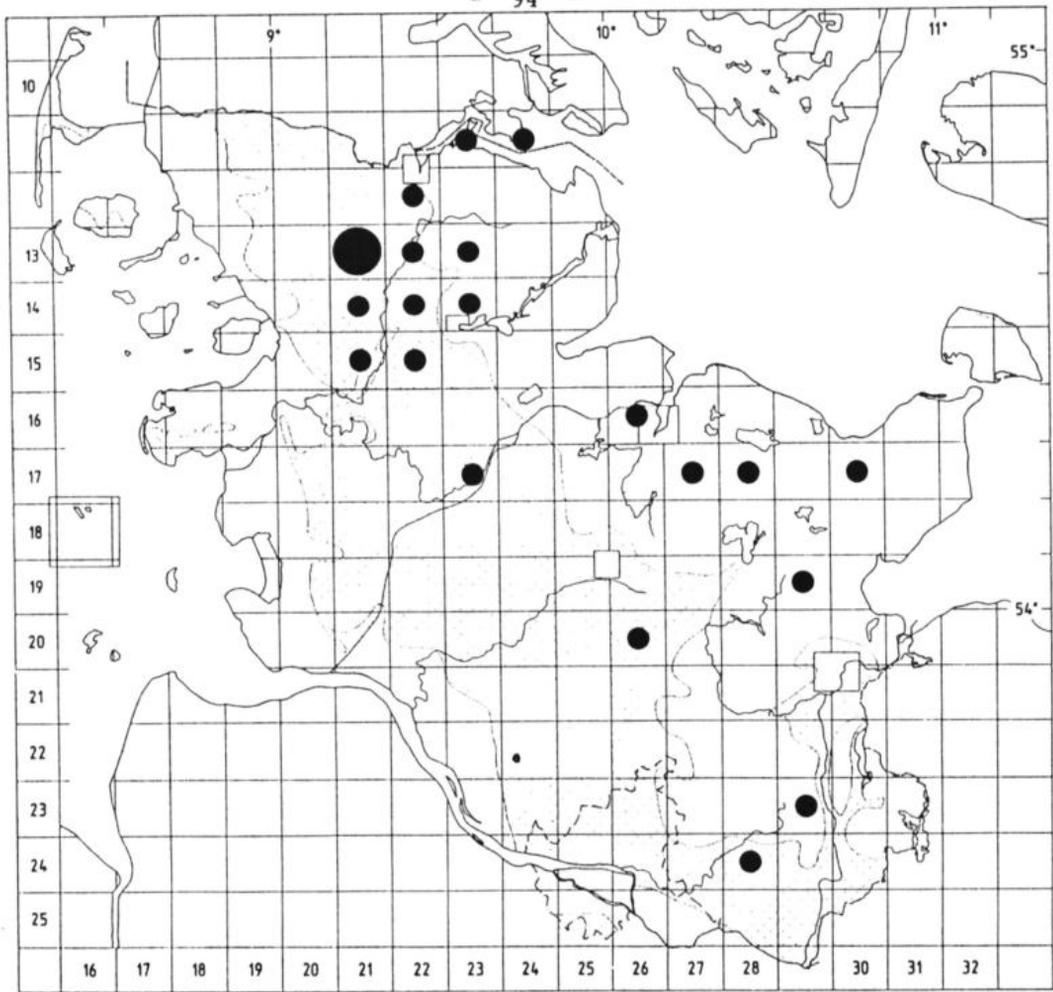
Karte 21: Aktuelle Funde von *Lecanora piniperda* (■) und *Lecanora sulphurea* (●) in Schleswig-Holstein.

■ LECANORA PINIPERDA Körber

*Lecanora piniperda*, eine Bewohnerin von Baumstümpfen, tiefrissigen Stammbasen und bearbeitetem Holz, war nach Angaben von ERICHSEN (1957) im Gebiet früher häufig, ist aber heute wohl in weiten Teilen der Bundesrepublik eine seltene oder sehr seltene Art. In Schleswig-Holstein wurden in den letzten Jahren nur zwei aktuelle Fundorte bekannt: Binnendünen bei Norderstapel, MTB 1621, an dürren Zweigen von *Sarothamnus*, v.1988, Jacobsen 4365 (P.J.), 4364 (H., det. Vänskä). Jerrishoer Gehölz, MTB 1321, entrindeter Baumstumpf, vii.1987, Rose & Jacobsen 2663 (P.J.), 2664 (H., det. Vänskä).

● LECANORA SULPHUREA (Hoffm.) Ach.

Die nach ERICHSEN (1957) noch "ziemlich häufige" Art war in Schleswig-Holstein an Silikatblöcken in Natursteinmauern, aber auch an Ziegelmauern alter Kirchen anzutreffen. Heute ist *L. sulphurea* allerdings kaum noch an Blockwällen zu finden, so daß Kirchenmauern das wichtigste verbliebene Habitat darstellen. - Ausgewählter Beleg: Westerhever, MTB 1618, an Backsteinen der Kirche, iii.1989, Jacobsen 5856 (P.J.).



Karte 22: Verbreitung von *Lobaria pulmonaria* in Schleswig-Holstein.

- = letzter Nachweis vor 1975
- = aktueller Nachweis seit 1975

**LOBARIA PULMONARIA (L.) Hoffm.**

*Lobaria pulmonaria*, die Lungenflechte, war in den größeren Wäldern Schleswig-Holsteins ursprünglich eine verbreitete Art. Wegen ihres auffälligen Erscheinungsbildes und ihrer Verwendung als Heilmittel gehörte die großlappige Laubflechte zu den wenigen Arten, die unter einem deutschen Namen in der Bevölkerung bekannt waren.

In den Herbarien in Kiel und Hamburg liegen nur relativ wenige Belege aus dem 19. Jahrhundert, darunter allerdings mehrere aus der unmittelbaren Umgebung dieser beiden Städte, was auf eine ehemals weite Verbreitung der Art im Landesgebiet schließen läßt. Bereits ERICHSEN stellte in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts einen starken Rückgang von *L. pulmonaria* fest und charakterisierte zu

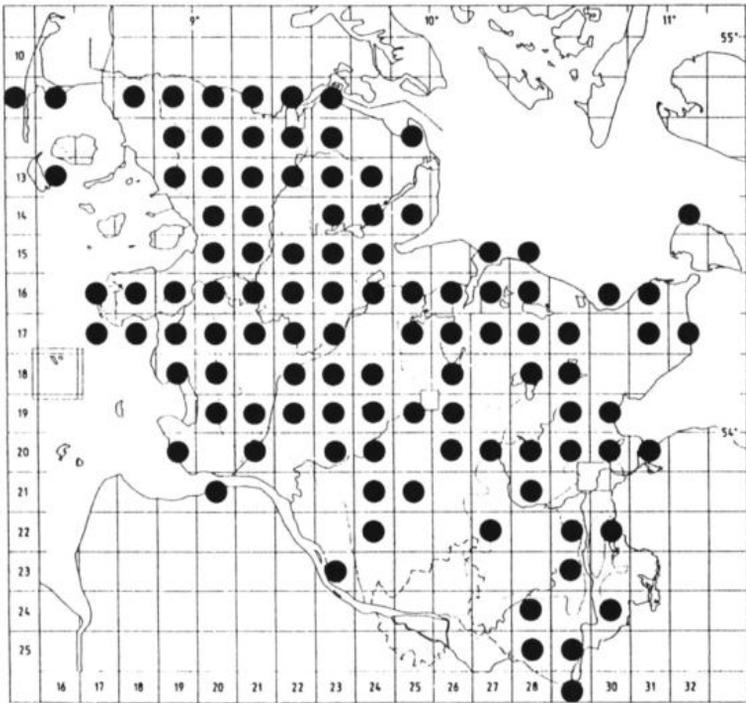
Beginn der 40er Jahre ihr Vorkommen wie folgt (aus ERICHSEN 1957):  
"An Laubbäumen, besonders Buchen und Eichen, in größeren Waldungen, früher häufig, jetzt zerstreut und in der Regel in sterilen Kümmerformen. In Mischwaldungen mit natürlicher Verjüngung und in den krattartigen Waldungen des Sandergebietes und der Endmoränenzone von Schleswig-Holstein stellenweise noch in großen Lagern und dann gewöhnlich mit Apothezien."

SAXEN (1963 a), der die Verbreitung von *L. pulmonaria* im Landesteil Schleswig intensiv untersuchte, mußte einen weiteren Rückgang dokumentieren. Nach seinen Angaben stellen die Kratts und "naturnahen" Eichen-Buchen-Wälder der Schleswiger Geest die letzten Gebiete dar, in denen die hygrysch anspruchsvolle Lungenflechte geeignete (Über-)Lebensbedingungen findet. SAXEN nennt die noch verbliebenen Standorte, erwähnt aber auch die oft reduzierte Vitalität der Art.

In den folgenden Jahrzehnten stellte sich heraus, daß *Lobaria pulmonaria*, bedingt durch Luftverunreinigungen und intensive forstliche Nutzung, in Mitteleuropa einem extremen Rückgang unterliegt und in weiten Bereichen bereits ausgestorben ist. Die Art gilt heute als Charakterflechte luftfeuchter Naturwälder, die von Kultivierungsmaßnahmen weitgehend verschont geblieben sind (vgl. z.B. WIRTH 1968, HALLINGBÄCK 1986, ANDERSSON & APPELQVIST 1987, ROSE 1988; siehe auch die Anmerkungen zum NSG "Pobüller Bauernholz", Abschnitt 5.5.3).

Im Sommer des Jahres 1987 wurden in Begleitung des britischen Spezialisten Dr. F. ROSE die meisten der von SAXEN genannten Lokalitäten begangen und abgesucht. Dabei konnten lediglich im Pobüller Bauernholz, das in Abschnitt 5.5.3 eingehender behandelt wird, kleinere Vorkommen von *Lobaria pulmonaria* festgestellt werden; die meisten anderen Waldgebiete wiesen eine stark verarmte Flechtenflora auf. Noch im Jahre 1977 hatte ROSE die Lungenflechte außerdem im Jerrishoer Holz (ebenfalls MTB 1321) auffinden können (ROSE 1978).

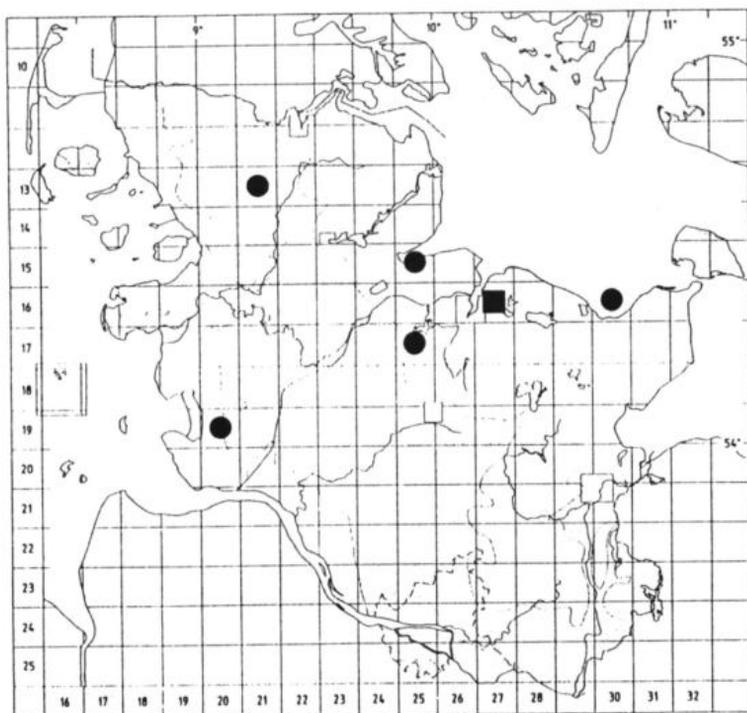
Seit 1987 wurden die beiden Fundstellen im Pobüller Bauernwald mehrfach aufgesucht. SØCHTING & CHRISTENSEN (1989) schließen diese letzte verbliebene schleswig-holsteinische Lokalität in ihre Untersuchungen der Flechtenvegetation dänischer Naturwälder ein und geben eine Lageskizze. - Das Vorkommen von *Lobaria pulmonaria* in der Schleswiger Geest ist mit Sicherheit eines der letzten im nördlichen Mitteleuropa.



Karte 23: Aktuelle Funde von *Micarea denigrata* in Schleswig-Holstein.

MICAREA DENIGRATA (Fr.) Hedl.

Die bereits von ERICHSEN (1957) als "sehr häufig" eingestufte Art ist nach wie vor im gesamten Landesgebiet weit verbreitet und kommt gebietsweise massenhaft vor. Ihr optimales Substrat sind Hirnschnitte von Holzpfählen, aber auch andere Oberflächen von bearbeitetem (Weich-)Holz, z.B. Zaunlatten, werden besiedelt. Vereinzelt wurde *M. denigrata* außerdem an abgestorbener *Calluna* gefunden, fast immer in Begleitung der für dieses Habitat typischen *Micarea nitschkeana*.



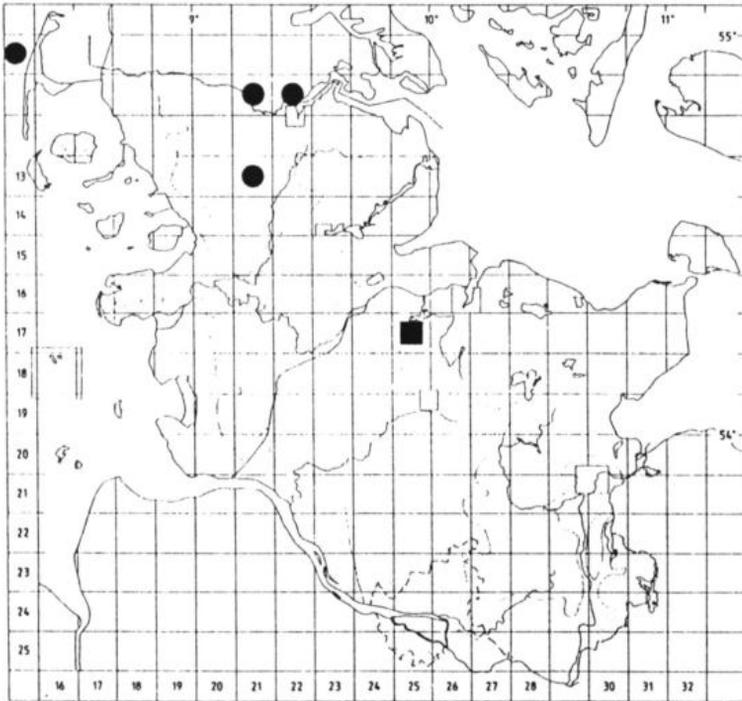
Karte 24: Aktuelle Funde von *Micarea lithinella* (●) und *Micarea misella* (■) in Schleswig-Holstein.

● MICAREA LITHINELLA (Nyl.) Hedl.

*Micarea lithinella* gehört zu den unscheinbarsten heimischen Krustenflechten. Sie ist in ökologischer Hinsicht durch ihr typisches Vorkommen an kleinen, auf dem Waldboden liegenden (bzw. in ihn eingesenkten) Steinen gekennzeichnet. Die Art kommt zerstreut in lichten Laubwäldern vor und muß in der Bundesrepublik als selten angesehen werden, wurde aber vermutlich auch häufig übersehen.

■ MICAREA MISELLA (Nyl.) Hedl.

Die Art kommt in Mitteleuropa sehr zerstreut an vermorschenden Baumstümpfen und an Holz vor. Der bislang einzige aktuelle Fund in Schleswig-Holstein stammt von einem typischen Substrat: Oppendorf, MTB 1627, an einem morschen *Fagus*-Stumpf am Schwentine-Ufer, x.1988, Jacobsen 5310 (P.J.). - Der von WOELM (1988) gemeldete Fund von bearbeitetem Holz in der Nähe von St. Peter dürfte sich auf die in der Region sehr häufige, von WOELM nicht erwähnte *M. denigrata* beziehen.



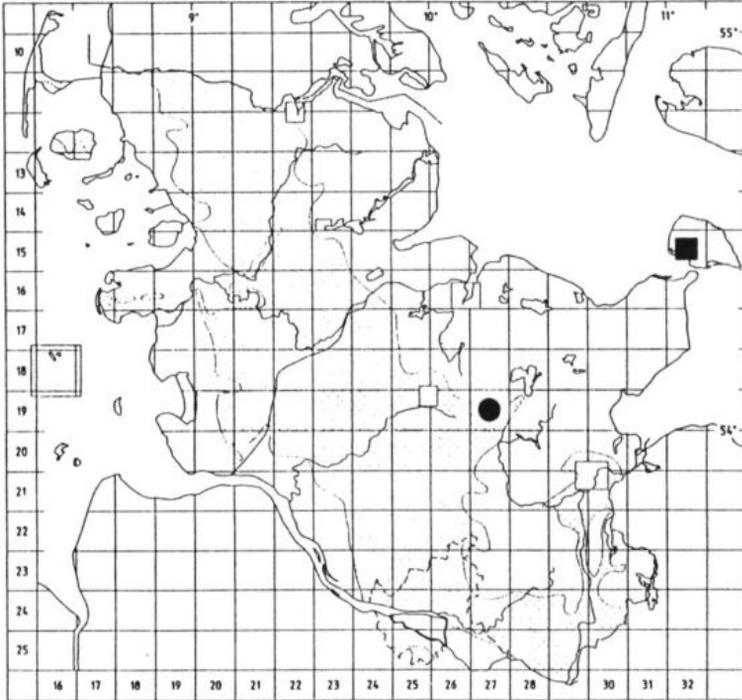
Karte 25: Aktuelle Funde von *Micarea sylvicola* (■) und *Mycoblastus sterilis* (●) in Schleswig-Holstein.

■ MICAREA SYLVICOLA (Flotow) Vězda & V.Wirth

*Micarea sylvicola* besiedelt beschattetes Silikatgestein, gerne größere Blöcke in Wäldern oder in ähnlich geschützter Lage. ERICHSEN (1957) gibt für die Art nur einen Fundort an (Lauenburg: Sachsenwald). Eine weitere Lokalität konnte in jüngster Zeit aufgefunden werden. Beleg: Beschatteter Blockwall zwischen Brux und Emkendorf, MTB 1725, iv.1989, Jacobsen 6214 (P.J.), 6119, 6130 (E, confirm. Coppins), 6215 (STU).

● MYCOBLASTUS STERILIS Coppins & P.James

*Mycoblastus sterilis* ist eine erst kürzlich beschriebene Art, die saure Borken (gerne auch Äste) besiedelt und eine bemerkenswerte Toleranz gegenüber Luftverschmutzung aufweist. Wie in einer Reihe ähnlicher Fälle (z.B. *Fuscidea viridis*) ist es schwer zu beurteilen, ob eine rezente Einwanderung (Arealerweiterung), eine erhöhte Häufigkeit (infolge anthropogener Förderung) oder lediglich eine erhöhte Aufmerksamkeit gegenüber einem neubeschriebenen Taxon die Ursache für die hohe Zahl aktueller Fundmeldungen ist. Die Lage der bisher aus Schleswig-Holstein bekannten Fundpunkte läßt eine Einwanderung aus Skandinavien, d.h. aus dem borealen Florengebiet, nicht ausgeschlossen erscheinen. - Ausgewählter Beleg: Wassersleben, MTB 1122, Strandblick, an jüngeren Buchen, ii.1989, Jacobsen 5674 (P.J.).



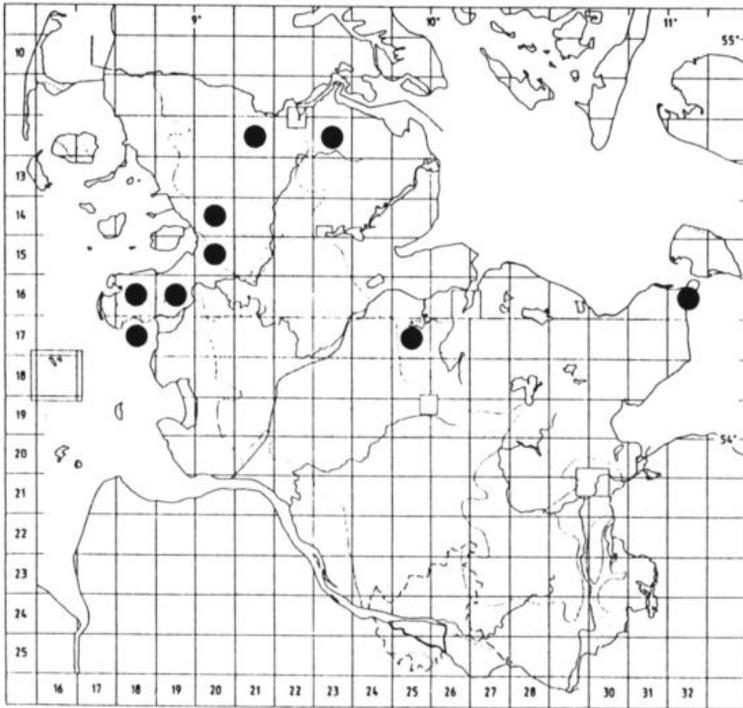
Karte 26: Aktuelle Funde von *Moelleropsis humida* (●) und *Normandina pulchella* (■) in Schleswig-Holstein.

● MOELLEROPSIS HUMIDA (Kullh.) Henssen & P.M.Jørg.

Der hier aufgeführte Fund stellt den ersten Nachweis der Art für das Gebiet der Bundesrepublik dar: Aufgelassene Kiesgrube östl. Damsdorf, MTB 1927, an einem sandigen Abhang, x.1989, Jacobsen 6807 (P.J.). Das Material ist steril, entspricht aber morphologisch völlig dem Typus (HBG) der von ERICHSEN im südlichen Dänemark gefundenen und von MAGNUSSEN (1938) beschriebenen *Leprocollema europaeum*. Am Standort bildete *M. humida* einen sehr dünnen, bläulich-grauen Überzug auf verfestigtem Sand. Das sterile Lager ähnelt dem der weitverbreiteten *Moelleropsis nebulosa*, ist allerdings nicht zusammenhängend bis körnig, sondern wesentlich zarter, fast staubig (siehe auch Beschreibung bei JØRGENSEN 1978).

■ NORMANDINA PULCHELLA (Borrer) Nyl.

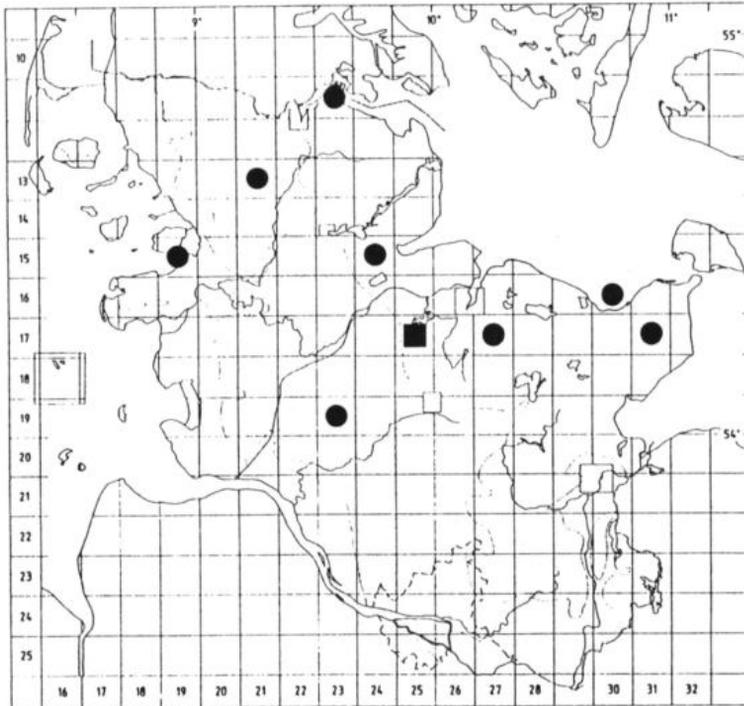
*Normandina pulchella* besiedelt mit Vorliebe rindenbewohnende Lebermoose (z.B. *Frullania*) oder bemooste Laubbaumborken in lichten Wäldern, seltener Borke von Einzelbäumen; die Art wurde nach ERICHSEN (1957) wiederholt im nördlichen Landesteil, vor allem in niederschlagsreichen Gebieten, gefunden. Der letzte bekannte Nachweis stammt aus dem Jahre 1979: Insel Fehmarn, Nähe Lemkenhafen, MTB 1532, an *Ulmus*, (SØCHTING, persönl. Mitteilung).



Karte 27: Aktuelle Funde von *Opegrapha chevallieri* in Schleswig-Holstein.

OPEGRAPHA CHEVALLIERI Leighton

Die Art ist in Schleswig-Holstein beschränkt auf Mörtel, Ziegelsteine und Silikatblöcke alter Kirchen- und Friedhofsmauern, insbesondere in Küstennähe. Weitere aktuelle Fundpunkte scheinen für die meisten Gebiete der Bundesrepublik nicht bekannt zu sein.



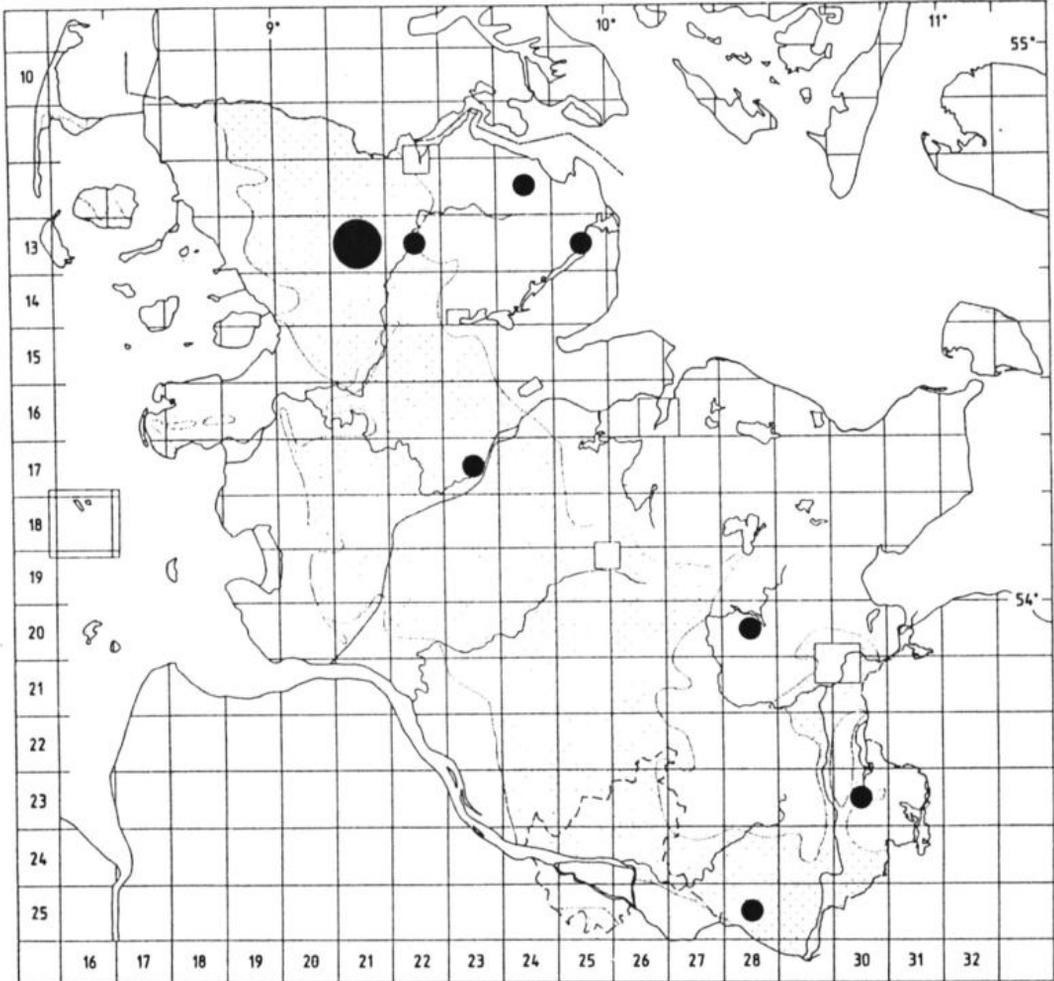
Karte 28: Aktuelle Funde von *Opegrapha vermicellifera* (●) und *Opegrapha zonata* (■) in Schleswig-Holstein.

● OPEGRAPHA VERMICELLIFERA (Kunze) Laundon

*Opegrapha vermicellifera* kommt zerstreut an älteren, freistehenden Laubbäumen und im Innern lichter Wälder vor. Die auffällige Art ist bei weitem nicht mehr so häufig wie von ERICHSEN (1957) dargestellt; nur in luftfeuchten Lagen können noch ausgedehnte, ganze Stammhälften bedeckende Lager angetroffen werden. - Ausgewählter Beleg: Redder nördlich des Postsees, MTB 1727, am Stumpf von *Corylus*, v.1985, Jacobsen 594 (P.J.).

■ OPEGRAPHA ZONATA Körber

Die im nördlichen Mitteleuropa seltene *Opegrapha zonata* besiedelt beschattetes Silikatgestein. Von einem derartigen Standort stammt der einzige aktuelle Fund in Schleswig-Holstein: Blockwall zwischen Brux und Emkendorf, MTB 1725, an einem überhängenden Silikatblock, iv.1989, Jacobsen 6206 (P.J.).

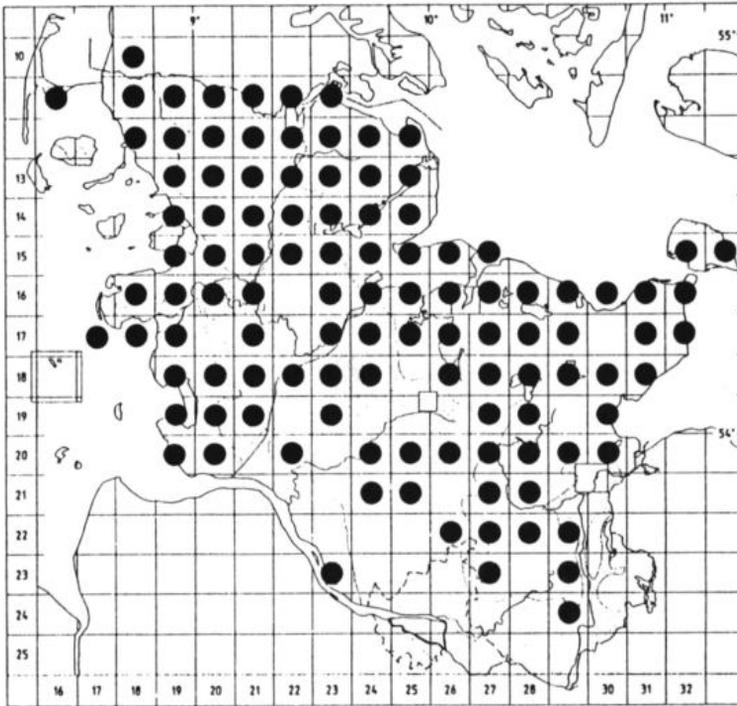


Karte 29: Verbreitung von *Pachyphiale cornea* in Schleswig-Holstein.

- = letzter Nachweis vor 1975
- = aktueller Nachweis seit 1975

PACHYPHIALE CORNEA (With.) Poetsch

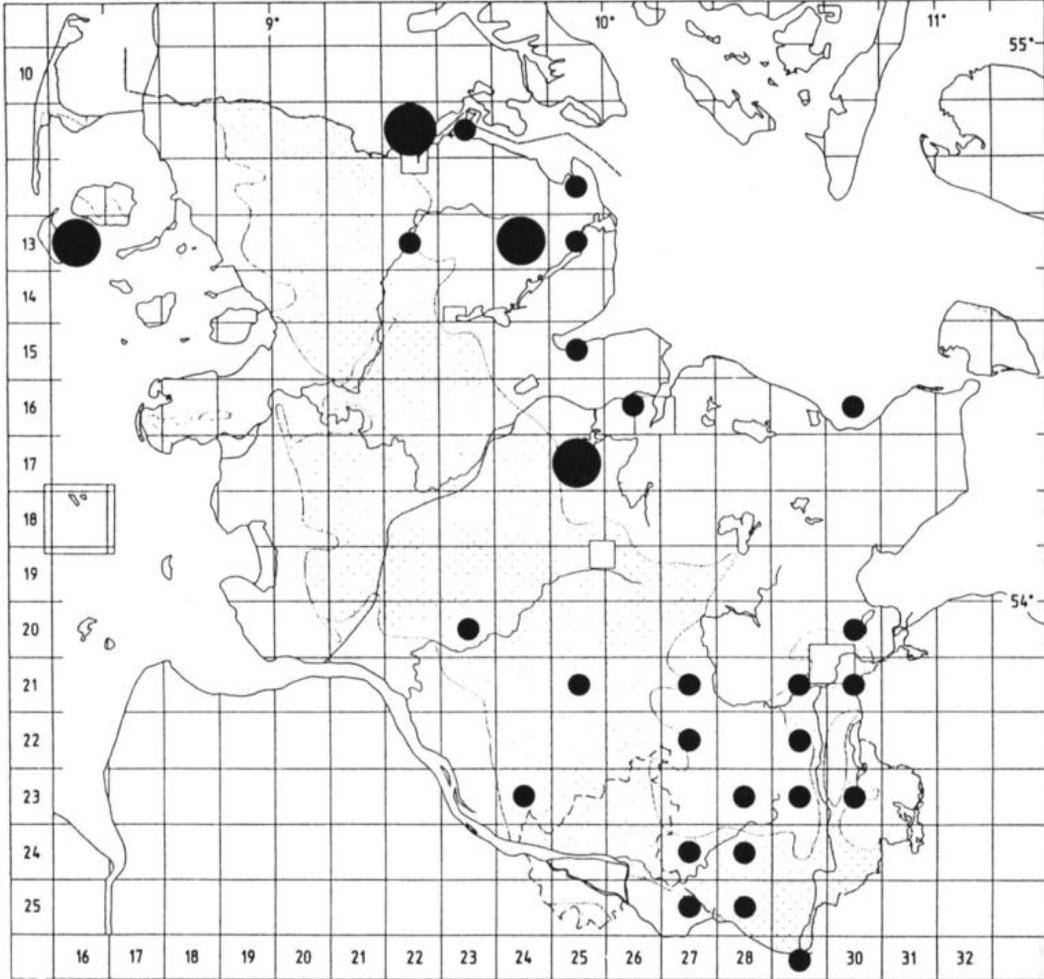
*Pachyphiale cornea* ist eine Krustenflechte, die in Schleswig-Holstein zerstreut an Eichen und Buchen in relativ naturnahen Wäldern gefunden wurde (ERICHSEN 1957). Die meisten der ehemals bekannten Vorkommen müssen inzwischen als erloschen gelten. Wie für *Lobaria pulmonaria*, so ist auch für *Pachyphiale cornea* das Pobüller Bauernholz der einzige aktuelle Fundort (vgl. Abschnitt 5.4.1). Beleg: Pobüller Bauernholz, MTB 1321, an *Fagus*, ix.1988, Jacobsen 4593 (P.J.).



Karte 30: Aktuelle Funde von *Parmelia acetabulum* in Schleswig-Holstein.

**PARMELIA ACETABULUM (Necker) Duby**

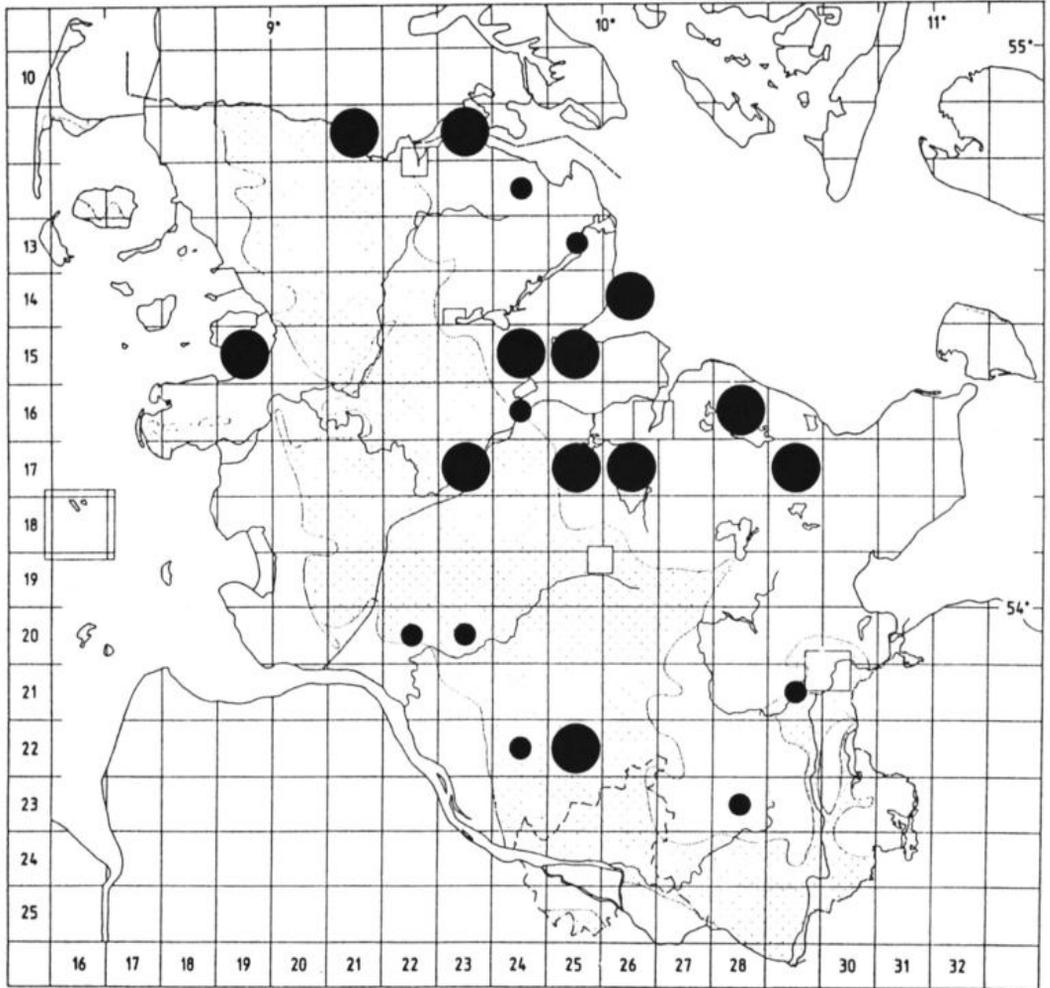
*Parmelia acetabulum* gehört mit ihren großen, dunkel- bis olivgrünen Rosetten zu den auffälligsten Blatflechten freistehender, nicht oder schwach eutrophierter Straßenbäume. Bei guter Entwicklung bedecken die Thalli nicht selten die gesamte Westhälfte des oberen Mittelstammes geeigneter Laubbäume, z.B. *Ulmus*, *Tilia*. Im nördlichen Landes- teil ist *P. acetabulum* verbreitet und häufig, insbesondere an wind- reichen Standorten; im südlichen Holstein, vor allem in der Umgebung Hamburgs, tritt die Art wesentlich spärlicher auf.



Karte 31: Verbreitung von *Parmelia caperata* in Schleswig-Holstein.  
● = letzter Nachweis vor 1975      ● = aktueller Nachweis seit 1975

PARMELIA CAPERATA (L.) Ach.

Als sehr immissionsempfindliche Art hat *Parmelia caperata*, die sowohl an freistehenden Bäumen als auch in lichten Wäldern vorkommen kann, in den letzten Jahrzehnten einen drastischen Rückgang in ihrer mitteleuropäischen Verbreitung hinnehmen müssen. ERICHSEN (1957) bezeichnet *P. caperata* als "verbreitet, aber meist in geringer Menge" vorkommend. Die aus Literatur- und Herbaraten zu rekonstruierende frühere Verbreitung hat ihren Schwerpunkt im Süden des Landes; alle vier aktuellen Funde liegen hingegen im nördlichen Landesteil. Es ist bezeichnend für die Sensibilität und die Gefährdungssituation der Art, daß von diesen vier rezenten Vorkommen zwei (Insel Amrum, Nebel, MTB 1316; Dollrottholz, MTB 1324) inzwischen erloschen sind. Aktueller Beleg: Felde, MTB 1725, an *Tilia*, iv.1989, Jacobsen 6112 (P.J.; Fragment, gesammelt zwecks chemischer Überprüfung).



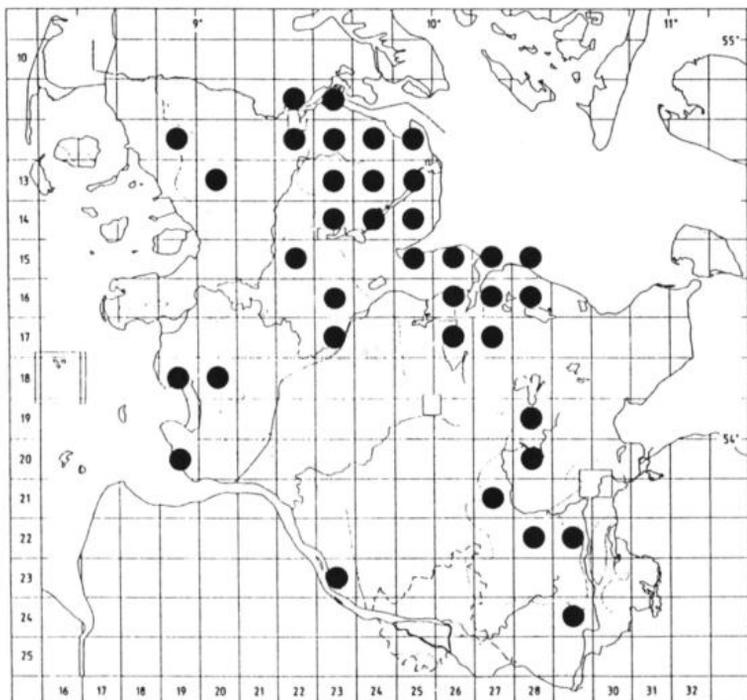
Karte 32: Verbreitung von *Parmelia subrudecta* in Schleswig-Holstein.

● = letzter Nachweis  
vor 1975

● = aktueller Nachweis  
seit 1975

*PARMELIA SUBRUDECTA* Nyl.

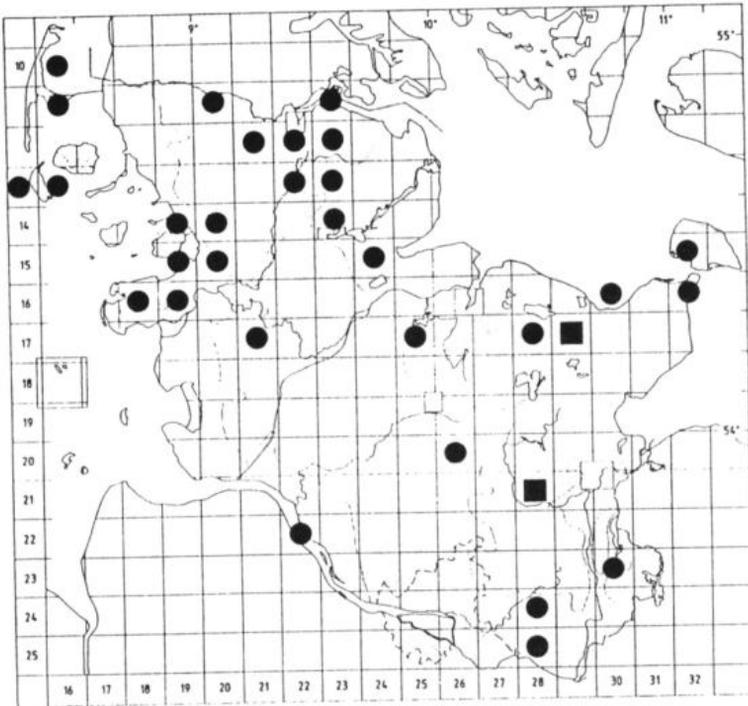
Ähnlich wie *Parmelia caperata* besiedelt *P. subrudecta* gleichermaßen freistehende Bäume wie Bäume in lichten Wäldern. ERICHSEN (1957) beschrieb die Flechte als "ungleich verbreitet...; in Schleswig-Holstein fast nur im östlichen Jungmoränengebiet", wo sie auch heute noch ihren Verbreitungsschwerpunkt hat. Die aktuellen Funde im nördlichen Landesteil sind insofern bedeutsam, als *Parmelia subrudecta* im angrenzenden Dänemark seit geraumer Zeit verschollen ist. Angesichts der hier festgestellten Verbreitung scheinen weder klimatische noch immissionsabhängige Gegebenheiten als begrenzende Faktoren in Frage zu kommen.



Karte 33: Aktuelle Funde von *Parmelia tiliacea* in Schleswig-Holstein.

PARMELIA TILIACEA (Hoffm.) Ach.

ERICHSEN (1957) beschreibt die Verbreitung der Art als "sehr ungleich"; im Landesteil Schleswig "selten und nur im Osten"; im Landesteil Holstein "nach Südosten häufiger, ebenso an beiden Ufern der Unterelbe". Heute ist *P. tiliacea* im Nordosten Schleswig-Holsteins eine sehr verbreitete Art an freistehenden Linden, sehr selten an anderen Laubbäumen (Eiche, Esche), und bildet stellenweise Massenbestände. In Holstein dagegen ist sie aktuell nur spärlich und meistens in geringer Menge anzutreffen.



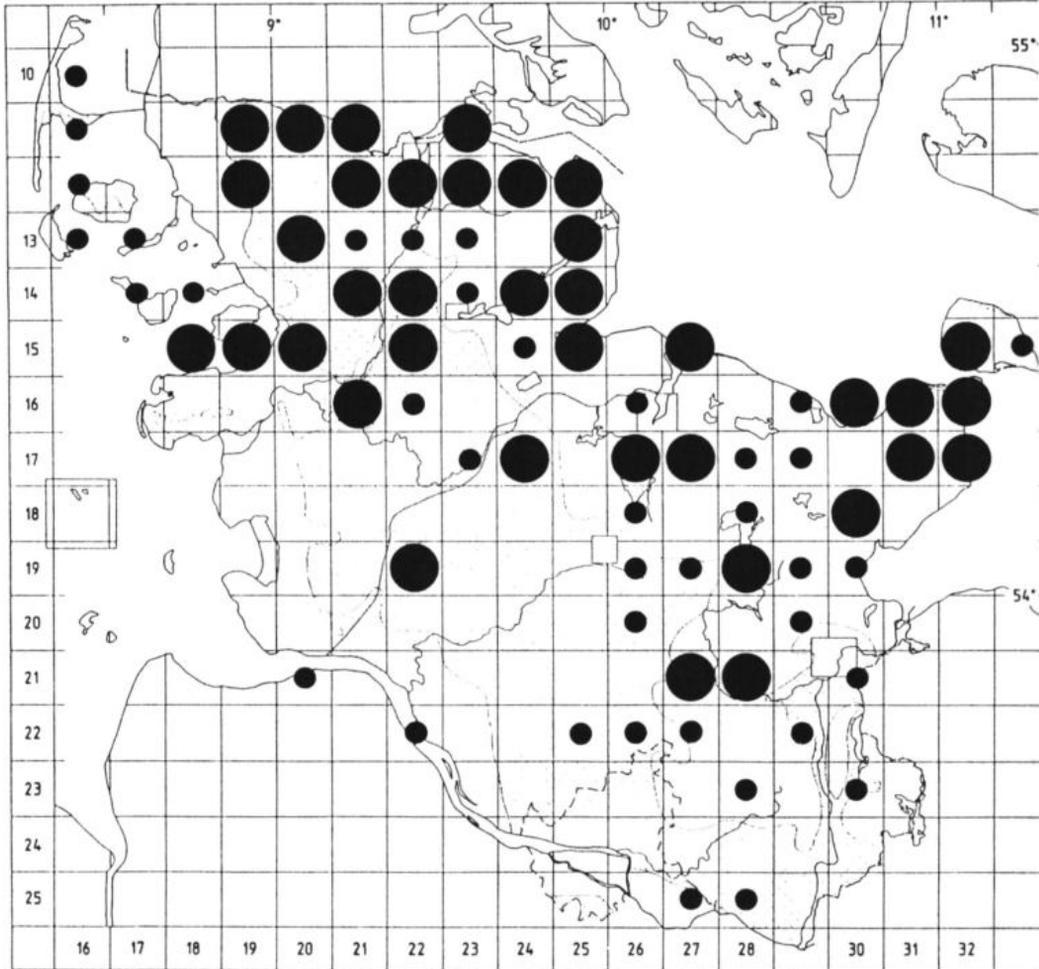
Karte 34: Aktuelle Funde von *Pertusaria flavida* (■) und *Polysporina simplex* (●) in Schleswig-Holstein.

■ PERTUSARIA FLAVIDA (DC.) Laundon

Von ERICHSEN (1957) noch als "nicht selten" bezeichnet, sind von *Pertusaria flavida* heute nur noch zwei aktuelle Fundorte bekannt; beide nicht "in lichten Wäldern", sondern an freistehenden Eichen. Aktuelle Nachweise: Straßenrand zwischen Lütjenburg und Hohwacht, MTB 1630, an alten Eichen, vi.1987, Jacobsen 2541 (P.J.). Gut Altfresenburg, MTB 2128, an Eichen nahe der Gutseinfahrt, viii.1989.

● POLYSPORINA SIMPLEX (Dav.) Vězda

*Polysporina simplex* kommt verbreitet an Silikatblöcken in Natursteinmauern, in Blockwällen etc. vor, seltener auch an freiliegendem, glatten Geschiebe. Kennzeichnend ist das Vorkommen von *P. simplex* in und entlang von Furchen im Gestein.



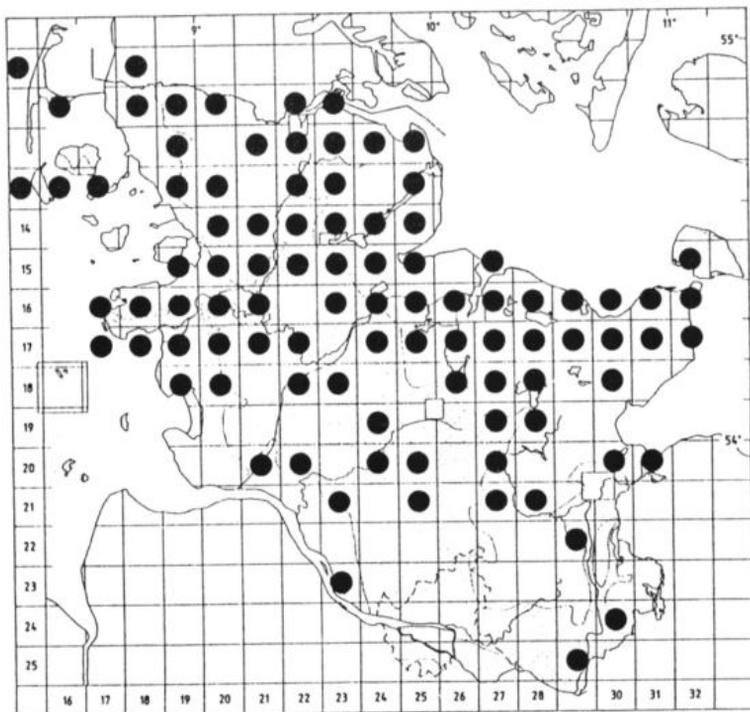
Karte 35: Verbreitung von *Physconia distorta* in Schleswig-Holstein.

● = letzter Nachweis  
vor 1975

● = aktueller Nachweis  
seit 1975

#### PHYSCONIA DISTORTA (With.) Laundon

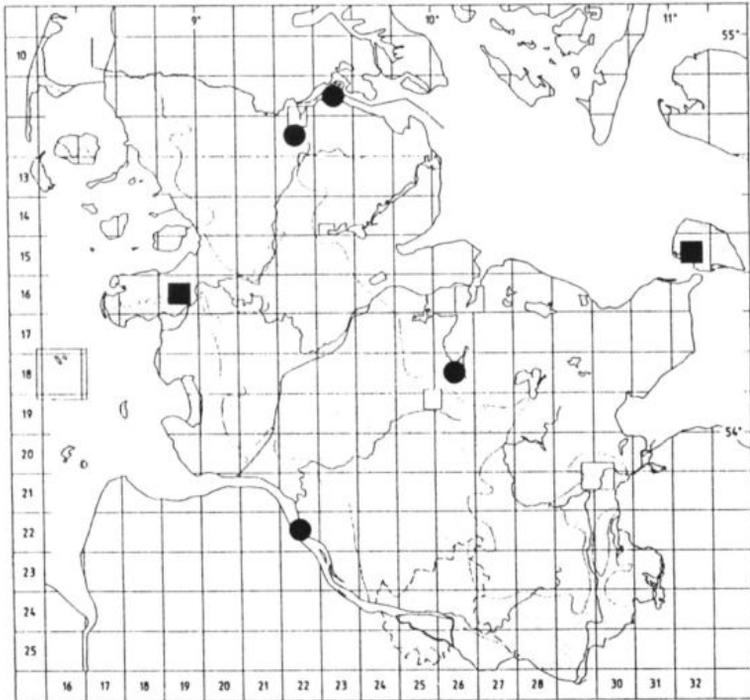
*Physconia distorta* wird von ERICHSEN (1957) als "sehr häufig und formenreich" charakterisiert. Herbar- und Literaturdaten belegen, daß die Art früher im gesamten Östlichen Hügelland sowie in den Geest- und Marschgebieten des Landesteils Schleswig verbreitet war. Während *P. distorta* heute nördlich der Eider und im östlichen Holstein noch immer eine verbreitete Art ist, tritt sie im südlichen Teil des Landes nur noch sporadisch auf; vor allem der Rückgang im Südosten Schleswig-Holsteins ist sehr auffällig. Der häufigste Phorophyt für *P. distorta* ist *Ulmus*, gefolgt von *Fraxinus* und *Populus*.



Karte 36: Aktuelle Funde von *Physconia enteroxantha* in Schleswig-Holstein.

PHYSCONIA ENTEROXANTHA (Nyl.) Poelt

*Physconia enteroxantha* gehört aufgrund ihrer Häufigkeit und ihres oft massenhaften Auftretens zu den auffälligsten Laubflechten an freistehenden, schwach bis mäßig eutrophierten Bäumen (optimal an *Ulmus*, *Tilia* und *Fraxinus*). Gegenüber der äußerlich ähnlichen *P. grisea* bevorzugt sie beschattete und stärker saure Borken, etwa vergleichbar mit *Parmelia acetabulum* und *P. tiliacea*. Ebenfalls im Gegensatz zu *Physconia grisea* scheint sich *P. enteroxantha* in den zurückliegenden Jahrzehnten erheblich ausgebreitet zu haben.

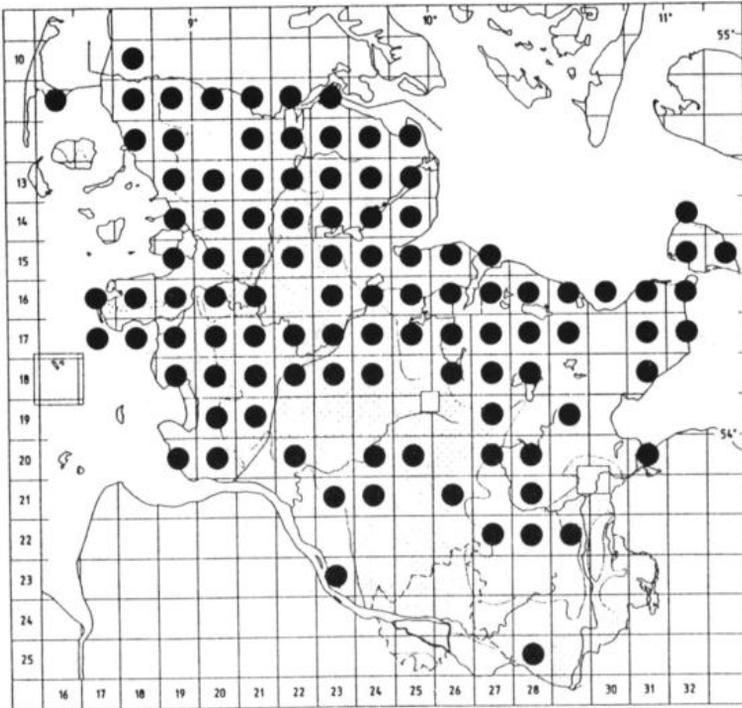


Karte 37: Aktuelle Funde von *Protoblastenia rupestris* (●) und *Rinodina teichophila* (■) in Schleswig-Holstein.

● PROTOBLASTENIA RUPESTRIS (Scop.) J.Steiner

■ RINODINA TEICHOPHILA (Nyl.) Arn.

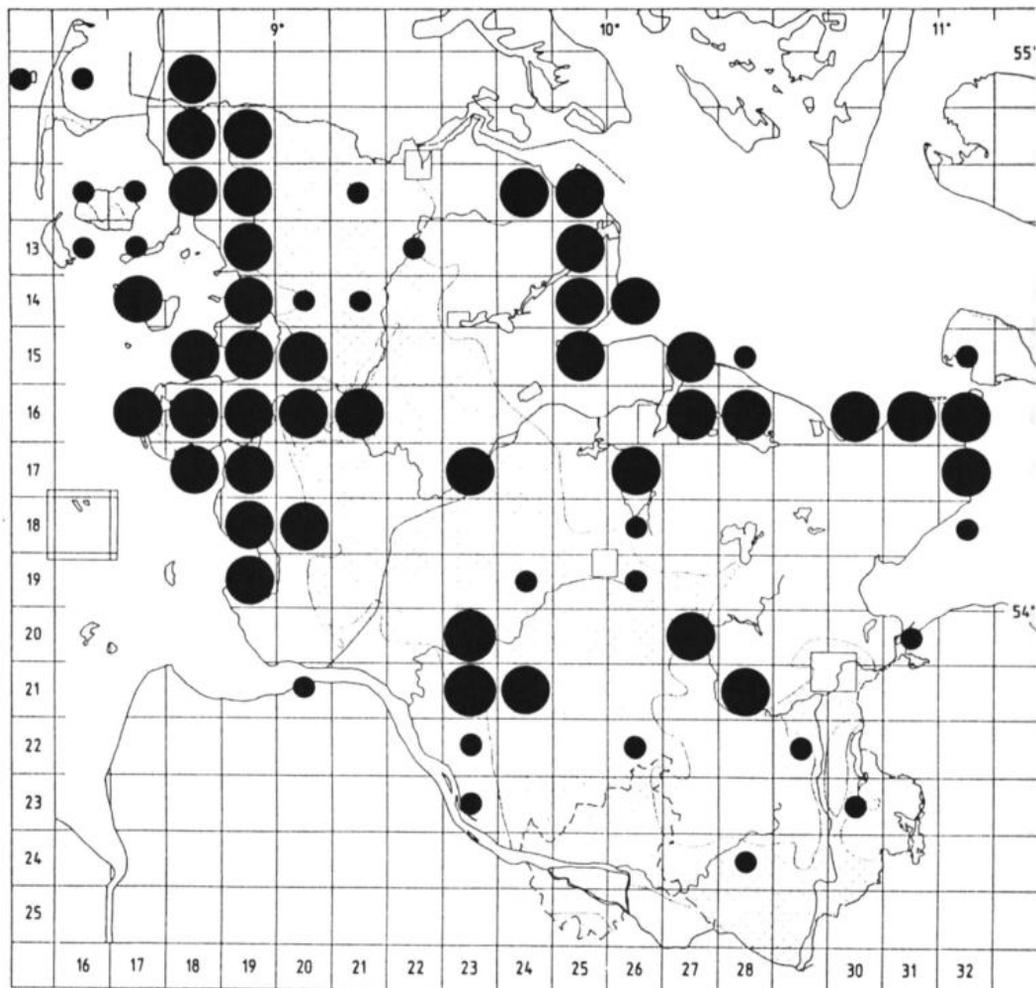
*Protoblastenia rupestris* und *Rinodina teichophila* sind zwei Krustenflechten, die in den letzten Jahren mehrfach an Mörtel, Beton usw. festgestellt wurden. Beide Arten haben möglicherweise ihre Verbreitung aufgrund des großen Angebots an geeigneten Substraten ausdehnen können; *Protoblastenia rupestris* war von ERICHSEN (1957) lediglich einmal gefunden worden, und *Rinodina teichophila* war bis vor kurzem aus dem Landesgebiet überhaupt nicht bekannt (siehe JACOBSEN 1989). - Ausgewählter Beleg von *Protoblastenia rupestris*: Glücksburg, MTB 1123, an Mörtel an der Einfassung der Kurpromenade, v.1988, Jacobsen 2959 (P.J.). Aktuelle Belege von *Rinodina teichophila*: Insel Fehmarn, Neuhof, MTB 1532, auf der Mörtelkrone eines Blockwalls, vi.1988, Jacobsen 4507 (P.J.), 4508 (GZU). Kotzenbüll, MTB 1619, an Mörtel der Kirche, iii.1989, Jacobsen 5859 (P.J.).



Karte 38: Aktuelle Funde von *Ramalina fastigiata* in Schleswig-Holstein.

RAMALINA FASTIGIATA (Pers.) Ach.

*Ramalina fastigiata* zählt, wie *Evernia prunastri* und *Ramalina farinacea*, zu den häufigsten epiphytischen Strauchflechten im Landesteil Schleswig, ist aber stärker als die beiden anderen genannten Arten auf mineralreiche bzw. schwach eutrophierte Borken beschränkt. Insbesondere an windexponierten Standorten, z. B. in Küstennähe, ist sie zuweilen die dominierende Flechtenart an geeigneten, freistehenden Laubbäumen (*Populus*, *Ulmus*, *Acer*, *Fraxinus*). In großen Gebieten Holsteins kommt *R. fastigiata* deutlich spärlicher vor und fehlt teilweise völlig.



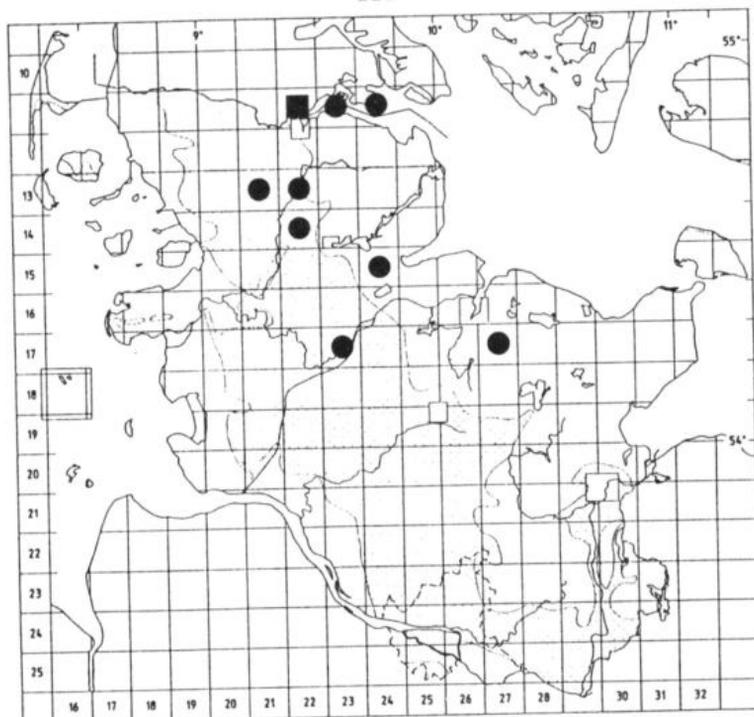
Karte 39: Verbreitung von *Ramalina fraxinea* in Schleswig-Holstein.

● = letzter Nachweis  
vor 1975

● = aktueller Nachweis  
seit 1975

**RAMALINA FRAXINEA (L.) Ach.**

*Ramalina fraxinea* ist, bei guter Entwicklung des Thallus, die größte und auffälligste Strauchflechte der einheimischen Flora; Exemplare von bis zu 17 cm Länge sind im Bereich der Nordseeküste, insbesondere im Süden der Halbinsel Eiderstedt, anzutreffen. Demgegenüber herrschen an der Ostseeküste kleinere, oft untypisch entwickelte Formen vor, während die Art im Binnenland größtenteils völlig fehlt. Diese regionale Abstufung, die bereits von ERICHSEN (1957) erwähnt wird, kommt in der Verbreitungskarte klar zum Ausdruck. Das bevorzugte Habitat von *R. fraxinea* sind küstennahe bzw. luftfeucht gelegene, wind-exponierte Einzelbäume (v.a. Pappeln, Eschen), relativ unabhängig vom Eutrophierungsgrad der Borke.



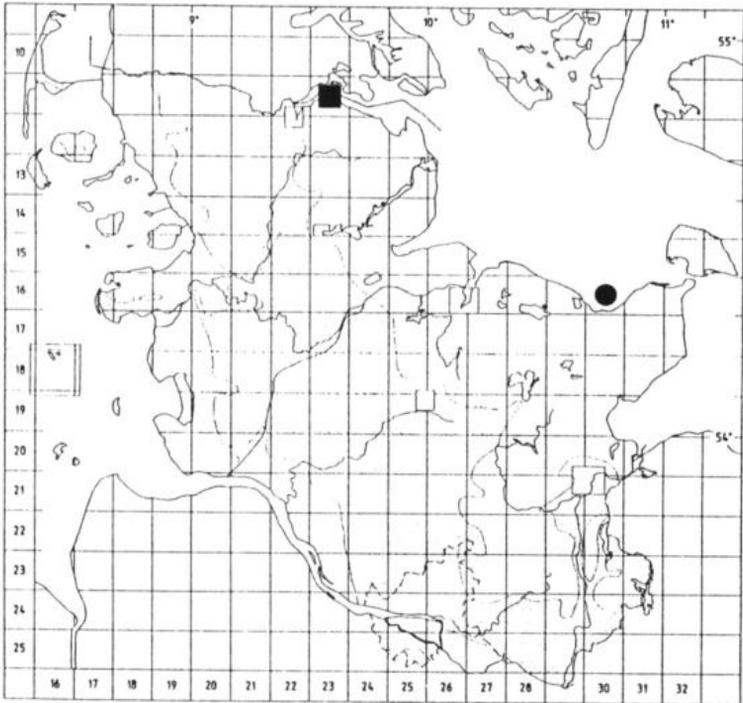
Karte 40: Aktuelle Funde von *Sarcosagium campestre* (■) und *Thelotrema lepadinum* (●) in Schleswig-Holstein.

■ *SARCOSAGIUM CAMPESTRE* (Fr.) Poetsch & Schiederm.

*Sarcosagium campestre*, das mit Vorliebe abgestorbene Moose an Feuerstellen und anderen "gestörten" Standorten besiedelt, kommt in Europa nur sehr zerstreut vor und war aus Schleswig-Holstein bisher nicht bekannt. Das Habitat des aktuellen Vorkommens ist typisch für die Ansprüche der Art. Beleg: Flensburg, Marinestützpunkt Mürwik, MTB 1122, über zum Teil abgestorbenem *Bryum argenteum* an einer abgeschrägten Betonwand, x.1989, Jacobsen 6784 (P.J.).

● *THELOTREMA LEPADINUM* (Ach.) Ach.

Zur Verbreitung von *Thelotrema lepadinum* bemerkt ERICHSEN (1957): "An alten Laubbäumen...; wohl in keiner größeren Waldung fehlend und oft in Menge". Heute finden sich Massenbestände dieser Art lediglich noch in einigen Waldgebieten der Schleswiger Geest und im nördlichen Angeln, nicht aber in den Wäldern des südlichen Landesteils. Bevorzugte Phorophyten von *T. lepadinum* sind Buchen und Eichen.



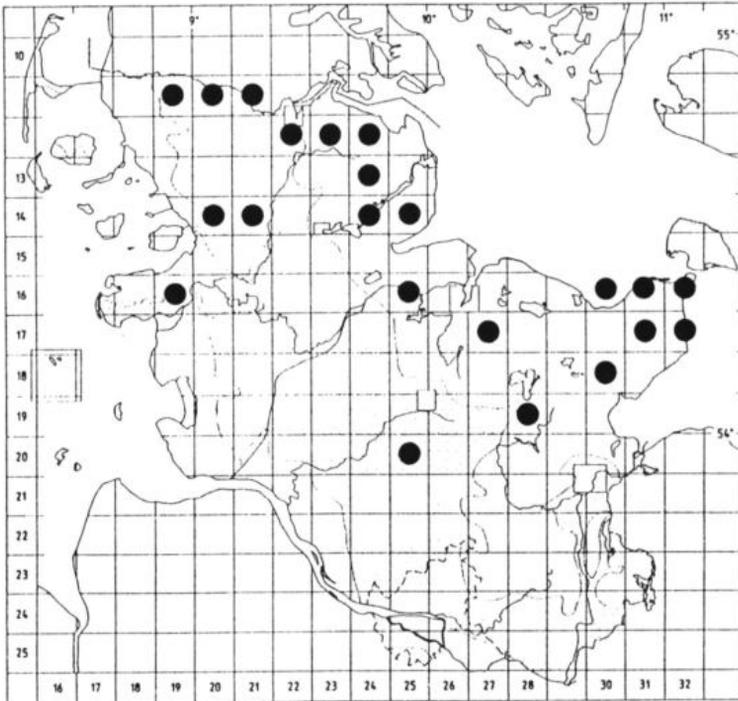
Karte 41: Aktuelle Funde von *Verrucaria internigrescens* (●) und *Verrucaria rheithrophila* (■) in Schleswig-Holstein.

● VERRUCARIA INTERNIGRESCENS (Nyl.) Erichsen

Nach ERICHSEN (1957) kam *Verrucaria internigrescens* zerstreut im Bereich der "Ostseeküste an größeren Blöcken des supralitoralten Gürtels" vor. In den letzten Jahren konnte die Art nur an einem einzigen Standort aufgefunden werden, der allerdings in ökologischer Hinsicht präzise der Schilderung ERICHSENS entspricht. Aktueller Beleg: Siliakatblöcke (Supralitoral) der Küstenbefestigung nördlich des Gehölzes Eitz, MTB 1630, iii.1989, Jacobsen 6012 (P.J.).

■ VERRUCARIA RHEITHROPHILA Zsch.

Auch *Verrucaria rheithrophila* kam nach Angaben von ERICHSEN (1957) in Schleswig-Holstein nur zerstreut vor, und zwar an feucht liegendem oder überspültem Geröll (z.B. an oder in Waldbächen). Nur ein einziger aktueller Fundort dieser schattenliebenden Art ist zur Zeit bekannt: Bachschlucht im Tremmeruper Holz, MTB 1122, an Bachgeröll, viii.1983, Jacobsen 5424 (P.J.).



Karte 42: Aktuelle Funde von *Xanthoria fallax* in Schleswig-Holstein.

XANTHORIA FALLAX (Hepp) Arn.

ERICHSEN (1957) nennt für diese Art nur zwei Fundorte in Schleswig-Holstein: Radeland, MTB 2228, und Steinberghaff, MTB 1224. Heute ist *Xanthoria fallax*, vor allem im Landesteil Schleswig, eine durchaus verbreitete Art subneutraler oder staubimprägnierter Borken von Straßenbäumen, z.B. *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*. Geht man von der Verlässlichkeit der älteren Angaben aus, so wäre *X. fallax* eines der wenigen Beispiele für die Ausbreitung einer subneutrophytischen, borkenbesiedelnden Flechtenart in den vergangenen Jahrzehnten. Für die Zukunft ist allerdings ein Bestandesrückgang zu befürchten. - Ausgewählter Beleg: Quarnbek, MTB 1625, an *Tilia*, viii.1985, Jacobsen 1670 (P.J.).

## 5.5 Fallbeispiele

Eine der Schwierigkeiten bei der Bewertung von Flechtenvorkommen ist das Fehlen eines zeitlichen Vergleichs. Das Heranziehen älterer Lokalfloren beispielsweise bietet die Möglichkeit, aus Unterschieden in Flora und Vegetation Entwicklungstendenzen abzuleiten, die aus einer einmaligen Begehung oder Kartierung nicht ersichtlich werden. Auch wenn ältere lichenologische Literaturangaben nicht immer eindeutig zu interpretieren sind (z.B. im Falle früherer Sammelarten), so stellen sie doch in der Regel wertvolle Grundlagen für einen Vergleich mit heutigen Verhältnissen dar (siehe z.B. van DOBBEN 1983, POELT & MAYRHOFER 1985, de BAKKER 1986, ARUP & al. 1989).

Aus Schleswig-Holstein existieren in der flechtenkundlichen Literatur nur wenige Schilderungen von Gebietsfloren, die sich für einen Vergleich mit den aktuellen Gegebenheiten anbieten. Lediglich für die Nordfriesischen Inseln wurden solche Vergleiche bereits von BRAND & KETNER-OOSTRAA (1983), JACOBSEN (1985) und ERNST (1988) angestellt.

Für zwei kleinere Flächen, nämlich die Naturschutzgebiete "Düne am Rimmelsberg" und "Süderlügumer Binnendünen" im Landesteil Schleswig, sollen hier die früheren und die aktuellen Flechtenvorkommen miteinander verglichen werden. Zusätzlich wird in diesem Abschnitt das Pöbüller Bauernholz behandelt, für den zwar keine detaillierten lichenologischen Artenlisten aus früheren Jahrzehnten vorliegen, der aber aufgrund seiner floristischen Besonderheiten eine ausführliche Schilderung verdient.

Ein anderes Naturschutzgebiet, das NSG "Dummersdorfer Ufer" an der Untertrave, wird hier nicht besprochen, obwohl Literaturangaben vorliegen (ERICHSEN 1932 a). Die Phanerogamenflora und -vegetation des heutigen NSG hat sich im Laufe der Zeit stark verändert (DETTMAR 1982), so daß eine entsprechende Veränderung auch für die Flechtenflora angenommen werden muß.

### 5 5.1 Das NSG "Süderlügumer Binnendünen": Vergleich mit 1928

Das Naturschutzgebiet "Süderlügumer Binnendünen" liegt ca. 3 km südlich der dänischen Grenze und ca. 1 km östlich des Ortes Süderlügum im Kreis Nordfriesland. Es handelt sich bei dem NSG um ein Dünengebiet von etwa 41 ha Größe, das Erhebungen von bis zu 15 m über Umgebungsniveau aufweist und das Bestandteil eines umfangreicheren Binnendünen-Komplexes ist, dessen Oberfläche noch um das Jahr 1880 zu einem großen Teil von Heidevegetation bedeckt wurde und nahezu waldfrei war. Die heutige NSG-Fläche wurde im Interesse des Naturschutzes nicht in die folgenden Aufforstungen im Bereich Süderlügum einbezogen und wurde im Jahre 1938 als Naturschutzgebiet ausgewiesen (RIEDEL 1978, MELF 1988).

Eine ausführliche Schilderung der Vegetationsverhältnisse in den Süderlügumer Binnendünen in den 20er Jahren geben KOLUMBE (1925) und

CHRISTIANSEN & LEVSEN (1928). Nach ihrer Beschreibung dominierte im Gebiet die Besenheide (*Calluna vulgaris*), häufig vergesellschaftet mit Kriechweide (*Salix repens*) und Krähenbeere (*Empetrum nigrum*). Demgegenüber wird die heutige Vegetation nur noch teilweise vom Calunetum geprägt, das offenbar seit längerer Zeit im Rückgang begriffen ist (vgl. dazu RIEDEL 1978). Heute fallen besonders die Silbergrasfluren (*Corynephorus canescens*) an den Dünenhängen durch ihren Reichtum an bodenbewohnenden Flechten und Moosen auf.

Die Süderlügumer Binnendünen können nach wie vor als flechtenreichstes Binnendünengebiet des Landes angesehen werden. Im nordöstlichen Teil des NSG bilden Rentierflechten (*Cladonia arbuscula*, *C. portentosa*, *C. ciliata*), eine Reihe anderer *Cladonia*-Arten sowie Arten der Gattungen *Coelocaulon* und *Cetraria* großflächige Bestände. Nebeneinander kommen, z.T. in großen Mengen, *Coelocaulon aculeatum* und *C. muricatum* vor; am Südhang der höchsten Dünenerhebung sind die in Schleswig-Holstein seltenen *Cetraria islandica* und *Cladonia crispata* stellenweise dominant. Auf Sandboden sind die ebenfalls seltenen *Saccomorpha oligotropha*, *Cladonia strepsilis*, *C. zopfii* und *Pycnothelia papillaria* zu finden, an Pflanzenresten die häufigen Arten *Saccomorpha uliginosa*, *Trapeliopsis flexuosa* und *T. granulosa*. Auf abgestorbenen *Calluna*-Ästen wächst die für dieses Substrat typische *Micarea nitschkeana*, oft mit *M. denigrata* und *Buellia punctata*.

Einen Vergleich der heutigen Flechtenflora mit der von ERICHSEN (1928) gegebenen Artenliste liefert die folgende Aufstellung:

<u>Auf Erde</u>	<u>1928</u>	<u>1988/89</u>
Baeomyces roseus	■	
Baeomyces rufus	■	
Cetraria islandica	■	■
Cladonia arbuscula (inkl. subsp. mitis)	■	■
Cladonia cervicornis	■	■
Cladonia ciliata	■	■
Cladonia crispata	■	■
Cladonia fimbriata	■	■
Cladonia floerkeana	■	■
Cladonia foliacea	■	■
Cladonia macilenta (inkl. C. bacillaris)	■	■
Cladonia furcata	■	■
Cladonia glauca	■	■
Cladonia gracilis	■	■
Cladonia phyllophora	■	
Cladonia pleurota	■	■
Cladonia portentosa	■	■
Cladonia pyxidata (inkl. C. chlorophaea agg.)	■	■
Cladonia strepsilis		■
Cladonia uncialis	■	■
Cladonia zopfii	■	■
Coelocaulon aculeatum	■	■

<u>Auf Erde: (Forts.)</u>	<u>1928</u>	<u>1988/89</u>
Coelocaulon muricatum	■	■
Micarea lignaria	■	
Peltigera canina	■	
Pycnothelia papillaria	■	■
Saccomorpha oligotropha		■
Saccomorpha uliginosa	■	■
Stereocaulon condensatum	■	
<u>Auf Holz und Pflanzenresten:</u>		
Cladonia digitata		■
Trapeliopsis flexuosa	■	■
Trapeliopsis granulosa	■	■
<u>Auf Calluna:</u>		
Buellia punctata		■
Hypogymnia physodes	■	
Lecanora pulicaris	■	
Lecanora symmicta	■	■
Micarea denigrata		■
Micarea nitschkeana	■	■
Pseudevernia furfuracea	■	
Usnea florida	■	

Entsprechend dem Rückgang der eigentlichen Heidefläche ist heute das Areal der von Großflechten dominierten Bestände gegenüber dem Zustand im Jahr 1928 deutlich zurückgegangen. Dennoch hat sich die Artenzahl nicht wesentlich verringert, und die Artenlisten zeigen, bis auf die Arten an *Calluna* und die hier ausgelassenen Epiphyten an *Salix*, eine gute Übereinstimmung.

Auffallend ist das Vorkommen von *Buellia punctata* an abgestorbener *Calluna*, was auf eine gewisse Eutrophierungsbelastung hinweist. Auch einige Eichen an der Nordostgrenze des Dünengebiets sowie an den Begrenzungswällen sind von Flechtenarten besiedelt, die diese Vermutung stützen. Neben verbreiteten Arten saurer Borken, wie *Ramalina farinacea*, *Evernia prunastri*, *Lecanora expallens*, *L. chlorotera*, *Cliostomum griffithii* und *Parmelia glabratula*, kommen auch die mehr oder weniger düngungstoleranten Arten *Xanthoria polycarpa*, *X. candelaria*, *Buellia punctata* und *Physcia tenella* vor, die für nicht eutrophierte Borke von *Quercus* nicht typisch sind. Ihr Vorkommen am Mittelstamm deutet auf einen Nährstoffeintrag hin, der in entsprechender Weise im gesamten NSG wirksam sein dürfte.

### 5.5.2 Das NSG "Düne am Rimmelsberg"

Etwa 3 km nördlich des Ortes Großjörll, Kreis Schleswig-Flensburg, liegt das ca. 8 ha große Naturschutzgebiet "Düne am Rimmelsberg". Nach RIEDEL & POLENSKY (1986: 145) handelt es sich bei der "Düne" um eine z.T. von Flugsand überdeckte Moräne, in deren Bereich ein alter, zeitlich nicht einzuordnender Sandabbau zur Bildung einer größeren Hohlform führte. Ausgedehnte Heideflächen und Grasfluren sowie ein bemerkenswerter Wacholderbestand prägen den Aspekt im Zentrum des NSG, während sich im höhergelegenen Westteil des Gebiets ein kleines Eichenkratt befindet.

CHRISTIANSEN & al. (1962) beschreiben die Flora und Vegetation des Naturschutzgebietes in ausführlicher Weise und stellen drei Vegetationstypen heraus, die die trockenen Bereiche des NSG charakterisieren: das Kratt mit den auf typische Weise verkrüppelten Eichen, die trockene Sandheide, in der *Calluna* dominiert, sowie die "Flechtenflecken" (flechtenreiche Silbergrasfluren). Die Autoren schildern dabei die Heide als "vielfach stark mit Flechten und Moosen durchsetzt. Ohne Zweifel wird der Heidestrauch ... dadurch in seiner Entwicklung gestört und letzten Endes abgetötet" (loc.cit.). Nach ihrer Einschätzung stellen also die Flechten eine durchaus vitale und konkurrenzkräftige Komponente der Vegetation dar.

Eine genauere Untersuchung der Flechtenflora im Gebiet führt SAXEN (1963 b) durch. Er nennt für das gesamte NSG 37 Arten und gibt eine grobe Beschreibung der Flechtenvegetation. Nach seinen Angaben ist der Flechtenbewuchs im Kratt recht arm, während im Innern und am Nordhang der Mulde "mehr oder weniger dichte Bestände der Rentierflechte" und andere Bodenflechten anzutreffen sind.

Die heutige Flechtenflora stellt sich, etwa im Vergleich zu den Süderlügumer Binnendünen, als relativ artenarm dar. Im Heidebereich dominieren sowohl Rentier- als auch andere Bodenflechten nur noch lokal, hauptsächlich an Stellen mit sehr lückiger Vegetation. Vielfach droht Überwachsung durch Gräser, z.B. durch das Silbergras (*Corynepherus canescens*) und durch die Schlängel-Schmiele (*Avenella flexuosa*). *Cladonia arbuscula* und *Coelocaulon aculeatum* treten nur stellenweise auf; die bei weitem dominierende Rentierflechte ist *Cladonia portentosa*. Neben zahlreichen anderen *Cladonia*-Arten ist als einzige bodenbewohnende Krustenflechte *Saccomorpha uliginosa* anzutreffen. An abgestorbenen Ästen von *Calluna* wurden *Micarea prasina*, *Lecanora symmicta* und *Micarea nitschkeana* gefunden. Die beiden letzteren Arten sowie *Buellia punctata*, *Xanthoria polycarpa* und *Physcia tenella* wachsen an Stämmen und Zweigen von *Juniperus*. - Kleineres Geröll wird in der Regel durch *Lecidea erratica* und *Trapelia coarctata* agg. besiedelt.

Das kleine Kratt am Westrand des Naturschutzgebietes ist sehr arm an Epiphyten, obwohl die Eiche normalerweise ein gutes Substrat für borkenbewohnende Flechten darstellt. Es fanden sich hier lediglich 15 Arten (siehe Artenliste), von denen die meisten mehr oder weniger unspezialisierte und häufige Besiedler saurer Borken darstellen.

Bei mehreren Begehungen des Naturschutzgebiets am Rimmelsberg in den Jahren 1987-89 wurde eine aktuelle Artenliste erstellt, die den größten Teil der vorkommenden Flechtenarten umfassen dürfte. Ein Vergleich dieser Erhebung mit den Angaben von SAXEN (1963 b) ist der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

<u>Auf Erde:</u>	<u>1962</u>	<u>1987-89</u>
Baeomyces roseus	■	
Baeomyces rufus	■	
Cladonia arbuscula (inkl. subsp. mitis)	■	■
Cladonia foliacea	■	■
Cladonia floerkeana	■	■
Cladonia furcata	■	■
Cladonia glauca	■	
Cladonia gracilis	■	■
Cladonia grayi	■	
Cladonia macilenta	■	■
Cladonia pleurota	■	■
Cladonia portentosa	■	■
Cladonia pyxidata (inkl. C. chlorophaea agg.)	■	■
Cladonia uncialis	■	■
Cladonia zopfii	■	
Coelocaulon aculeatum	■	■
Coelocaulon muricatum	■	
Micarea lignaria	■	
Sacomorpha uliginosa	■	■
Trapeliopsis granulosa	■	
<u>Auf Calluna und Juniperus:</u>		
Buellia punctata		■
Lecanora symmicta	■	■
Lecidea pullata	■	
Micarea prasina		■
Micarea nitschkeana	■	■
Physcia tenella		■
Xanthoria polycarpa		■
<u>Auf Quercus im Krattgebiet:</u>		
Buellia griseovirens	■	■
Buellia punctata	■	■
Evernia prunastri	■	■
Hypogymnia physodes	■	■
Lecanora carpinea	■	
Lecanora chlorotera	■	
Lecanora conizaeoides	■	■
Lecanora expallens		■
Lecanora symmicta	■	■
Lepraria incana	■	■

Auf <i>Quercus</i> im Krattgebiet: (Forts.)	1962	1987-89
<i>Parmelia glabratula</i>	■	■
<i>Parmelia laciniatula</i>		■
<i>Parmelia saxatilis</i>	■	■
<i>Parmelia subaurifera</i>	■	
<i>Parmelia sulcata</i>	■	■
<i>Phlyctis argena</i>	■	■
<i>Physcia tenella</i>	■	■
<i>Xanthoria polycarpa</i>	■	■

Im Vergleich zur von SAXEN gegebenen Artenliste des Heidegebietes im NSG ist eine deutliche Abnahme der Erdflechten festzustellen, eine annähernde Vollständigkeit der aktuellen Liste vorausgesetzt. Der heutige Gesamteindruck des Gebietes und die Vegetationsschilderungen früherer Autoren lassen jedoch vermuten, daß im Laufe der vergangenen Jahrzehnte die von Flechten erzielten Deckungsgrade und langfristig sicherlich auch die Diversität der Flora abgenommen haben, im Heidebereich möglicherweise durch Überwachsung. Die Pionierarten *Cladonia zopfii* und *Coelocaulon muricatum* sowie einige Krustenflechten, die offene Sandböden bevorzugen, konnten nicht mehr angetroffen werden.

Die Epiphytenflora des Kratts ist, wie erwähnt, nach wie vor recht artenarm. Insbesondere fanden sich keine luftfeuchteliebenden Flechtenarten, wie sie für einige andere Kratt- und "naturnahe" Waldgebiete der Schleswiger Geest kennzeichnend sind. Das am Westrand des Gebietes gelegene Kratt ist bei weitem zu klein (und für seine geringe Größe zu stark windexponiert), um ein für das Vorkommen hygri-sch anspruchsvollerer Arten nötiges Bestandsklima zu erzeugen.

Ähnlich wie in den Süderlügumer Binnendünen ist auch im Naturschutzgebiet am Rimmelsberg das untypische Vorkommen von eutrophierungstoleranten bzw. subneutrophytischen Flechtenarten an der normalerweise sauren Borke von *Juniperus* und *Quercus* hervorzuheben. Im Vergleich mit den Häufigkeitsangaben bei SAXEN (1963 b) haben sich unter den Epiphyten insbesondere die sogenannten nitrophytischen Arten ausbreiten können, was als ein deutliches Zeichen für ein erhöhtes Nährstoffangebot aus der Atmosphäre zu werten ist.

### 5.5.3 Das Pobüller Bauernholz

Das Pobüller Bauernholz (auch: Pobüller Wald, Jörlholz) liegt im Zentrum der Schleswiger Geest zwischen den Orten Großjörl und Pobüll, ca. 11 km südwestlich von Tarp. Bei dem ca. 140 ha großen Gebiet handelt es sich um einen Primärwaldrest, dessen Aussehen und urwüchsiger Charakter wesentlich durch die frühere Niederwaldbewirtschaftung von Eiche und Buche geprägt wurde. Heute beherbergt der Pobüller Wald dank des kleinräumigen Wechsels von Kuppen und vermoorten Senken eine Anzahl verschiedener Vegetationstypen, u.a. Eichen-Birkenwald und Eschen-Sumpfwald (RIEDEL & POLENSKY 1986, HEYDEMANN & MÜLLER-KARCH 1980). Das Waldgebiet, von dem nur ein sehr kleiner Teil (rund 5 ha) unter Naturschutz steht, ist von sumpfigen Niederungen umgeben, die als Wiesen genutzt werden.

Weite Teile des Pobüller Bauernwaldes unterliegen heute anscheinend nur noch einer sehr begrenzten forstlichen Nutzung. Die für Kratts typische, verkrüppelte Wuchsform von Eichen und Buchen, die ungewöhnliche Häufigkeit von Totholz bzw. "ungesunden" Stämmen sowie der Reichtum an Epiphyten (Moosen und Flechten) und holzbewohnenden Pilzen tragen zum urwüchsigen Bild des Bauernwaldes bei. Eine Schilderung der Vegetationsverhältnisse mit besonderer Berücksichtigung einiger Epiphytengemeinschaften gibt RASSMUS (1990).

Bedingt durch die teilweise sehr feuchten Bodenverhältnisse und durch die Lage in einer der niederschlagsreichsten Regionen Schleswig-Holsteins, sind im Gebiet des Pobüller Bauernholzes zahlreiche Flechtenarten vertreten, die hohe Ansprüche an die Luftfeuchtigkeit ihrer Umgebung stellen. Eine weitere Voraussetzung für das Vorkommen vieler dieser Arten ist der ungestörte Charakter des Waldes, d.h. das Fehlen umfangreicher Forstmaßnahmen. ROSE (1974, 1976) betont die Aussagekraft epiphytischer Flechtenvorkommen in solchen Waldgebieten und beschreibt auf dieser Basis einen "Index ökologischer Kontinuität", der, wenn auch ausgehend von den floristischen Gegebenheiten Großbritanniens, zur Beurteilung des Natürlichkeitsgrades von Waldflächen herangezogen werden kann.

Neben vielen häufigeren Flechtenarten konnten die folgenden, in Schleswig-Holstein auf relativ naturnahe Wälder beschränkten epiphytischen Flechten seit 1987 im Pobüller Bauernholz nachgewiesen werden:

<i>Arthonia spadicea</i>	<i>Opegrapha ochrocheila</i>
<i>Arthonia vinosa</i>	<i>Opegrapha viridis</i>
<i>Biatora sphaeroides</i>	<i>Pachyphiale cornea</i>
<i>Graphis elegans</i>	<i>Pertusaria hemisphaerica</i>
<i>Lecanactis abietina</i>	<i>Pyrenula nitida</i>
<i>Lobaria pulmonaria</i>	<i>Thelotrema lepadinum</i>
<i>Opegrapha herbarum</i>	

Für *Biatora sphaeroides*, *Graphis elegans*, *Lobaria pulmonaria*, *Opegrapha herbarum*, *O. viridis* und *Pachyphiale cornea* ist das Pobüller Bauernholz der bislang einzige aktuelle Fundort im Landesgebiet.

Die meisten der oben genannten Arten sind nach den Angaben von SØCHTING & CHRISTENSEN (1989), die eine Inventarisierung der epiphytischen Flechten in den Naturwäldern Dänemarks durchführten, und nach ALSTRUP & SØCHTING (1989), die eine Rote Liste der Flechten Dänemarks vorlegen, in forstlich wenig beeinflussten Wäldern Dänemarks nicht selten oder sogar verbreitet. In Schleswig-Holstein dagegen besitzen viele der aufgelisteten Arten nur wenige Vorkommen oder sind sogar nur von einem Standort bekannt; entsprechend muß ihr Zeigerwert für die "ökologische Kontinuität" eines Standorts gemäß der Beschaffenheit des jeweils betrachteten Gebiets relativiert werden. In der ohnehin walddarmen und land- und forstwirtschaftlich intensiv genutzten Landschaft Schleswig-Holsteins hat das Vorkommen einer relativ anspruchsvollen Art einen anderen Stellenwert als in floristisch ungleich reicheren Regionen. Alle Funde einer der oben angeführten Arten in einem schleswig-holsteinischen Waldgebiet sollten deshalb Anlaß sein, der dortigen epiphytischen Flechtenvegetation besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Besonders hervorzuheben ist aus der oben gegebenen Liste das Vorkommen der Lungenflechte, *Lobaria pulmonaria*, deren Bestand im Pobüller Wald mit Sicherheit eines der letzten verbliebenen Vorkommen der Art im Norden der Bundesrepublik darstellt (siehe dazu den ausführlichen Kommentar zur Verbreitungskarte, S. 94). Die Lungenflechte (Abb. 12) ist die namensgebende Art einer charakteristischen Flechtengemeinschaft alter, luftfeuchter Wälder, des Lobarion pulmonariae, das in weiten Teilen Mitteleuropas bereits verschwunden ist. Neben der Zunahme der Luftverschmutzung und der direkten Gefährdung durch Sammeln ist der Rückgang von *L. pulmonaria* auch auf Maßnahmen der Forstwirtschaft zurückzuführen (WIRTH 1968, JAMES & al. 1977, ROSE 1988, LIŠKA & PIŠŮT 1990), zumal alte, oft unregelmäßig gewachsene, moosbedeckte Stämme ein bevorzugtes Substrat der Flechte darstellen. Zwei andere heimische Laubflechten mit ähnlichen ökologischen Ansprüchen, *Lobaria scrobiculata* und *Nephroma laevigatum*, wurden schon von ERICHSEN (1926) als "verschollene Krattflechten" eingestuft.

Aufgrund des spärlichen Vorkommens der Lungenflechte ist die Art (wie auch weitere, vergesellschaftete Arten) in Schleswig-Holstein noch stärker gefährdet als in Dänemark oder Südschweden, wo sie ebenfalls bedroht ist (SØCHTING & CHRISTENSEN 1989, HALLINGBÄCK 1986, HALLINGBÄCK & MARTINSSON 1987, HALLINGBÄCK & OLSSON 1987). Das vereinzelte Vorkommen von *Lobaria pulmonaria* an nur wenigen Bäumen unter zahlreichen gleichermaßen geeigneten Phorophyten ist kennzeichnend für die Art (vgl. GAUSJAA 1985) und erhöht die Gefährdung durch das Schlagen einzelner Stämme oder durch zufällige Zerstörung des Vorkommens.

In seinem jetzigen Zustand ist das Pobüller Bauernholz von einzigartiger Bedeutung für die einheimische Flechtenflora, da es mit Sicherheit für viele akut vom Aussterben bedrohte Arten das letzte verbliebene Rückzugsgebiet darstellt. Ein wirkungsvoller Schutz der

dort anzutreffenden Flechtengemeinschaften kann nur über die weitestgehende Einschränkung der forstlichen Nutzung und den Verzicht auf alle Entwässerungs- und Meliorationsmaßnahmen in der näheren Umgebung des Gehölzes erfolgen. Eine bereits mehrfach geforderte Erweiterung des NSG "Pobüller Bauernholz" auf die Gesamtfläche des Waldgebiets, möglichst unter Einbeziehung der umliegenden Feuchtniederungen, erscheint auch vom lichenologischen Standpunkt her unbedingt nötig.



Abb. 12: Ein Vorkommen der Lungenflechte, *Lobaria pulmonaria*, an bemoostem *Fagus*-Stamm im Pobüller Bauernholz, MTB 1321, August 1988.

## 5.6 Anmerkungen zur Flechtenvegetation typischer Standorte

Die in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten floristischen Ergebnisse, insbesondere die aktuelle Florenliste und die aktuellen Rasterkarten, geben Auskunft über die Anzahl und die Verbreitungstypen der derzeit in Schleswig-Holstein anzutreffenden Flechtenarten. Aus diesen Angaben ist allerdings nicht zu entnehmen, welches Aussehen die tatsächlich im Gelände anzutreffenden Bestände haben; viele der in der Florenliste aufgeführten Arten sind so selten, daß sie an den meisten Standorten nicht anzutreffen sein werden.

In diesem Abschnitt soll daher versucht werden, die Flechtengemeinschaften einiger Habitats so zu beschreiben, wie sie sich dem Beobachter im typischen Falle darbieten, d.h. bei der Untersuchung eines "durchschnittlichen" Buchenwaldes oder einer "durchschnittlichen" Betonmauer. Es werden dabei diejenigen Arten genannt, die an diesen Standorten nach Häufigkeit und Menge so dominieren, daß sie das Bild der Flechtenvegetation prägen. Neben der Schilderung der häufigsten Artenkombinationen kann auf diese Weise möglicherweise eine gewisse Plausibilitätskontrolle bei der Bestimmung von Flechtenarten geboten werden.

Bei der Schilderung der epiphytischen Flechtenvegetation wird hier, stark vereinfachend, zwischen Bäumen mit saurer Borke ( $\text{pH} \leq 5.0$ ) und Bäumen mit mäßig saurer bis subneutraler / basischer Borke ( $\text{pH} > 5.0$ ) unterschieden. Die Bedeutung des Borken-pH sowie seiner immissionsbedingten Veränderung wird in Abschnitt 7.2.2 ausführlich diskutiert.

### 5.6.1 Epiphytische Flechten an freistehenden Bäumen

Der durchschnittliche Straßen- oder Wegbaum in Schleswig-Holstein ist sehr arm an epiphytischen Flechten. An freistehenden Laubbäumen mit saurer Borke dominiert *Lecanora conizaeoides*, zusammen mit Überzügen coccaler Grünalgen (*Desmococcus* etc.). Eine wirkliche Flechtenwüste im Sinne des Wortes, d.h. eine Zone von Bäumen ohne Bewuchs von *L. conizaeoides*, scheint den größeren Städten Schleswig-Holsteins zu fehlen. Außer Baumstämmen werden auch Zweige, bearbeitetes Holz usw. von der gegen Luftverunreinigungen sehr resistenten Art schnell und in großem Umfang besiedelt.

Die ebenfalls sehr immissionstolerante Krustenflechte *Scoliciosporum chlorococcum*, deren steriler Thallus den erwähnten Algenüberzügen ähnelt, ist offenbar in Schleswig-Holstein seltener als aufgrund ihrer Ökologie zu erwarten wäre. Demgegenüber sind die säure- und düngungsresistenten Arten *Lecanora expallens* und *Buellia punctata* auch in Siedlungen sehr häufig, ebenso wie die kleinschuppige *Hypocenyce scalaris*.

Ältere Ulmen gehören wegen ihrer günstigen Borkeneigenschaften und ihrer großen Verbreitung zu den wichtigsten Phorophyten in Siedlungsgebieten. Sowohl azidophytische Arten als auch Besiedler eutrophierter Substrate sind regelmäßig auf Ulmenborke anzutreffen, Massent-

wicklungen von *Buellia punctata*, *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Parmelia*-, *Hypogymnia*- und *Candelariella*-Arten sind keine Seltenheit. *Physconia distorta*, *P. enteroxantha* und *Xanthoria fallax* kommen sogar mit Vorliebe auf *Ulmus* vor. Mit zunehmendem Vermorschungsgrad der Borke gewinnen *Cladonia coniocraea* und die beiden polsterförmig wachsenden Moose *Dicranoweisia cirrata* und *Orthotrichum affine* an Deckungsgrad.

Ebenso wie die Ulme ist auch die Linde (*Tilia* spp.) ein früher oft gepflanzter Baum an Weg- und Straßenrändern, auf Friedhöfen, Dorf- und Hofplätzen sowie an Hof- und Gutseinfahrten. Ihre Borke ist saurer, härter und flachrissiger als die der Ulme. Recht häufige Krustenflechten sind hier die azidophytischen Arten *Buellia punctata*, *Lecanora expallens*, *Cliostomum griffithii* und *Haematomma ochroleucum*, an lange glatten Oberflächen siedeln Pioniere aus den Gattungen *Lecanora* und *Lecidella*, aber auch *Physcia*-Arten. Die Blatt- und Strauchflechtenflora an *Tilia* ist ähnlich reichhaltig wie an *Ulmus*, es fehlen jedoch die strikt subneutrophytischen Arten wie *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia caesia* und *P. adscendens*. Die auffällige *Parmelia tiliacea* ist nahezu ausschließlich an Linden auf Dorf- und Hofplätzen zu finden (siehe Kommentar zur Verbreitungskarte, S. 106), häufig in Begleitung von *P. acetabulum*.

Alte Eschen (*Fraxinus*) an windoffenen Stellen gehören zu den epiphytenreichsten Bäumen Schleswig-Holsteins. Die mineralreiche, lange Zeit glatte Borke von *Fraxinus* besitzt eine hohe Pufferkapazität und ist ein bevorzugtes Substrat für viele durch saure Immissionen gefährdete Arten, z.B. *Anaptychia ciliaris*. Junge Stämme sind großflächig mit den Arten des Lecanoretum carpineae bedeckt, also mit den Krustenflechten *Lecanora chlorotera*, *L. carpinea* und *Lecidella elaeochroma*, zu denen nicht selten noch *Lecanora expallens*, *Buellia grieseovirens*, *Buellia punctata* und *Opegrapha*-Arten hinzutreten. In der Regel bleiben Fragmente dieser Pionier-Assoziation auch dann noch erhalten, wenn die rissiger werdende Borke von zahlreichen Blatt- und Strauchflechten mit unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen besiedelt wird. Solche artenreichen Einzelbäume stehen häufig an Gabelungen von Feldwegen oder auch als Überhälter an bzw. in Wallhecken (Knicks).

Eine ebenfalls reiche, deutlich azidophytische Flechtenflora tragen alte Eichen (*Quercus robur*), die an Feldwegen, an Gutseinfahrten und auf Dorfplätzen vorkommen. Als Überhälter in oder an Knicks stehende Eichen sind allerdings oft mit Efeu bewachsen, dessen Beschattungseffekt das Wachstum epiphytischer Flechten erheblich beeinträchtigt. In Gebieten mit geringer Immissionsbelastung weisen freistehende Stämme einen ± dichten Bewuchs mit Strauchflechten auf (vor allem *Evernia prunastri*, *Ramalina farinacea*). Weitere häufige und typische Bewohner von Eichenborke sind *Lecanora expallens*, *Phlyctis argena*, *Schismatomma decolorans*, *Cliostomum griffithii*, *Haematomma ochroleucum* sowie viele *Pertusaria*- und *Parmelia*-Arten. Seltener und immer in Borkenrissen kommen *Chrysothrix candelaris* und *Calicium viride* vor.

Die Borke von Pappeln (*Populus* spp.) trägt in erster Linie subneutrophytische Flechtenarten. An in der Nähe von Gehölften gepflanzten Bäumen (z.B. Pyramidenpappeln) ist häufig nur eine sehr artenarme Flora festzustellen (*Buellia punctata*, *Physcia tenella*, *Xanthoria*-Arten). In weniger eutrophierten Situationen, z.B. entlang von Alleen, weisen Pappeln mitunter eine reich entwickelte Flechtenvegetation auf. Insbesondere für *Ramalina fraxinea* und *R. fastigiata* sind *Populus*-Arten sehr wichtige Phorophyten. - Ähnlich wie an Pappeln sind auch an Roßkastanien (*Aesculus hippocastanum*) vorwiegend Arten zu finden, die subneutrale bzw. eutrophierte Borken bevorzugen; ein Grund hierfür ist wohl darin zu sehen, daß die Roßkastanie häufig an Hofplätzen, in der Nähe von Stallgebäuden usw. steht. Typische Kastanien sind nur von wenigen Arten besiedelt, vor allem von *Buellia punctata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria parietina*, *Physcia*-Arten sowie einigen nicht lichenisierten Ascomyceten der Gattung *Hysterium*.

Andere Phorophyten, z.B. Weiden (*Salix* spp.) und Buchen (*Fagus sylvatica*), spielen als Substrat für Flechten freistehender Bäume wegen ihrer Seltenheit kaum eine Rolle. Der Walnußbaum (*Juglans regia*) und der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) tragen bisweilen eine bemerkenswerte subneutrophytische Flora, sind aber ebenfalls selten. Ausgesprochen flechtenarm sind die sauren Borken von Birke (*Betula*), Erle (*Alnus*), von Obstbäumen sowie von *Platanus*- und *Sorbus*-Arten, die in Stadtgebieten häufig gepflanzt werden.

### 5.6.2 Epiphytische Flechten an Waldbäumen

In den meisten Buchenwäldern des Östlichen Hügellandes fehlen epiphytische Flechten weitgehend, mit Ausnahme vielleicht der überall verbreiteten *Lecanora conizaeoides* und einigen anderen euryöken Arten, z.B. *Hypogymnia physodes* oder *Parmelia glabratula*. Die Stämme der Buchen sind zu einem großen Teil mit Grünalgen bedeckt; der Ascomycet *Ascodichaena fageina* ist überaus häufig. Durch Schneckenfraß geschädigte Lager von *Lecanora* spp. und *Arthonia radiata* sind ebenfalls nicht selten. An jüngeren Stämmen mit glatter Rinde sind zerstreut *Graphis scripta*, *Lecanora argentata* und andere Krustenflechten anzutreffen. An Eschen in feuchten Hanglagen, seltener auch an Buchen, kommen ausgedehnte Lager von *Porina aenea* vor.

In den Eichen-Buchenwäldern der Geest sind z.T. wesentlich reichere Flechtenvorkommen anzutreffen, doch sind diese artenreichen Waldgebiete, die z.B. durch Massenvorkommen von *Thelotrema lepadinum* und *Lecanactis abietina* ausgezeichnet sind, eher Ausnahmen (z.B. Steinholz bei Bollingstedt, Pobüller Bauernwald, Jerrishoer Gehölz). Häufiger beschränkt sich der Epiphytenbewuchs hier auf relativ wenige Arten der Gattungen *Lecanora*, *Parmelia*, *Hypogymnia* und *Pertusaria*.

Die lichtarmen Fichtenforste, die einen erheblichen Teil der Waldfläche Schleswig-Holsteins einnehmen, weisen neben *Lecanora conizaeoides* und *Hypogymnia physodes* praktisch keine epiphytischen Flechten-

arten auf. In anderen Koniferenpflanzungen, z.B. in lichten Kiefernforsten in Dünengebieten, treten an Zweigen neben den eben genannten Arten auch *Lecanora symmicta*, *L. pulicaris*, *Hypogymnia tubulosa* und *Micarea prasina* häufiger auf.

### 5.6.3 Flechten auf Holz, Erdboden und Pflanzenresten

Bearbeitetes Holz (z.B. Zaunpfähle, Weidegatter usw.) weist ein recht einheitliches Arteninventar auf. Extrem häufige Flechtenarten auf diesem Substrat sind *Lecanora conizaeoides*, *Saccomorpha icmalea*, *Trapeliopsis flexuosa* und auch *Micarea denigrata*, die beiden letzten Arten insbesondere auf Schnittflächen von Zaunpfosten. Ebenfalls auf dem Querschnitt von Pfählen (besonders aus Eichenholz) tritt in luftfeuchten Situationen verbreitet *Cyphelium inquinans* auf. In Reinluftgebieten, besonders in der Nähe der Nordsee, ist *Lecanora varia* an Holz zu beobachten, während *L. saligna* und *L. symmicta* nur zerstreut vorkommen.

Erdbewohnende Flechten sind in größerer Menge nur auf sandigen, der landwirtschaftlichen Nutzung nicht ohne weiteres zugänglichen Böden zu finden. Auf sauren Böden im ganzen Landesgebiet ist *Saccomorpha uliginosa* verbreitet, ebenso die *Cladonia pyxidata*-Gruppe (inkl. *C. chlorophaea* agg.), *C. fimbriata* und *C. coniocraea*, die beiden letzteren auch auf Faulholz. In den Heide- und Dünengebieten sowie in Mooren sind außerdem *C. macilenta*, *C. gracilis*, *C. subulata*, *C. furcata* und *C. glauca* häufig anzutreffen, in den Küstendünen darüber hinaus *C. foliacea*, *C. uncialis*, *C. cervicornis*, *C. floerkeana* sowie *Coelocaulon aculeatum*. Die verbreitetste Rentierflechte ist *Cladonia portentosa*. Sandige Abhänge und Ruderalstellen sind die Standorte von *Baeomyces rufus* und *Peltigera didactyla*, den häufigsten Vertretern ihrer Gattungen in Schleswig-Holstein.

Auf Faulholz, Baumstümpfen usw. sind neben den oben erwähnten *Cladonia coniocraea* und *C. fimbriata* auch *C. digitata* und *Saccomorpha*-Arten sehr häufig. Beschattete Baumstümpfe in Wäldern werden oft von *Dimerella pineti* und *Micarea prasina* besiedelt, Pflanzenreste von *Trapeliopsis flexuosa*, *T. granulosa* und *Micarea nitschkeana*.

### 5.6.4 Flechten an kalkhaltigem Gestein

Da anstehendes Gestein in Schleswig-Holstein praktisch nicht vorkommt, sind gesteinsbewohnende Flechten hier ausschließlich auf anthropogene Substrate angewiesen. Extrem häufig sind hierbei kalkhaltige Konglomerate wie Mörtel, Beton usw., die vielen Kalkbewohnern ideale Ansiedlungsmöglichkeiten bieten. Sie werden innerhalb kurzer Zeit von den folgenden Krustenflechten besiedelt: *Caloplaca holocarpa*, *C. saxicola*, *Lecanora albescens*, *L. dispersa*, *Verrucaria muralis*, *Lecania erysibe*, *Rinodina gennarii*, an vertikalen Flächen besonders *Caloplaca decipiens* und *C. citrina*. Auch Blattflechten, z.B. *Physcia caesia*, *Xanthoria parietina* und *Phaeophyscia orbicularis*, seltener

*Physcia adscendens* und *Phaeophyscia nigricans*, stellen sich schnell ein. Die meisten der genannten Arten sind, wie ihr Substrat, sehr häufig. Regelmäßig, wenn auch zerstreuter, sind auch *Sarcogyne regularis*, *Verrucaria nigrescens* und *Caloplaca teicholyta* anzutreffen.

#### 5.6.5 Flechten an Silikatgestein

An Kunststein mit einem hohen Silikatanteil, z.B. an sehr grobkörnigem Beton und an Waschbeton, findet man *Lecanora muralis* und *Lecidella stigmatea*, an angewitterten Ziegeln, auch inmitten von Städten, *Trapelia coarctata*. Silikatblöcke in Blockmauern und in Fundamenten, Granitpfeiler usw. werden von einer Vielzahl von Flechtenarten besiedelt, die aber, entsprechend der geringeren Häufigkeit ihres Substrats, fast alle wesentlich seltener sind als die oben genannten Kalkbewohner. Als relativ (!) häufig können dennoch *Lecanora polytropa*, *Acarospora fuscata*, *Candelariella vitellina*, *Aspicilia caesiocinerea*, *Lecanora campestris* und *Buellia aethalea* agg. eingestuft werden. Zerstreuter kommen *Rhizocarpon obscuratum*, *Tephromela atra*, *Lecidella scabra* sowie *Trapelia*- und *Porpidia*-Arten vor, an eutrophiertem Gestein auch *Buellia punctata* und *Caloplaca chlorina*. Die häufigsten Erstbesiedler an Silikatgeröll und kleinem Geschiebe sind *Lecidea erratica*, *Trapelia coarctata* und *Porpidia crustulata*; Strandblöcke im Tiden- bzw. im Spritzwasserbereich tragen mitunter ausgedehnte Lager von *Verrucaria*-Arten (z.B. *V. halizoa*, *V. maura*), ab und zu begleitet von *Lecanora helicopsis* und *Pyrenocollema halodytes*.



Abb. 13: Typische Epiphytenvegetation an einem gering immissionsbeeinflussten Standort: Reicher Bewuchs von Krusten-, Blatt- und Strauchflechten auf Ahorn, Nähe Sankelmark, MTB 1222, Mai 1986.

## 6 Flechtenkartierung und IAP-Untersuchung in Flensburg

Seit längerer Zeit ist bekannt, daß rindenbewohnende Flechten in Siedlungsgebieten meistens nur in spärlicher Entwicklung auftreten. Während der letzten Jahrzehnte wurden dazu in Mitteleuropa zahlreiche Untersuchungen und Kartierungen durchgeführt, die die Abhängigkeit des epiphytischen Flechtenwuchses von der lokalen Immissionsituation eindeutig belegten (vgl. dazu Kapitel 7.2.1: Einwirkung von sauren Luftverunreinigungen).

Aus Schleswig-Holstein liegen zu diesem Punkt bisher nur allgemeine Beobachtungen vor (Ausnahme: unveröffentlichte Diplomarbeit von ZIMMER, 1990). Um die Aussagekraft von Flechtenvorkommen in luftverunreinigten Regionen zu prüfen, wurde daher das Stadtgebiet von Flensburg als Probefläche für eine sogenannte IAP-Kartierung ausgewählt. Ziel der Untersuchung war es, die Beobachtung "Flechtenarmut in Stadtgebieten" in bezug auf Flensburg zu quantifizieren, d.h. Aussagen über die räumliche Variation der Artenvielfalt zu machen mit dem Ziel, Zonen unterschiedlicher Luftgüte zu unterscheiden.

### 6.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Stadt Flensburg, ein Oberzentrum mit ca. 86.000 Einwohnern, liegt am Endpunkt der Flensburger Förde unmittelbar an der deutsch-dänischen Grenze. Das Oberflächenrelief wird bestimmt durch das von Norden her in den Siedlungskern einschneidende Tal der Förde sowie durch die westlich und östlich der Innenförde gelegenen Moränenhochflächen. Diese Hochflächen, ihre Steilabfälle und die zahlreichen Seitentäler prägen das Stadtbild in geomorphologischer Hinsicht (POLENSKY & RIEDEL 1984).

Ein Klimadiagramm von Flensburg ist in Abb. 14 (folgende Seite) dargestellt.

Schiffbau, Verarbeitung agrarischer Rohstoffe und Papierherstellung spielen in der Wirtschaftsstruktur der alten Hafen- und Handelsstadt eine bedeutende Rolle. Obwohl Flensburg der bedeutendste Industrie- und Gewerbestandort im nördlichen Landesteil ist, existieren kaum "emissionsintensive" Industrieanlagen (z.B. Chemische Industrie).

Lokale Schadstoffmessungen des Lufthygienischen Überwachungsnetzes Schleswig-Holstein (Meßwagen am nördlichen Stadtrand, Meßzeitraum Oktober 1984 bis März 1985) ergaben die folgenden hochgerechneten Jahresmittelwerte (Daten nach SOZIALMINISTER SH 1986):

SO <sub>2</sub> :	10 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub> :	15 µg/m <sup>3</sup>
Ozon:	50 µg/m <sup>3</sup>

Das seit 1970 sehr gut ausgebauten Fernwärmenetz der Stadt Flensburg (PRINZ 1979, 1986) leistet einen erheblichen Beitrag zur Luftreinhaltung, indem es private Feuerstellen mit hohem und schlecht kontrollierbarem Schadstoffausstoß unnötig macht.

Die Stadtfläche ist relativ reich an Allee- und Einzelbäumen, wobei besonders der hohe Anteil älterer Ulmen hervorzuheben ist. GIESSLER (1988) gibt für Flensburg eine Gesamtzahl von 4200 Straßenbäumen an und nennt 25 Alleen im Stadtgebiet, von denen sich einige über mehrere Kilometer Länge erstrecken. - Eine Schilderung "naturnaher Räume" sowie der Nutzungsstrukturen im Gebiet geben HEINTZE & al. (1988).

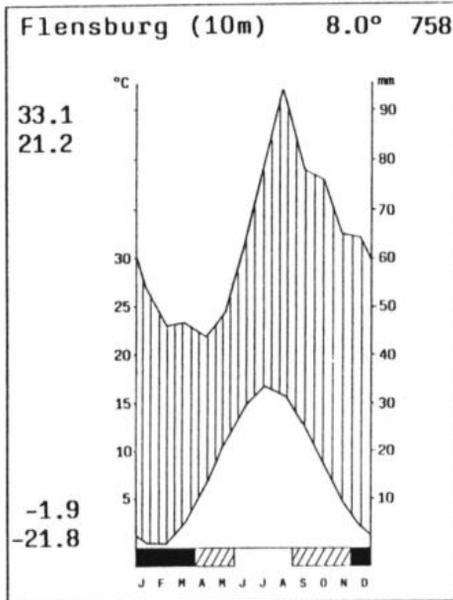


Abb. 14: Klimadiagramm von Flensburg (nach PROBST 1978, verändert).

## 6.2 Zahlenmäßige Ergebnisse der Flechtenkartierung

Nachdem in Abschnitt 4.3 (S. 25 ff.) die Methodik der Datenerhebung und -verarbeitung ausführlich geschildert wurde, sollen hier einige numerische Ergebnisse der IAP-Kartierung dargestellt werden.

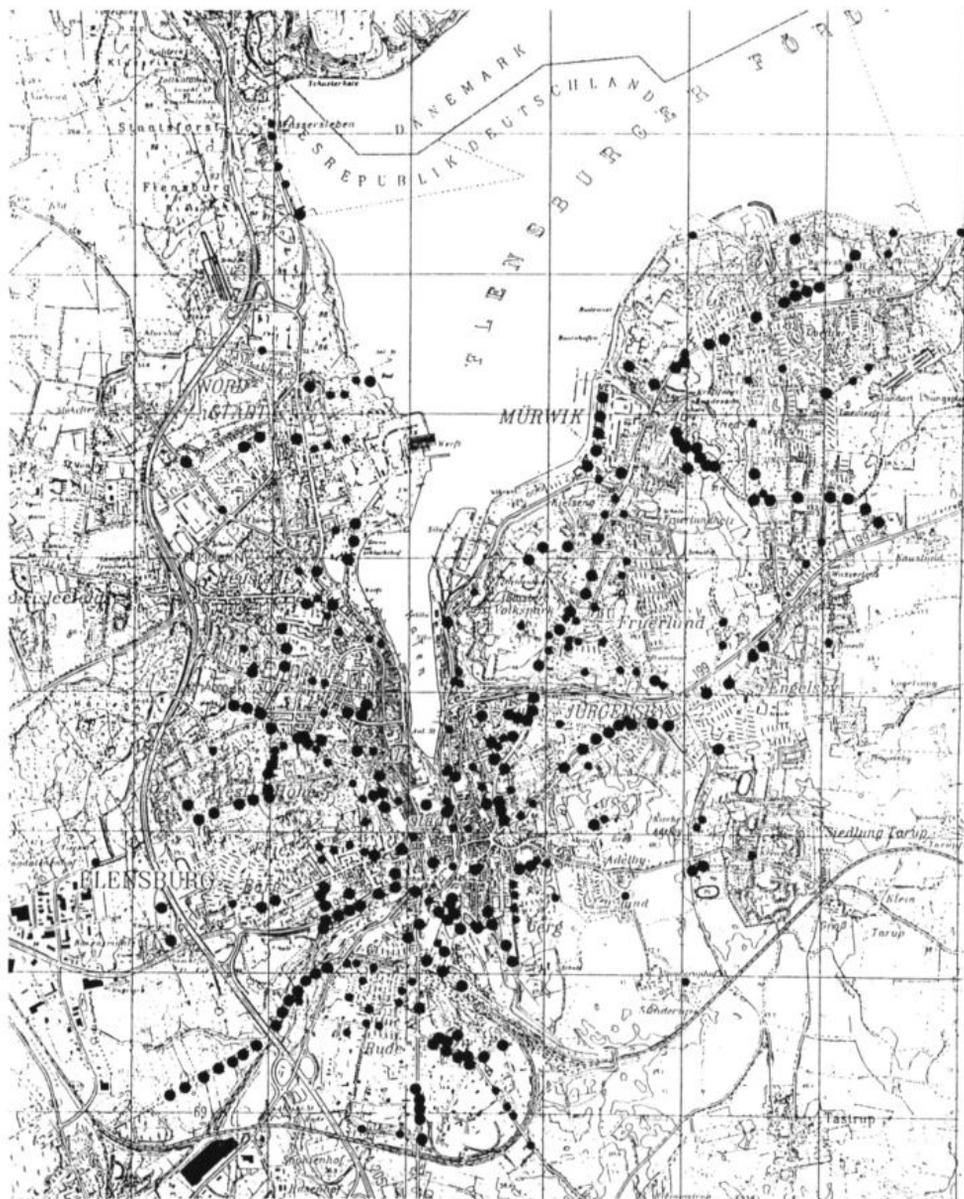
Bei der Begehung des Flensburger Stadtgebiets wurden insgesamt 91 epiphytische Flechtenarten festgestellt (Tabelle 2, S. 132), von denen 78 in den aufgenommenen Stationen vertreten sind. Die Lage der 340 Stationen geht aus der Karte 43 (S. 133) hervor.

Die Tabellen 3 (S. 134) und 4 (S. 135) nennen die Arten, die am häufigsten in den Stationen angetroffen wurden (Tabelle 3: alle Stationen; Tabelle 4: Stationen mit *Ulmus*). In Tabelle 5 (S. 136) werden die Diversitätswerte (Q-Werte) einiger Flechtenarten genannt, die auch in anderen Teilen des Landesgebiets für eine grobe Abschätzung der Florenqualität herangezogen werden können.

Tab. 2: Epiphytische Flechtenarten im Untersuchungsgebiet Flensburg

---

Anaptychia ciliaris	Parmelia acetabulum
Arthonia radiata	Parmelia caperata
Arthopyrenia punctiformis	Parmelia elegantula
Bacidia rubella	Parmelia exasperatula
Bryoria fuscescens	Parmelia glabratula
Buellia griseovirens	Parmelia laciniatula
Buellia punctata	Parmelia saxatilis
Calicium salicinum	Parmelia subaurifera
Calicium viride	Parmelia subrudecta
Caloplaca chlorina	Parmelia sulcata
Caloplaca citrina	Parmelia tiliacea
Caloplaca herbidella	Parmeliopsis ambigua
Caloplaca holocarpa	Pertusaria albescens
Candelaria concolor	Pertusaria amara
Candelariella aurella	Pertusaria coccodes
Candelariella reflexa	Pertusaria leioplaca
Candelariella vitellina	Pertusaria pertusa
Candelariella xanthostigma	Phaeophyscia nigricans
Cetraria chlorophylla	Phaeophyscia orbicularis
Chaenotheca ferruginea	Phlyctis argena
Cladonia coniocraea	Physcia adscendens
Cladonia pyxidata	Physcia caesia
Cliostomum griffithii	Physcia dubia
Dimerella pineti	Physcia tenella
Evernia prunastri	Physconia distorta
Graphis scripta	Physconia enteroxantha
Haematomma ochroleucum	Physconia grisea
Hypocenomyce scalaris	Physconia perisidiosa
Hypogymnia physodes	Platismatia glauca
Hypogymnia tubulosa	Porina aenea
Lecania cyrtella	Pseudevernia furfuracea
Lecanora argentata	Ramalina farinacea
Lecanora carpinea	Ramalina fastigiata
Lecanora chlorotera	Rinodina gennarii
Lecanora conizaeoides	Saccomorpha icmalea
Lecanora dispersa	Schismatomma decolorans
Lecanora expallens	Scoliciosporum chlorococcum
Lecanora hagenii	Strangospora pinicola
Lecanora intumescens	Trapeliopsis flexuosa
Lecanora saligna	Xanthoria candelaria
Lecanora symmicta	Xanthoria fallax
Lecidella elaeochroma	Xanthoria parietina
Lecidella scabra	Xanthoria polycarpa
Lepraria incana	
Micarea prasina	
Mycoblastus sterilis	
Opegrapha niveoatra	
Opegrapha varia	



Karte 43: Lage der 340 IAP-Stationen im Flensburger Stadtgebiet  
(● = Stationen mit *Ulmus*, • = mit anderen Phanophyten).

Tab. 3: Die häufigsten Flechtenarten an den Flensburger IAP-Stationen  
(340 Stationen, alle Phorophyten)

---

1)	<i>Lecanora conizaeoides</i>	298 Stationen
2)	<i>Physcia tenella</i>	210
3)	<i>Buellia punctata</i>	185
4)	<i>Cladonia coniocraea</i>	140
5)	<i>Lecanora expallens</i>	138
6)	<i>Xanthoria candelaria</i>	138
7)	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	134
8)	<i>Parmelia sulcata</i>	124
9)	<i>Hypogymnia physodes</i>	99
10)	<i>Phlyctis argena</i>	99
11)	<i>Parmelia saxatilis</i>	96
12)	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	76
13)	<i>Lecanora dispersa</i>	73
14)	<i>Parmelia glabratula</i>	73
15)	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	62
16)	<i>Parmelia laciniatula</i>	60
17)	<i>Candelariella xanthostigma</i>	59
18)	<i>Evernia prunastri</i>	49
19)	<i>Physconia enteroxantha</i>	49
20)	<i>Xanthoria parietina</i>	49
21)	<i>Xanthoria polycarpa</i>	46
22)	<i>Candelariella reflexa</i>	42
23)	<i>Caloplaca citrina</i>	27
24)	<i>Ramalina farinacea</i>	21
25)	<i>Lecanora chlarotera</i>	19
26)	<i>Parmelia acetabulum</i>	19
27)	<i>Parmelia exasperatula</i>	16
28)	<i>Caloplaca chlorina</i>	14
29)	<i>Ramalina fastigiata</i>	12
30)	<i>Physcia adscendens</i>	11

Tab. 4: Die häufigsten Flechtenarten an den Flensburger IAP-Stationen  
(196 Stationen mit *Ulmus*)

---

1)	<i>Lecanora conizaeoides</i>	166 Stationen
2)	<i>Physcia tenella</i>	154
3)	<i>Buellia punctata</i>	142
4)	<i>Cladonia coniocraea</i>	121
5)	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	117
6)	<i>Xanthoria candelaria</i>	115
7)	<i>Lecanora expallens</i>	109
8)	<i>Parmelia sulcata</i>	89
9)	<i>Phlyctis argena</i>	83
10)	<i>Parmelia saxatilis</i>	72
11)	<i>Lecanora dispersa</i>	61
12)	<i>Candelariella xanthostigma</i>	58
13)	<i>Parmelia laciniatula</i>	56
14)	<i>Parmelia glabratula</i>	55
15)	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	52
16)	<i>Hypogymnia physodes</i>	50
17)	<i>Physconia enteroxantha</i>	46
18)	<i>Candelariella reflexa</i>	40
19)	<i>Xanthoria parietina</i>	35
20)	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	34
21)	<i>Evernia prunastri</i>	31
22)	<i>Caloplaca citrina</i>	23
23)	<i>Xanthoria polycarpa</i>	21
24)	<i>Parmelia acetabulum</i>	17
25)	<i>Parmelia exasperatula</i>	15
26)	<i>Ramalina farinacea</i>	14
27)	<i>Lecanora chlorotera</i>	14
28)	<i>Caloplaca chlorina</i>	12
29)	<i>Physcia caesia</i>	10
30)	<i>Ramalina fastigiata</i>	10

Mit dem Vorliegen der Datenmatrix (91 Arten x 340 Stationen) kann nach den auf S. 26 gegebenen Formeln für jede Art der spezifische Diversitätsindex  $Q$  sowie für jede Station der spezifische IAP-Wert berechnet werden.

Unter den häufigen Arten der Tabellen 3 und 4 sind zahlreiche Sippen, die bevorzugt an schwach sauren bis subneutralen Borke frei-

stehender Laubbäume vorkommen. Obwohl solche Arten auch durch lokale Eutrophierung gefördert werden können, ihr Vorkommen also nicht nur von der Luftgüte abhängen muß, wurden alle angetroffenen Arten zur Berechnung der Q- und IAP-Werte herangezogen.

Systematische Fehler, die damit in Kauf genommen werden, sind

- der nicht quantifizierbare Einfluß von Düngung und Staubimprägung,
- unzutreffende Q-Werte sehr seltener Arten (geringe Stichprobengröße).

Die Tabelle 5 nennt die Q-Werte einiger nicht bzw. schwach nitrophytischer Flechtenarten. Es wurden verbreitete Arten ausgewählt, so daß die hier gegebene relative Skala im gesamten Landesgebiet zu einer groben Orientierung über die Qualität der epiphytischen Flechtenflora benutzt werden kann. Die in der Tabelle genannte Reihenfolge stimmt sehr gut mit Geländebeobachtungen zur Toxitolanz der einzelnen Arten überein, macht den Rückschluß von der Artenvielfalt auf die Luftqualität also plausibel.

Tab. 5: Diversitätsindex Q (= durchschnittl. Zahl der Begleitarten) einiger nicht oder mäßig nitrophytischer Flechten an den Flensburger IAP-Stationen (340 Stationen, alle Phorophyten)

---

1)	<i>Anaptychia ciliaris</i>	20.67
2)	<i>Parmelia subrudecta</i>	20.00
3)	<i>Physconia distorta</i>	19.25
4)	<i>Ramalina fastigiata</i>	16.83
5)	<i>Lecanora chlorotera</i>	16.05
6)	<i>Ramalina farinacea</i>	15.33
7)	<i>Parmelia acetabulum</i>	14.68
8)	<i>Parmelia exasperatula</i>	14.38
9)	<i>Pertusaria albescens</i>	14.33
10)	<i>Platismatia glauca</i>	13.40
11)	<i>Parmelia laciniatula</i>	12.77
12)	<i>Cliostomum griffithii</i>	12.75
13)	<i>Phlyctis argena</i>	12.48
14)	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	12.38
15)	<i>Evernia prunastri</i>	12.31
16)	<i>Parmelia glabratula</i>	11.97
17)	<i>Parmelia saxatilis</i>	11.33
18)	<i>Lecanora expallens</i>	11.15
19)	<i>Cladonia coniocraea</i>	11.09
20)	<i>Strangospora pinicola</i>	11.00
21)	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	10.78
22)	<i>Parmelia sulcata</i>	10.74
23)	<i>Hypogymnia physodes</i>	9.69
24)	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	7.55
25)	<i>Lecanora conizaeoides</i>	6.54

### 6.3 Verbreitungskarten und IAP-Zonierung

In den folgenden vier Verbreitungskarten werden Beispiele für zwei verschiedene Verbreitungsmuster dargestellt, die bei den in Flensburg angetroffenen epiphytischen Flechtenarten zu beobachten sind.

*Hypocenomyce scalaris* (Karte 44) ist eine deutlich azidophytische Art, die an saurer Borke von Laub- und Nadelbäumen vorkommt und dort bisweilen Massenvorkommen bildet. Aufgrund ihrer Toxitoleranz gehört sie zu den Arten, die am weitesten in die Innenstadt Flensburgs vordringen. Ihr niedriger Q-Wert (7.55) zeigt an, daß sie vorwiegend in artenarmen Beständen zu finden ist; eine Beschränkung auf den Stadtrand ist in den Verbreitungskarten nicht zu erkennen. Ein ähnliches Auftreten zeigen u.a. die sehr häufigen Arten *Lecanora conizaeoides*, *Physcia tenella* und *Buellia punctata*.

Im Gegensatz zu *H. scalaris* reagieren *Parmelia acetabulum*, *Lecanora chlorotera* und *Ramalina farinacea* (Karten 45 bis 47) sensibel auf saure Luftverunreinigungen. Die genannten Arten fehlen im Stadtkern völlig und dringen nur spärlich in das zusammenhängend bebaute Gebiet ein, wobei Schwerpunkte des Vorkommens im Süden, an der südwestlichen Peripherie und im Nordosten der Stadt liegen. Fast alle immissionsanfälligen Flechtenarten zeigen einen ähnlichen Verbreitungstyp, sofern sie nicht in der Lage sind, auf speziellen Substraten tiefer in das Stadttinnere einzudringen. So wurden z.B. die beiden Funde von *Ramalina farinacea*, die dem Stadtzentrum am nächsten liegen, an den (subneutralen bzw. gut gepufferten) Borke von *Salix babylonica* und *Acer negundo* gemacht.

Große Ähnlichkeit mit der Verbreitungskarte von *Ramalina farinacea* besitzt die Karte der Stationen mit IAP-Werten von 200 und darüber, d.h. der Stationen mit einer sehr hohen Artendiversität. Ein großes, zusammenhängendes Areal des Stadtgebiets wird von den betreffenden Aufnahmepunkten eingeschlossen (Karte 48). Fügt man in das Kartenbild außerdem die Stationen mit IAP-Werten zwischen 150 und 200 ein, so ist von allen Richtungen her eine Einengung dieser inneren Zone zu verfolgen (Karte 49). Insbesondere im Süden des Gebiets sowie auf der westlichen Höhe zeigt sich eine starke Zunahme der Fundpunkte mit reicher Flechtenflora, verbunden mit einem gleichmäßigen Vorrücken in Richtung Stadtmitte.

Die Karte 50, auf der alle Stationen mit einem IAP-Wert von 100 oder darüber verzeichnet sind, läßt schließlich das Stadtzentrum klar als Zone der geringsten Artenvielfalt hervortreten, die sich auf dem Westufer bis zur Neustadt hinzieht, auf dem Ostufer sogar noch weiter nach Norden (bis Kielseng). Eine sehr gute Übereinstimmung mit dieser Zonierung zeigt die Karte 51, die die Lage aller *Ulmus*-Stationen mit *Lecanora conizaeoides* als einziger epiphytischer Flechtenart angibt. Die Ulme, ein Phorophyt mit sehr guten Substrateigenschaften für Epiphyten, trägt in der Regel auch in Flensburg eine vielfältige Flechtenflora. Das Vorhandensein von nur einer Flechtenart, der sehr azidophytischen und toxitoleranten *L. conizaeoides*, deutet auf eine re-

lativ hohe Luftverunreinigung hin, verglichen mit den Randbezirken der Stadt. Da die Beobachtung "*Ulmus* nur mit *L. conizaeoides*" - im Gegensatz zu einer IAP-Kartierung - schnell zu wiederholen bzw. zu überprüfen ist, bietet sich hier ein einfaches Kriterium, um eine zukünftige Ausweitung oder Einengung der am stärksten belasteten Zone in der Flensburger Innenstadt zu überprüfen.

Einen Überblick über die vorgefundene Zonierung der IAP-Werte gibt die Karte 52.

#### 6.4 Bewertung der Flechtenvorkommen im Untersuchungsgebiet

Die epiphytische Flechtenvegetation des Untersuchungsgebiets Flensburg ist sowohl durch die relativ hohe Zahl der insgesamt vorkommenden Arten als auch durch die großen qualitativen Differenzen innerhalb des UG gekennzeichnet. Das Auffinden von 91 Epiphyten in einem relativ kleinen Gebiet weist auf eine relativ niedrige Hintergrundbelastung der Region durch saure Luftverunreinigungen hin, was durch die landesweite Kartierung bestätigt wird (Vorkommen zahlreicher immissionsempfindlicher Arten).

Zum Vergleich können die Artenzahlen einiger anderer IAP-Untersuchungen aus jüngerer Zeit angeführt werden:

THOMÉ 1976	Saarbrücken	28 Arten,
HOISLBAUER 1982	Linz	49 Arten,
DIEM & al. 1983	Ulm	ca. 50 Arten,
VERHEYEN & al. 1988	Münster	42 Arten.

Der hohen Gesamt-Artenzahl entspricht die weitgehend intakte Flechtenvegetation an Straßenbäumen (Eichen, Eschen, Ulmen) an der Peripherie des Stadtgebiets (Norden: Wassersleben, Nordosten: Solitüde, Osten: Wasserloos, Südosten: Sünderup, Süden: Schleswiger Straße, Südwesten: Nikolaiallee, Westen: Marienhölungsweg). Hier wurden bis zu 23 Arten pro Baum und bis zu 27 Arten pro Station (Baumgruppe) festgestellt, darunter *Anaptychia ciliaris*, *Physconia distorta*, *Candelaria concolor*, *Bacidia rubella*, *Ramalina spp.*, *Opegrapha spp.*, *Parmelia caperata* und *P. subrudecta*.

In auffälligem Gegensatz dazu steht die deutliche Artenarmut im Stadtzentrum, wo selbst an einem so gut geeigneten Trägerbaum wie *Ulmus* über weite Strecken nur die extrem toxitolerante *Lecanora conizaeoides* vorkommt (s. Karte 51). Durch die herabgesetzte Akzesibilität allein (geringere Zahl von Bäumen, dichtere Bebauung) ist dieses Phänomen zweifellos nicht zu erklären. Auch der stärkere Kfz-Verkehr in der Stadtmitte liefert keine plausible Erklärung, da *Anaptychia ciliaris* und *Physconia distorta* entlang einer stark befahrenen Ausfallstraße vorkommen. Hausbrand spielt aufgrund des sehr gut ausgebauten Fernwärmenetzes keine große Rolle, und bedeutende industrielle Emittenten fehlen ebenfalls; eine der artenreichsten Alleen führt sogar durch das Industriegebiet Süd (das allerdings kaum schadstoffemittierende Betriebe beherbergt). Höhenunterschiede schei-

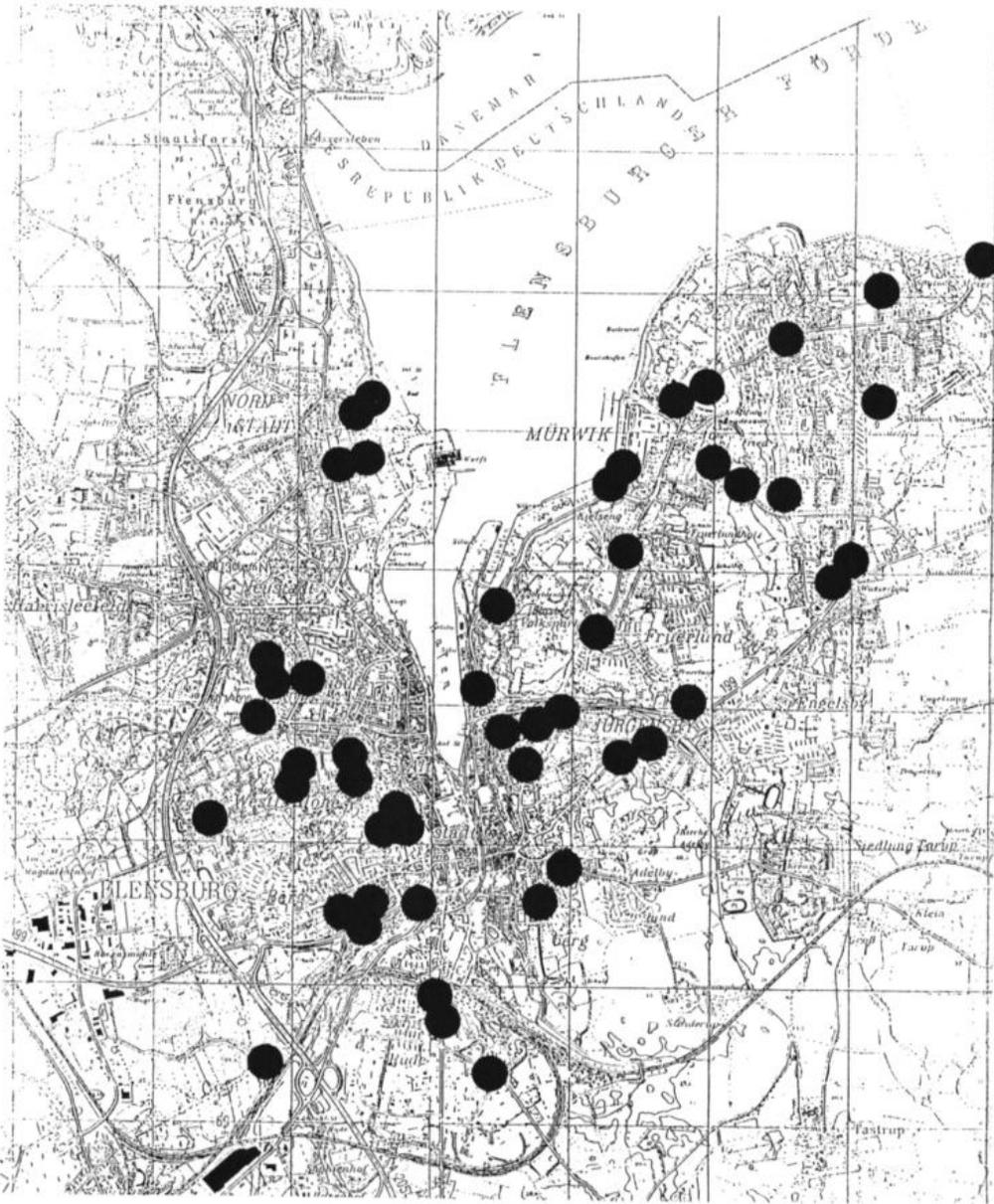
den ebenfalls als Ursache der Florenunterschiede aus, denn sehr artenarme Stationen finden sich nicht nur in der tiefgelegenen Innenstadt, sondern auch auf den Moränenzügen westlich und östlich der Innenförde. Klimatische Einflüsse, die die Artenvielfalt stark beeinflussen können (siehe z.B. die Diskussion bei RABE 1981), sind aus dem gleichen Grund nicht für die beobachteten Unterschiede verantwortlich zu machen.

Der relativ kontinuierliche Gradient von der Stadtmitte zum Stadtrand (in allen Himmelsrichtungen) ist möglicherweise am besten durch eine Kombination von Standortnachteilen zu erklären, die - jeder für sich betrachtet - nicht ausreichend für eine Schädigung sind, zusammen aber eine starke Verarmung bewirken können:

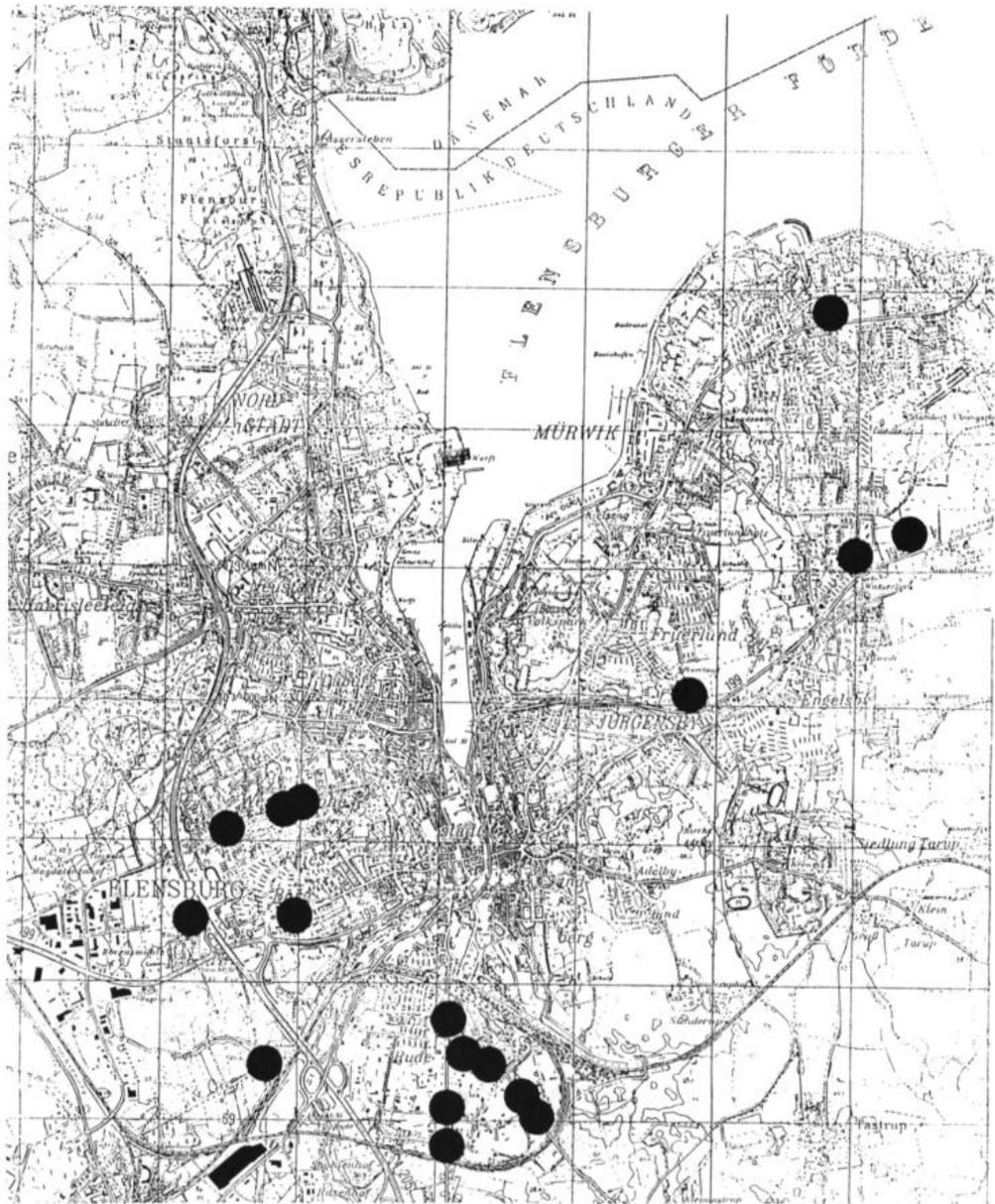
- höhere Immissionsraten (dichtere Bebauung, starker Verkehr),
- geringere Zahl und Akzessibilität der Straßenbäume,
- geringere Luftfeuchte durch dichtere Bebauung (Versiegelung).

Die Rolle der Luftfeuchtigkeit und allgemein die Bedeutung "grüner Inseln" (wie z.B. größerer Parkflächen) in Stadtgebieten wird am Beispiel des Mühlenfriedhofs (Westliche Höhe) deutlich, in dessen Bereich zahlreiche Flechten vorkommen, die in der näheren Umgebung fehlen. Auch in der Nähe von Waldstücken (Solitüde, Klues, Marien-Marienhölzung) und im Bereich von "Frischlufschneisen" wie dem Lautrupstal oder dem Osbektal ist eine reiche Vegetation anzutreffen - ein Umstand, der zur Erhaltung solcher Schneisen auffordert, die als Ventilations- und auch als Einwanderungswege für Tiere und Pflanzen in Siedlungen sehr wichtig sind.

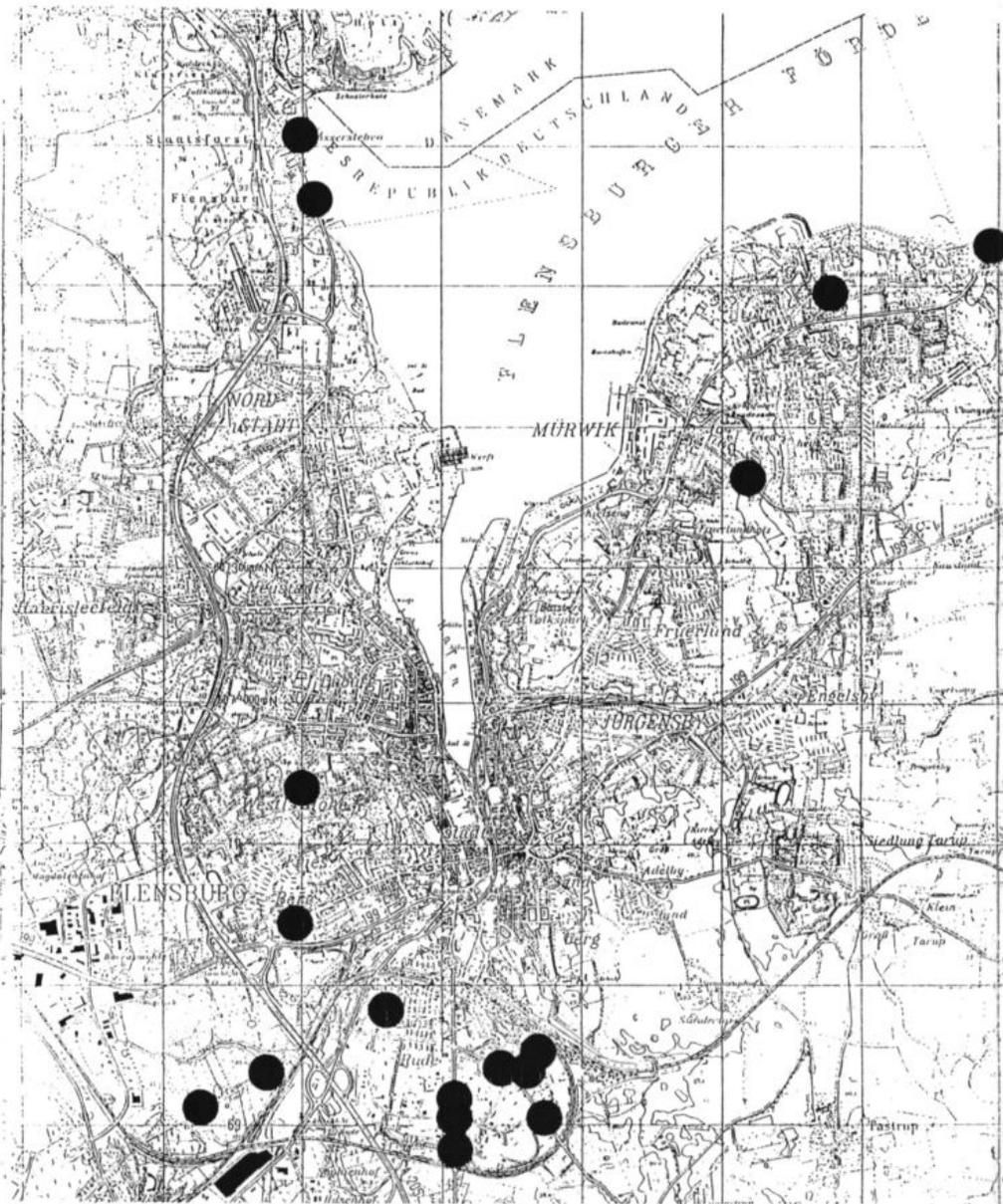
Eine genauere Beschreibung der innerstädtischen Immissionsverhältnisse mittels der IAP-Methode ist aufgrund der kleinräumigen Unterschiede kaum möglich. Selbst unter Zuhilfenahme einer hohen Zahl von Stationen ist eine sehr feine Auflösung nicht zu erreichen, v.a. wegen der Heterogenität des Baumbestands. Auch der häufigste Alleebaum, *Ulmus*, ist zwar prinzipiell gut für eine IAP-Untersuchung geeignet, kommt aber zu lückenhaft vor, um einen wirklich kleinflächigen Vergleich zu ermöglichen. Die Baumdichte stellt hier also den begrenzenden Faktor dar. Dennoch kann aus der Lage der Stationen mit hohen und sehr hohen Diversitätswerten (Karten 48, 49, 50) sowie der Verbreitung von *Ulmus*-Stationen mit *Lecanora conizaeoides* als einziger epiphytischer Flechtenart (Karte 51) ersehen werden, daß im Stadtgebiet starke Unterschiede in der Luftbelastung bestehen und daß diese Unterschiede sich in einer mehr oder weniger regelmäßigen Zonierung der Artendiversität niederschlagen. Es wird weiterhin deutlich, daß die Auswahl eines Meßpunktes für Luftgüteuntersuchungen nicht ausreichend ist, um mit Hilfe chemisch-physikalischer Meßmethoden die "durchschnittliche" Immissionsbelastung im gesamten Untersuchungsgebiet zu beschreiben.



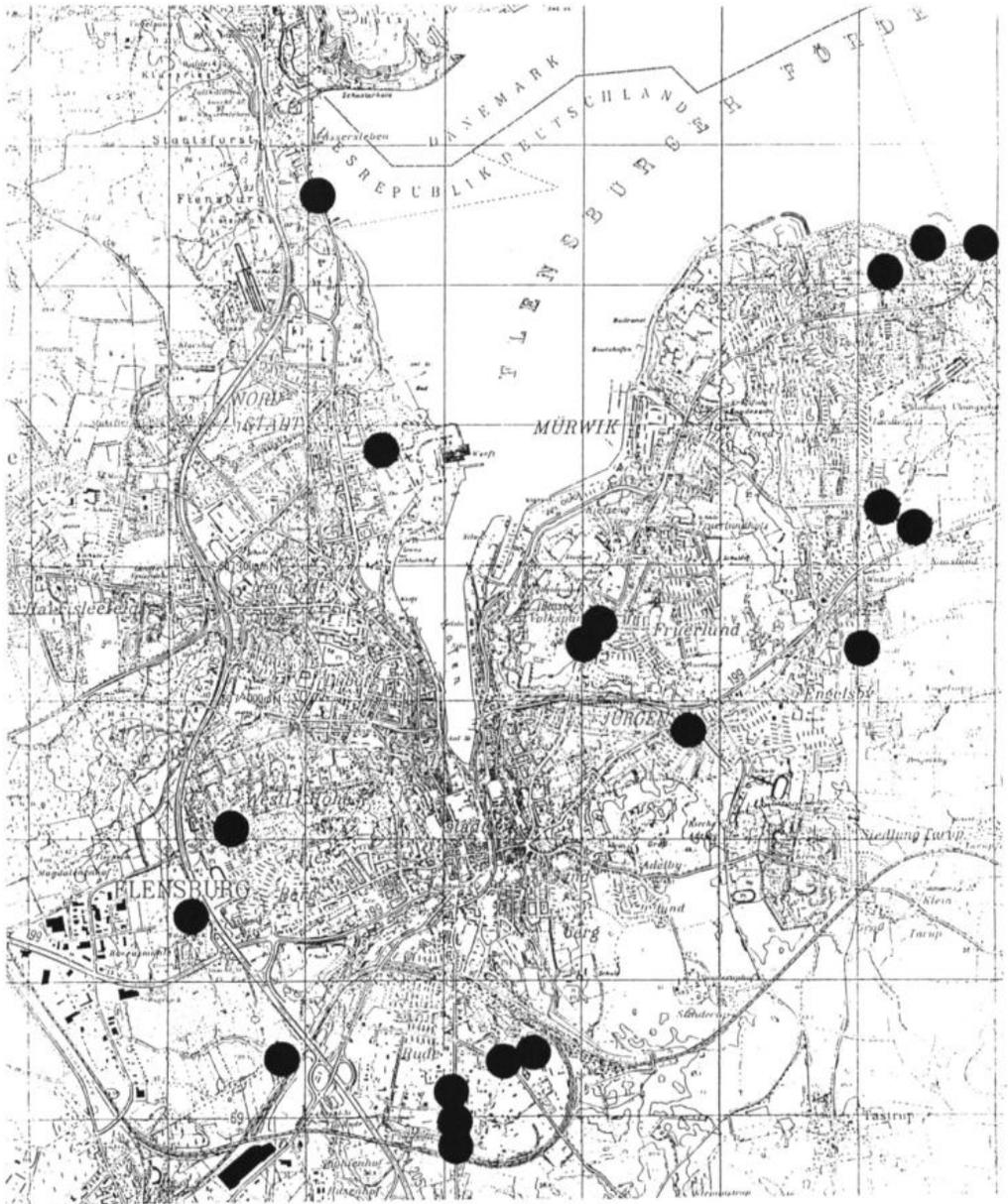
Karte 44: Vorkommen von *Hypocenomyce scalaris* an den IAP-Stationen.



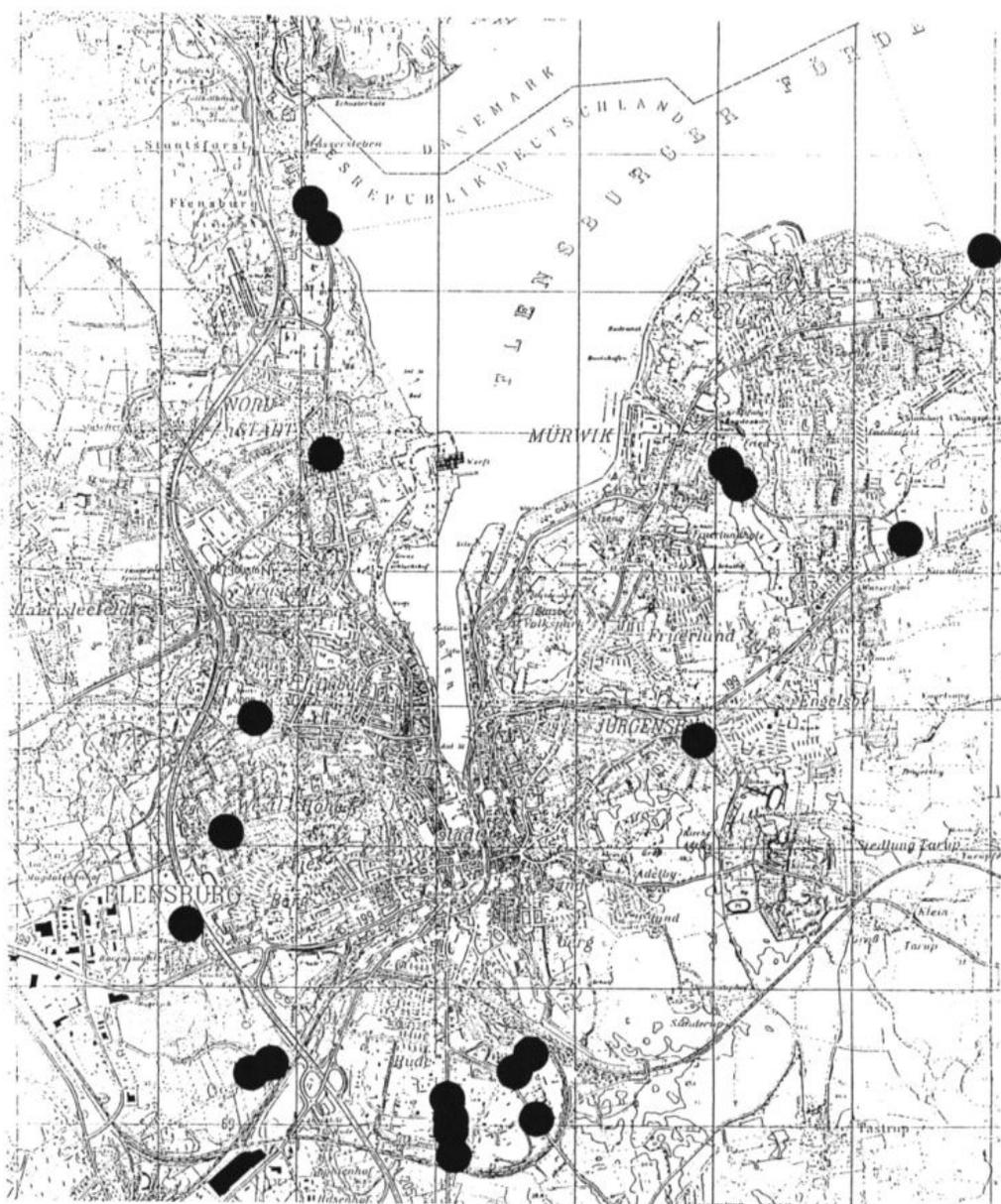
Karte 45: Vorkommen von *Parmelia acetabulum* an den IAP-Stationen.



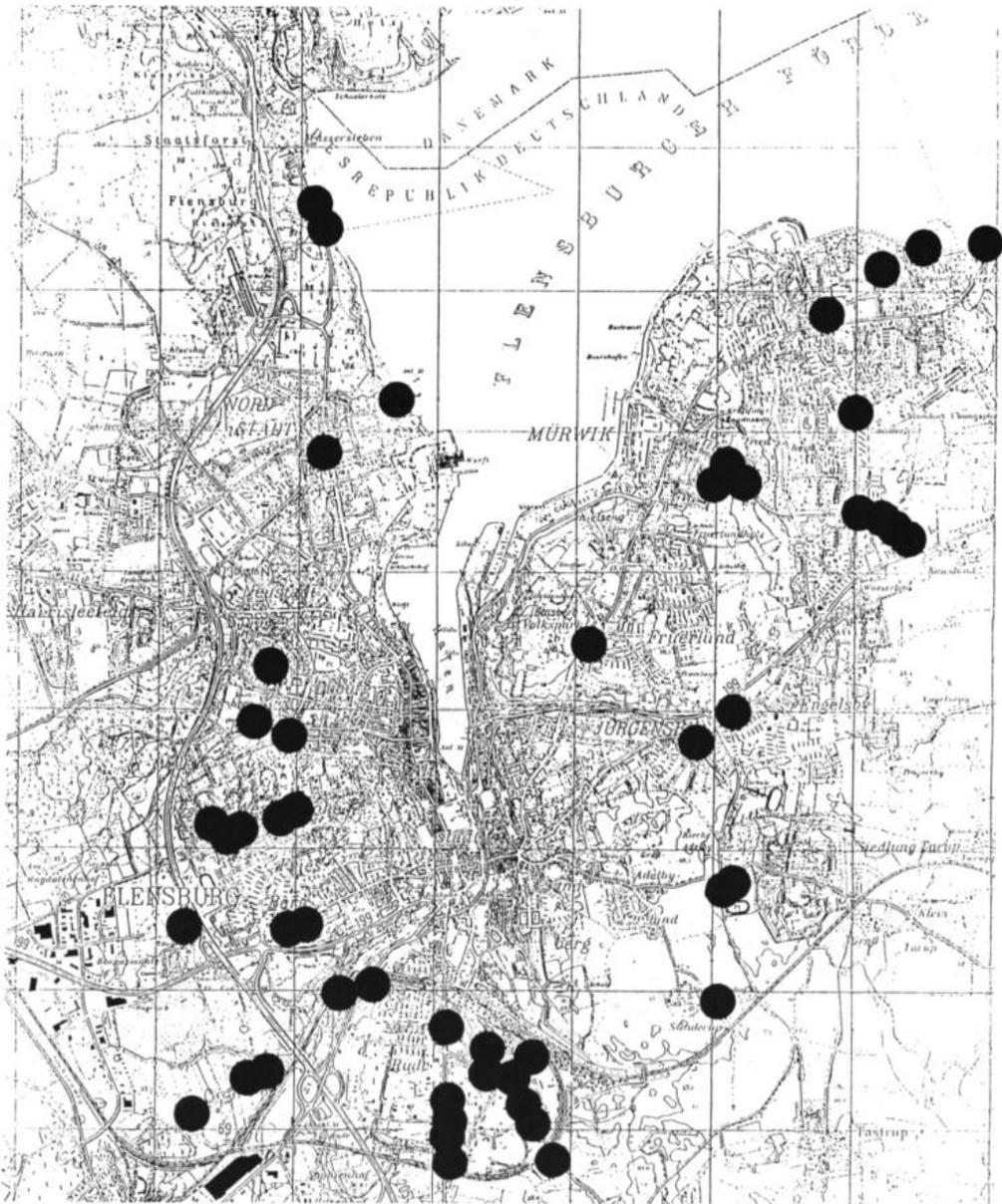
Karte 46: Vorkommen von *Lecanora chlorotera* an den IAP-Stationen.



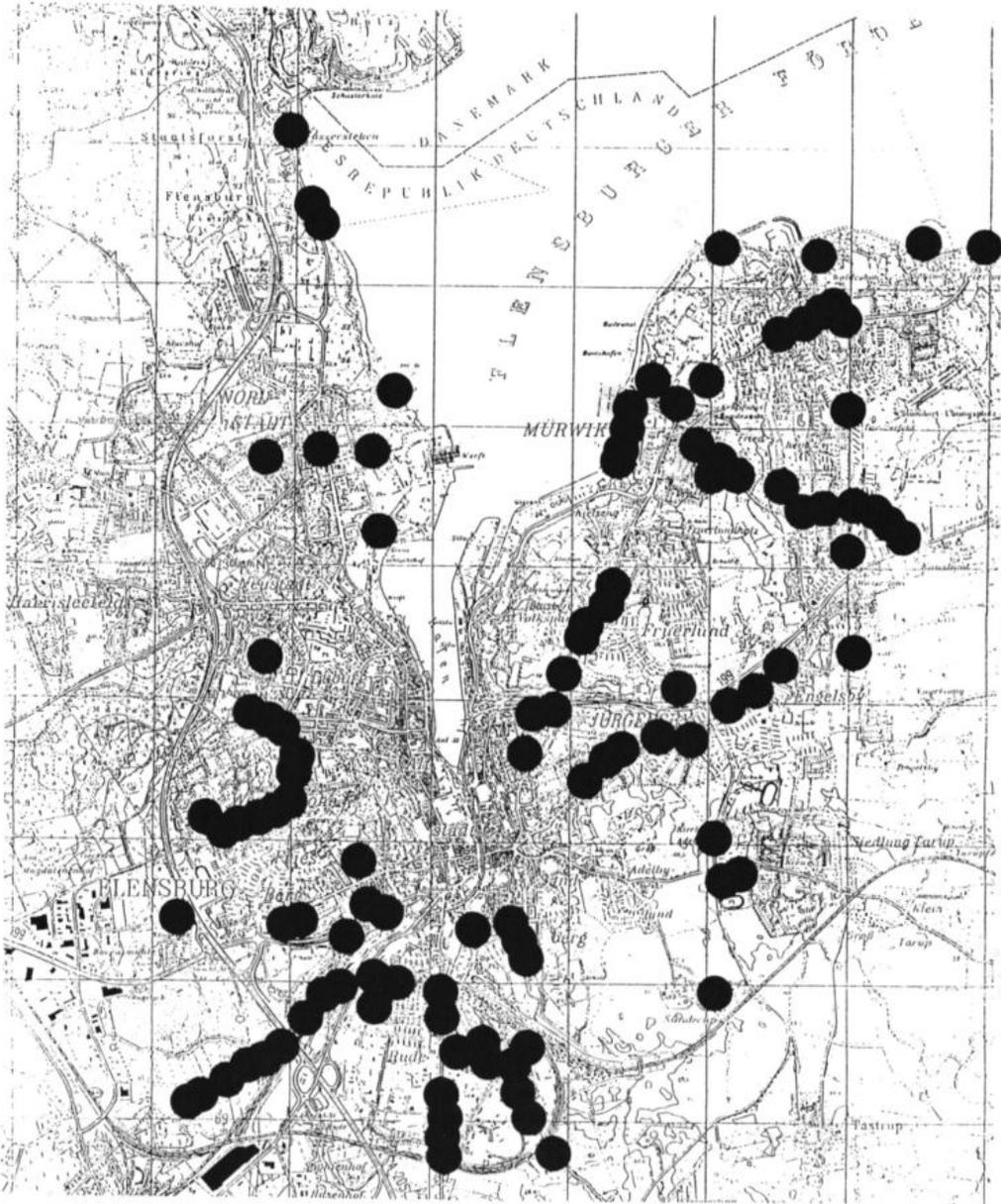
Karte 47: Vorkommen von *Ramalina farinacea* an den IAP-Stationen.



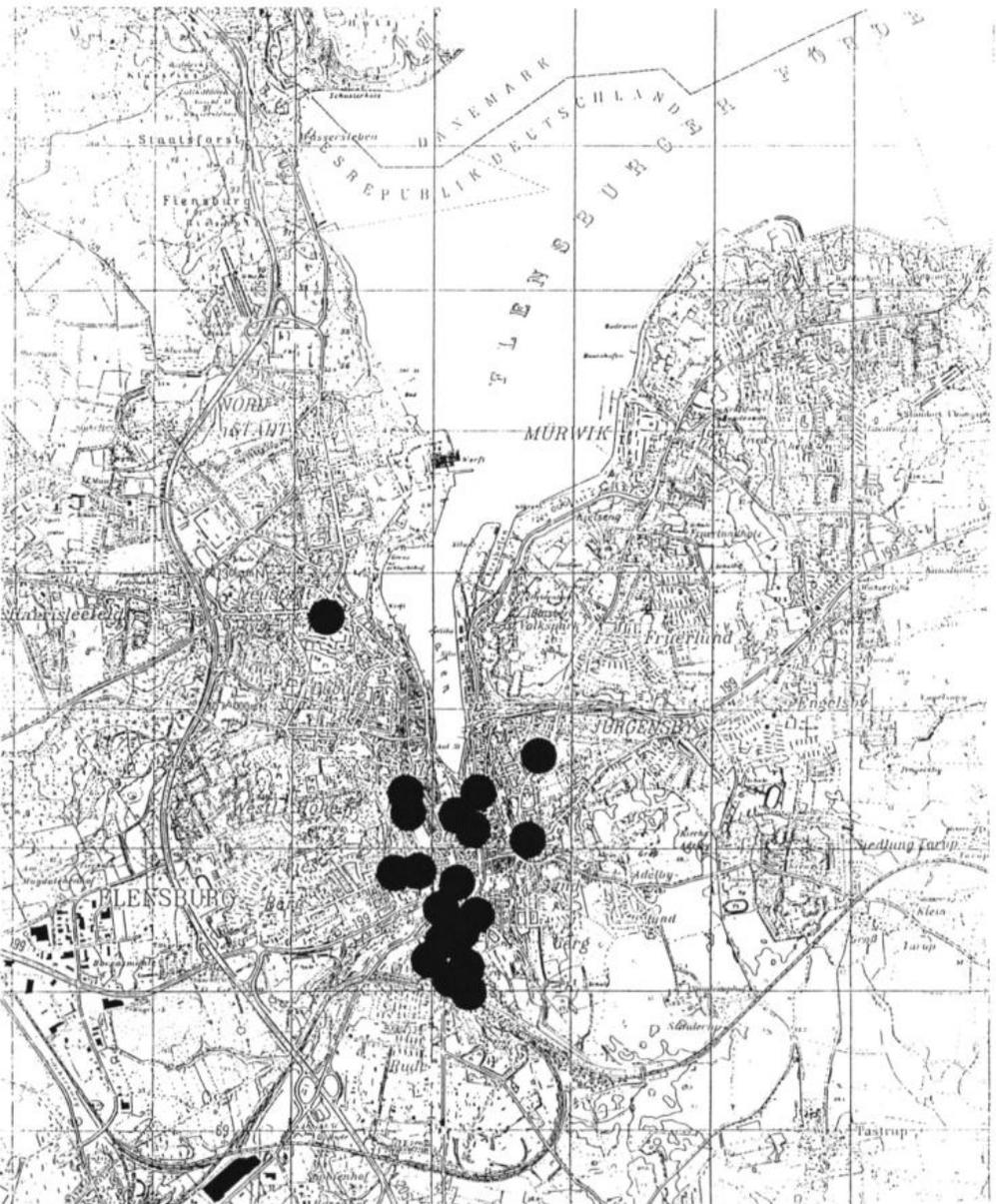
Karte 48: Lage der Stationen mit IAP-Werten über 200.



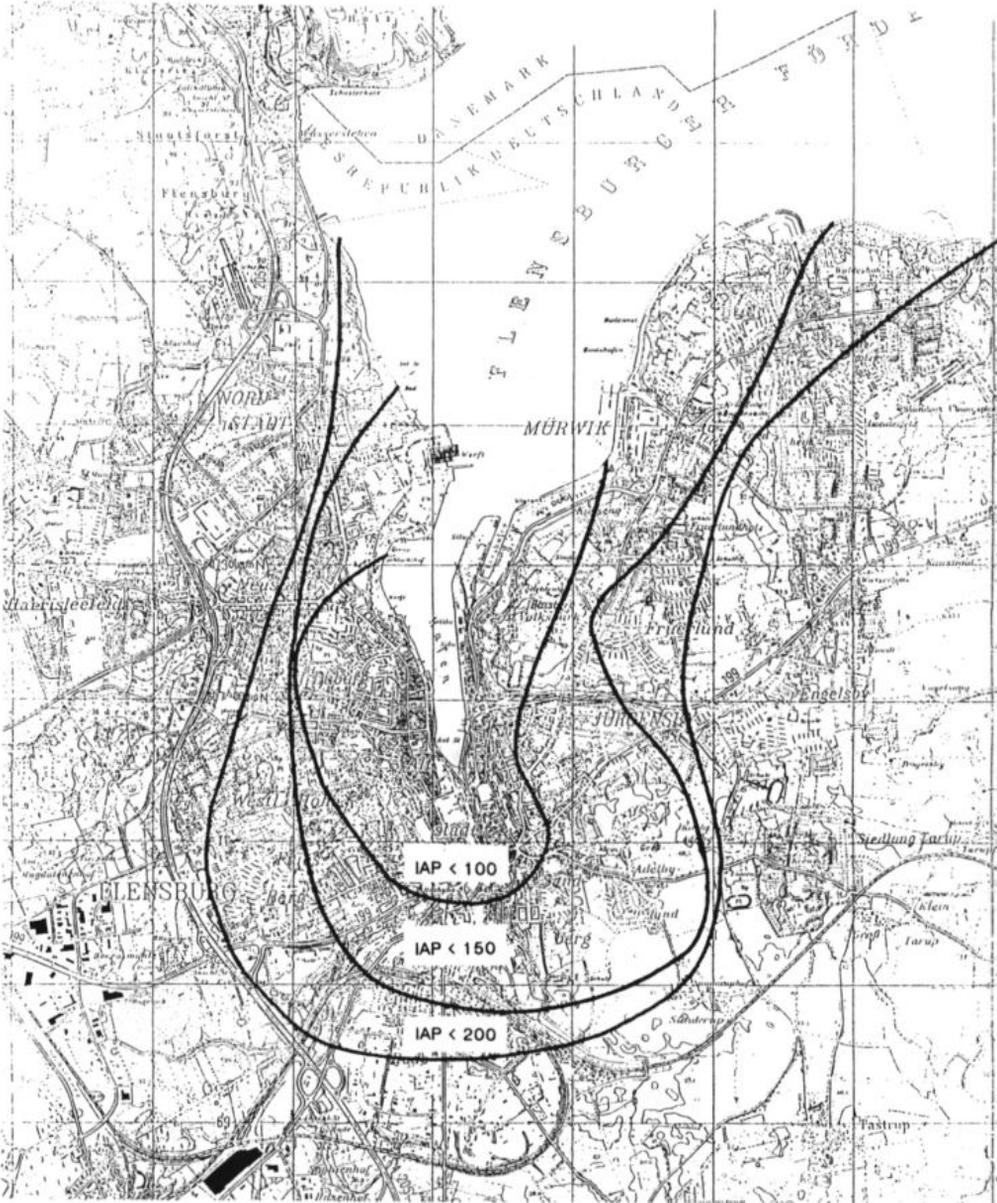
Karte 49: Lage der Stationen mit IAP-Werten über 150.



Karte 50: Lage der Stationen mit IAP-Werten über 100.



Karte 51: IAP-Stationen mit *Ulmus* als Phorophyt und *Lecanora conizaeoides* als einziger epiphytischer Flechtenart.



Karte 52: Vereinfachte Darstellung der vorgefundenen IAP-Zonierung im Flensburger Untersuchungsgebiet.

## 7 Veränderung und Gefährdung der Flechtenflora Schleswig-Holsteins

### 7.1 Die Veränderung von Artenzahl und Artenspektrum seit 1945

Die in Kapitel 5.2 vorgelegte, revidierte Artenliste der Flechten Schleswig-Holsteins umfaßt insgesamt 572 akzeptierte Arten, von denen der weitaus größte Teil (542 Arten) bereits vor 1945 nachgewiesen war (ERICHSEN 1957). Für die restlichen 30 Arten erfolgte der Erstnachweis nach 1945. Demgegenüber konnten seit 1975 nur 335 Arten aufgefunden werden, davon 314 Arten im Laufe der eigenen Untersuchungen seit 1983.

Daraus ergibt sich, daß für ca. 59 % der aus Schleswig-Holstein bekannten Arten Nachweise aus jüngerer Zeit vorliegen, während die restlichen Sippen als verschollen gelten müssen (Abb. 15).

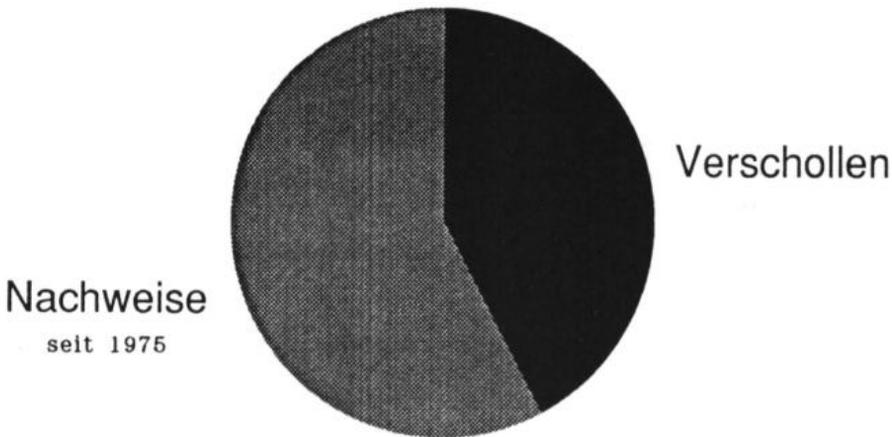


Abb. 15: Anteil der seit 1975 nachgewiesenen Arten (ca. 59 %) am Gesamt-Artenbestand der schleswig-holsteinischen Flechtenflora.

Die schleswig-holsteinische Flechtenflora gilt bzw. galt bis vor kurzem als extrem verarmt. Die Zahl der aktuell aus dem Landesgebiet bekannten Flechten (338 Arten) ist, gemessen am allgemein starken Artenrückgang in Mitteleuropa, jedoch relativ hoch. Auch im Vergleich zu der von ERICHSEN (1957) vorgelegten Florenliste ist der zahlenmäßige Rückgang geringer als erwartet, wenn man in Rechnung stellt, daß fast ein Drittel der erwähnten 542 Arten bereits von ERICHSEN selbst nur einmal oder nur sehr selten gefunden wurde.

Bei der Bewertung der absoluten Artenzahl muß weiter berücksichtigt werden, daß in Schleswig-Holstein praktisch kein anstehendes Gestein vorkommt; Mörtel und Beton stellen fast die einzigen Ansiedlungsmöglichkeiten für kalkbewohnende Flechtenarten dar, Findlingsmauern, Blockwälle usw. desgleichen für Silikatflechten. Alle gesteinsbewohnenden Arten sind somit auf Substrate direkt oder indirekt anthropogener Herkunft beschränkt und können als Kulturfolger im weitesten Sinne bezeichnet werden (Ausnahme: Besiedler von offen liegendem Geschiebe etc.).

Die relativ große Zahl der in jüngster Zeit aufgefundenen Flechtenarten kann allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Flechtenvegetation in der Regel sehr eintönig ist und den Umfang des Artenspektrums nicht widerspiegelt. Die weitaus meisten Standorte sind sehr artenarm und werden von euryöken Flechtenarten dominiert. Standorte bzw. Bestände, die durch hohe Artendiversität und das Auftreten stenöker Arten gekennzeichnet sind, müssen dagegen als Ausnahme angesehen werden. Viele der stenöken oder immissionsempfindlichen Arten sind, verglichen mit Angaben aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, in Häufigkeit und Verbreitung stark zurückgegangen. Sie spielen für die Zusammensetzung der "typischen" Bestände keine Rolle (vgl. Abschnitt 5.6).

Die nachfolgenden Übersichten sollen die Unterschiede deutlich machen, die die verschiedenen Substrate und Habitate in bezug auf die Verarmung ihrer Flechtenflora aufweisen.

Analysiert man die Zugehörigkeit der verschollenen Flechtenarten zu den verschiedenen Substratgruppen gemäß der in Abschnitt 5.3 vorgenommenen Charakterisierung, so erhält man die unten dargestellte Verteilung (Abb. 16):

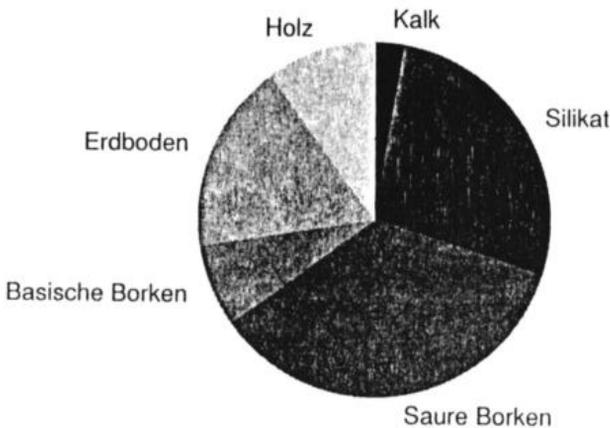


Abb. 16: Prozentuale Verteilung der verschollenen Arten auf die verschiedenen Substratgruppen (Beispiel: 27 % der verschollenen Arten sind Silikatbewohner). Definition der Substratgruppen wie in Kapitel 5.3; zur Definition der "basischen" Borken siehe Text.

Unter den verschollenen Flechten besonders stark vertreten sind die silikatbewohnenden Arten (27 %) sowie die Bewohner saurer, nicht eutrophierter Borken (35 %). Umgekehrt ist es auffällig, daß die Besiedler kalkhaltigen Gesteins (mit 3 % Anteil) und "basischer" bzw. eutrophierter Borken (7 %) nur in sehr geringem Umfang zur Gesamtzahl der verschollenen Arten beitragen. - Die Kurzbezeichnung "basische Borken" wird im folgenden für schwach sauer bis subneutral bzw. basisch reagierende, mineralreiche oder eutrophierte Borken verwendet.

Die auf S. 150 gegebene Übersicht stellte die Aufteilung aller verschollenen Flechtenarten auf die verschiedenen Substratgruppen dar. In einem anderen Ansatz läßt sich für alle Substrate der Anteil aktueller Nachweise angeben (siehe Abb. 17). Dabei wird deutlich, daß unter allen Substraten die sauer reagierenden Gesteine und Borken den größten Verlust an Flechtenarten aufweisen, während die Substrate "Kalk" und "Basische Borken" nur einen geringen Rückgang hinnehmen mußten. In den beiden letztgenannten Gruppen konnten 89 bzw. 76 % der aus Schleswig-Holstein bekannten Arten auch aktuell nachgewiesen werden.

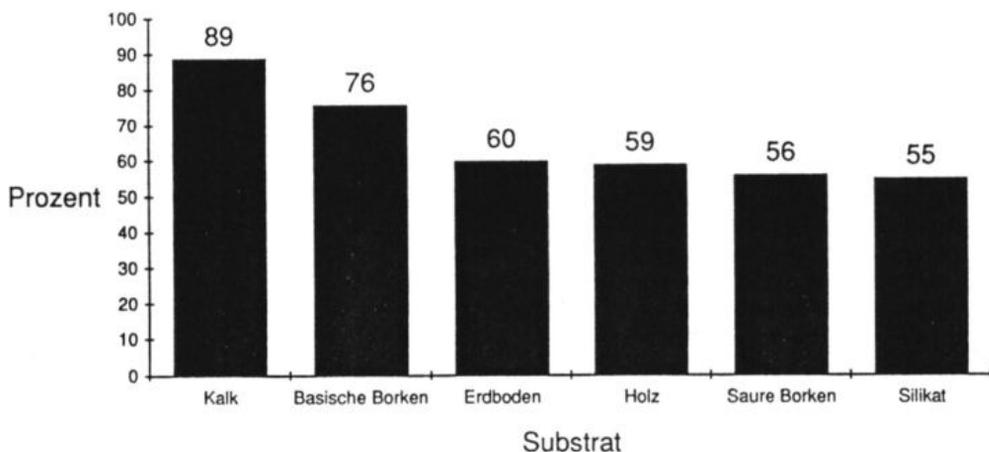


Abb. 17: Prozentualer Anteil aktuell nachgewiesener Arten in verschiedenen Substratgruppen (Beispiel: 89 % aller kalkbewohnenden Arten konnten seit 1975 nachgewiesen werden). Definition der Substratgruppen wie in Kapitel 5.3; zur Definition der "basischen" Borken siehe Text.

Das Kriterium "aktueller Nachweis" erlaubt, wie mehrfach erwähnt, natürlich keine Aussage über die tatsächliche Bedeutung einer Art für das Erscheinungsbild der Flechtenvegetation. Die Artenzahl ist hier nur ein sehr grobes Schätzmaß für die Diversität der konkreten Bestände. Über den Status bzw. die Gefährdungssituation der selteneren Arten informiert der folgende Abschnitt, in dem eine Rote Liste der Flechten Schleswig-Holsteins vorgestellt wird.

## 7.2 Rote Liste der Flechten Schleswig-Holsteins

Die "Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland" (BLAB & al. 1984) nennt zahlreiche Arten, die im Bundesgebiet als bedroht oder sogar als ausgestorben bzw. verschollen gelten müssen. WIRTH (1984 a) hebt hervor, daß die von ihm zusammengestellte "Rote Liste der Flechten" lediglich "eine Auswahl besser bekannter Arten (darstellt), über die ein Urteil hinsichtlich ihrer Gefährdung gewagt werden kann". Als Gründe für die Unsicherheit bei der Aufstellung einer Liste bedrohter Arten nennt WIRTH neben taxonomischen Problemen vor allem die regional sehr unterschiedliche Kenntnis von Flora und Florenverarmung, die eine überregionale Einstufung in Gefährdungskategorien erschwert.

Die von WIRTH dargelegten Schwierigkeiten treffen, wenn auch in kleinerem Umfang, in ähnlicher Weise auch auf die Verhältnisse in Schleswig-Holstein zu. Die hier für das Landesgebiet vorgelegte Rote Liste der Flechten weist dementsprechend manche Einträge (bzw. Nicht-Einträge) auf, die bei einer weiteren Erforschung der heimischen Flora in Zukunft vielleicht revidiert werden müssen. Dies betrifft weniger die grundsätzliche Entscheidung über die Aufnahme einer Art in die Rote Liste als vielmehr die Zuordnung zu den jeweiligen Gefährdungskategorien. Die Ursache der Probleme liegt zum einen im ungenügenden Datenmaterial, zum anderen in der Tatsache, daß die definierten Kategorien den unterschiedlichen Verarmungsprozessen und -stadien nicht immer gerecht werden. Dennoch ist das Aufstellen einer Roten Liste der Flechten sinnvoll, um einen schnellen Vergleich und eine schnelle Information über den derzeitigen Status einer bedrohten Sippe zu ermöglichen.

Die ausgestorbenen, verschollenen oder gefährdeten Flechtenarten Schleswig-Holsteins werden hier in die folgendermaßen definierten Gefährdungskategorien eingeteilt (nach DIERSSEN & al. 1982 sowie BLAB & al. 1984):

### Kategorie 0: Ausgestorben oder verschollen

umfaßt - Arten, die im Landesgebiet nachweislich ausgestorben sind;  
- Arten, die im Landesgebiet seit mehr als 15 Jahren trotz Suche nicht mehr nachgewiesen werden konnten und bei denen der begründete Verdacht besteht, daß ihre Populationen erloschen sind.

### Kategorie 1: Vom Aussterben bedroht

umfaßt - Arten, die im Landesgebiet nur in Einzelvorkommen oder wenigen, kleinen oder sehr kleinen Populationen auftreten;  
- Arten, deren Bestände im Landesgebiet durch lange anhaltenden, starken Rückgang bis auf eine kritische Größe zusammengesmolzen sind oder deren Rückgangsgeschwindigkeit im größten Teil des heimischen Areals extrem hoch ist.

Kategorie 2: Stark gefährdet

- umfaßt - Arten, die im Landesgebiet nur noch mit einigen niedrigen Beständen vorhanden sind;  
- Arten, deren Bestände nahezu im gesamten heimischen Areal signifikant zurückgehen und regional verschwunden sind.

Kategorie 3: Gefährdet

- umfaßt - Arten mit regional niedrigen oder sehr niedrigen Beständen;  
- Arten, deren Bestände regional und lokal zurückgehen.

Auf die Einbeziehung der Kategorie 4 ("Potentiell gefährdet") wurde hier verzichtet; ebenso verfahren TÜRK & WITTMANN (1986) und DIERSSEN & al. (1982). Die letztgenannten Autoren verweisen darauf, daß viele Arten, die bislang dieser Gefährdungsstufe zugeordnet wurden (d.h. Arten, die im Gebiet nur wenige Vorkommen besitzen und durch eine unvermutete Standortszerstörung bedroht wären), bei einer kritischeren Betrachtung vielmehr der Kategorie "Vom Aussterben bedroht" zuzuweisen sind.

Zur Erstellung der vorliegenden Liste wurden für alle Arten die folgenden Kriterien herangezogen:

- Häufigkeit im Landesgebiet;
- Ausmaß des Rückgangs, soweit bekannt;
- gegebenenfalls Zeitpunkt des letzten Nachweises;
- Gefährdung bzw. Veränderung des Habitats;
- Nachweise und Gefährdungssituation in angrenzenden Gebieten.

Aufgrund der nicht kontinuierlichen Beobachtung der schleswig-holsteinischen Flechtenflora während der vergangenen Jahrzehnte mußte die Abschätzung des Artenrückgangs meist unter Heranziehung älterer Literaturdaten (z.B. ERICHSEN 1957) vorgenommen werden.

Angesichts der hohen Zahl von jüngst wiederaufgefundenen Arten, die im Landesgebiet eigentlich nicht mehr erwartet werden konnten, ist zu vermuten, daß sich bei fortgesetzter Suche die Gruppe der "verschollenen" Arten weiter verringern lassen dürfte. Aus diesem Grunde wurde einigen Sippen, die formal als "ausgestorben oder verschollen" zu gelten haben, der Status 1 (= Vom Aussterben bedroht) zugewiesen, sofern die Häufigkeit der Art z.B. im angrenzenden Dänemark sowie die ökologischen Ansprüche ein Vorkommen im Landesgebiet realistisch erscheinen lassen.

In ähnlicher Weise "aufgewertet" wurden einige Arten, die im Gebiet als selten zu bezeichnen sind, die sich aber dank anthropogener Förderung in Ausbreitung befinden (*Xanthoria elegans*, *Mycoblastus sterilis* u.a.). Trotz der zutreffenden Seltenheits-Kriterien können derartige Sippen nicht als schutzbedürftige Arten im Sinne der Roten Listen aufgefaßt werden.

Besondere Probleme bereitete die Einstufung einiger Arten, die nach subjektiver Einschätzung heute als häufig und nicht gefährdet gelten können, die aber nach den formalen Kriterien als "gefährdet" bezeichnet werden müssen. Dazu zählt z.B. die von JOHN (1986) in diesem Zusammenhang diskutierte *Xanthoria parietina*, eine Art, die auf subneutralen bzw. eutrophierten Borken merklich zurückgeht, auf kalkhaltigem Gestein aber sehr häufig und völlig ungefährdet ist. Ähnliche Beobachtungen gelten für mehrere Arten, die ursprünglich auf verschiedenen Substraten häufig und verbreitet waren, sich später in bestimmten Regionen oder Habitaten nicht mehr halten konnten, inzwischen in ihren "Rückzugsgebieten" bzw. "-nischen" in ihrem Bestand allerdings stabil und nicht erkennbar gefährdet sind. Arten, deren Rückgang auf diese Weise zum Stillstand gekommen ist, wurden nur dann in die Rote Liste aufgenommen, wenn die absolute Größe und die Zahl der Populationen dies gerechtfertigt erscheinen ließ, d.h. hier wurde nicht der bereits erfolgte Rückgang, sondern die aktuelle Rückgangstendenz bewertet.

Bei denjenigen Sippen, die auch in der Roten Liste der Bundesrepublik (WIRTH 1984 a) aufgeführt sind, wird zum Vergleich die dort angegebene Gefährdungskategorie zitiert. Da die BRD-Liste allerdings, wie erwähnt, nur eine Auswahl darstellt, kann von einem dort fehlenden Eintrag nicht auf das Fehlen einer Gefährdung im Bundesgebiet geschlossen werden.

Außer aus dem Bundesgebiet (WIRTH 1984 a), aus dem Saarland (JOHN 1988) und aus Rheinland-Pfalz (JOHN 1990) liegen aus benachbarten Ländern bzw. Regionen die folgenden Zusammenstellungen bedrohter Arten vor, die für Vergleiche herangezogen werden können:

Dänemark:	ALSTRUP & SØCHTING 1989	(Häufigkeitsangaben)
Schweden:	FLORAVARDSKOMMITÉN FÖR LAVAR 1988	(Rote Liste)
Polen:	CIEŚLIŃSKI & al. 1986	(Rote Liste)
Slowakei:	PIŠŮT (1985)	(Rote Liste)
Österreich:	TÜRK & WITTMANN 1986	(Rote Liste)
Niederlande:	BRAND & al. 1988	(Häufigkeitsangaben)
EG-Länder:	SÉRUSIAUX 1989	(Rote Liste der Makrolichenen)

Gefährdungskategorie:	0	1	2	3	BRD
<i>Absconditella delutula</i>	.	1	.	.	.
<i>Acarospora fuscata</i>	.	.	.	3	.
<i>heppii</i>	.	1	.	.	.
<i>intermedia</i>	0	.	.	.	.
<i>smaragdula</i>	.	.	2	.	.
<i>veronensis</i>	.	.	.	3	.
<i>Acrocordia gemmata</i>	0	.	.	.	3
<i>Anaptychia ciliaris</i>	.	.	2	.	3
<i>Anisomeridium biforme</i>	0	.	.	.	2
<i>nyssaegenum</i>	.	1	.	.	.
<i>Arthonia cinnabarina</i>	0	.	.	.	2
<i>didyma</i>	0	.	.	.	.
<i>dispersa</i>	0	.	.	.	.
<i>impolita</i>	.	1	.	.	.
<i>leucodontis</i>	.	.	2	.	.
<i>phaeobaea</i>	0	.	.	.	.
<i>punctiformis</i>	.	.	2	.	.
<i>radiata</i>	.	.	.	3	.
<i>spadicea</i>	.	.	2	.	2
<i>tenellula</i>	0	.	.	.	.
<i>vinosa</i>	.	.	2	.	3
<i>zwackhii</i>	0	.	.	.	.
<i>Arthopyrenia antecellans</i>	0	.	.	.	.
<i>grisea</i>	0	.	.	.	.
<i>lapponina</i>	0	.	.	.	.
<i>punctiformis</i>	.	.	.	3	.
<i>rhypona</i>	0	.	.	.	.
<i>Arthothelium ruanum</i>	.	.	2	.	.
<i>Arthrorhaphis citrinella</i>	0	.	.	.	.
<i>Aspicilia caesiocinerea</i>	.	.	.	3	.
<i>calcareo</i>	.	.	2	.	.
<i>cinerea</i>	.	1	.	.	.
<i>gibbosa</i>	.	1	.	.	.
<i>intermutans</i>	0	.	.	.	.
<i>leproscens</i>	.	1	.	.	.
<i>Bacidia arceutina</i>	.	.	2	.	2
<i>arnoldiana</i>	.	.	2	.	.
<i>assulata</i>	.	1	.	.	2
<i>bagliettoana</i>	0	.	.	.	.
<i>beckhausii</i>	0	.	.	.	.
<i>chlorotricula</i>	.	1	.	.	.
<i>circumspecta</i>	0	.	.	.	.
<i>friesiana</i>	0	.	.	.	.
<i>globulosa</i>	0	.	.	.	.
<i>hemipolia</i>	0	.	.	.	.
<i>incompta</i>	0	.	.	.	2
<i>inundata</i>	0	.	.	.	.
<i>laurocerasi</i>	0	.	.	.	.
<i>naegelii</i>	.	.	2	.	.
<i>rosella</i>	0	.	.	.	2

Bacidia rubella	. . 2 .	3
(Forts.) saxenii	. 1 . .	.
subfuscata	. . . 3	.
vezdae	. 1 . .	.
Bactrospora dryina	0 . . .	.
Baeomyces carneus	0 . . .	.
placophyllus	0 . . .	.
roseus	. . 2 .	.
rufus	. . . 3	.
Biatora sphaeroides	. 1 . .	2
Biatorella monasteriensis	0 . . .	2
Bryophagus gloeocapsa	0 . . .	.
Bryoria chalybeiformis	0 . . .	.
fuscescens	. . 2 .	2
implexa	0 . . .	1
subcana	0 . . .	2
Buellia aethalea	. . . 3	.
alboatra	. . 2 .	2
ambigua	0 . . .	.
epipolia	. . 2 .	.
ocellata	0 . . .	.
pharcidia	. . 2 .	2
schaereri	0 . . .	.
stellulata	0 . . .	.
Calicium abietinum	0 . . .	1
adpersum	. 1 . .	2
salicinum	. . 2 .	.
trabinellum	0 . . .	3
viride	. . . 3	.
Caloplaca assignena	0 . . .	.
atroflava	0 . . .	.
cerina	0 . . .	.
cerinelloides	0 . . .	.
chlorina	. . . 3	.
crenularia	. 1 . .	.
ferruginea	0 . . .	2
flavescens	. . 2 .	.
flavorubescens	0 . . .	1
flavovirescens	. . 2 .	.
herbidella	. . 2 .	.
lobulata	0 . . .	.
luteoalba	. 1 . .	0
marina	. . 2 .	.
obscura	. . 2 .	2
ruderum	. . 2 .	.
scopularis	0 . . .	.
scotoplaca	0 . . .	.
teicholyta	. . . 3	.
ulcerosa	. 1 . .	.
velana	. . 2 .	.
Candelaria concolor	. . 2 .	3

Candelariella athallina	0	.	.	.	.
coralliza	.	.	2	.	.
reflexa	.	.	.	3	.
xanthostigma	.	.	.	3	.
Catillaria atomarioides	0	.	.	.	.
chalybeia	.	.	2	.	.
contristans	0	.	.	.	.
lenticularis	.	.	2	.	.
nigroclavata	0	.	.	.	.
Catinaria atropupurea	0	.	.	.	2
dispersa	0	.	.	.	.
laureri	0	.	.	.	.
Cetraria chlorophylla	.	.	.	3	.
ericetorum	0	.	.	.	.
islandica	.	.	2	.	3
pinastri	0	.	.	.	3
sepincola	0	.	.	.	2
Chaenotheca brachypoda	0	.	.	.	2
brunneola	0	.	.	.	3
chrysocephala	0	.	.	.	.
furfuracea	.	.	2	.	.
hispidula	0	.	.	.	1
phaeocephala	0	.	.	.	2
stemonea	0	.	.	.	.
trichialis	.	1	.	.	3
Chrysothrix candelaris	.	.	2	.	3
Cladonia arbuscula	.	.	.	3	.
botrytes	0	.	.	.	2
brevis	0	.	.	.	.
caespiticia	.	1	.	.	.
cariosa	.	.	2	.	3
cenotea	.	1	.	.	.
ciliata	.	.	.	3	.
coccifera	.	.	.	3	.
cornuta	.	.	2	.	.
crispata	.	.	2	.	3
deformis	0	.	.	.	.
fragilissima	.	1	.	.	.
grayi	.	.	2	.	.
humilis	.	.	.	3	.
incrassata	.	.	2	.	.
macroceras	0	.	.	.	.
ochrochlora	.	.	2	.	.
parasitica	.	1	.	.	2
phyllophora	.	1	.	.	3
pleurota	.	.	.	3	.
polydactyla	.	.	2	.	.
ramulosa	.	.	2	.	.
rangiferina	0	.	.	.	3
rangiformis	.	.	2	.	.
rei	.	.	2	.	.
scabriuscula	.	.	2	.	.

Cladonia squamosa	.	.	.	3	.
(Forts.) strepsilis	.	1	.	.	.
sulphurina	.	1	.	.	.
symphycarpa	0	.	.	.	.
uncialis	.	.	.	3	.
zopfii	.	.	.	.	.
Clauzadea monticola	.	1	.	.	.
Cliostomum corrugatum	0	.	.	.	1
Coelocaulon aculeatum	.	.	.	3	3
muricatum	.	.	2	.	.
Collema crispum	.	.	2	.	3
flaccidum	0	.	.	.	3
fragrans	0	.	.	.	2
limosum	.	.	2	.	3
tenax	.	.	2	.	.
Cyphelium inquinans	.	.	2	.	1
notarisii	.	1	.	.	.
trachylioides	0	.	.	.	.
Diploicia canescens	.	.	.	3	.
Diploschistes scruposus	0	.	.	.	.
Dirina stenhammari	0	.	.	.	.
Enterographa crassa	.	1	.	.	1
Fellhanera bouteillei	.	1	.	.	.
myrtillicola	.	.	2	.	.
Fuscidea cyathoides	0	.	.	.	3
lightfootii	0	.	.	.	1
praeruptorum	0	.	.	.	.
Graphis elegans	.	1	.	.	.
scripta	.	.	.	3	.
Gyalecta flotowii	0	.	.	.	1
truncigena	.	1	.	.	3
ulmi	0	.	.	.	1
Hyperphyscia adglutinata	0	.	.	.	2
Hypocenomyce caradocensis	.	1	.	.	.
Hypogymnia farinacea	0	.	.	.	.
tubulosa	.	.	.	3	.
Icmadophila ericetorum	0	.	.	.	3
Imshaugia aleurites	.	.	2	.	.
Kiliasia athallina	0	.	.	.	.
Lasallia pustulata	0	.	.	.	.
Lauderlindsaya erichsenii	.	1	.	.	.
Lecanactis abietina	.	.	2	.	2
amylacea	0	.	.	.	1
premnea	0	.	.	.	1
Lecania cyrtella	.	.	.	3	.
cyrtellina	.	1	.	.	.
dubitans	0	.	.	.	.
fuscella	0	.	.	.	3
Lecanora actophila	0	.	.	.	.
allophana	.	.	.	3	3
anopta	0	.	.	.	.
argentata	.	.	.	3	.

Lecanora	chlarotera	.	.	.	3	.
(Forts.)	circumborealis	0	.	.	.	.
	conferta	.	.	2	.	.
	crenulata	.	.	.	.	.
	glabrata	0	.	.	.	.
	hagenii	.	.	.	3	.
	helicopis	.	.	2	.	.
	hypoptoides	0	.	.	.	.
	intricata	0	.	.	.	.
	intumescens	.	1	.	.	3
	leptyrodes	0	.	.	.	.
	orosthea	.	1	.	.	.
	pallida	.	1	.	.	3
	piniperda	.	.	2	.	.
	populicola	0	.	.	.	.
	pulicaris	.	.	.	3	.
	rugosella	0	.	.	.	.
	rupicola	.	.	2	.	.
	saligna	.	.	.	3	.
	sambuci	.	1	.	.	.
	sarcopidioides	0	.	.	.	.
	subintricata	0	.	.	.	.
	sublivescens	0	.	.	.	.
	subrugosa	.	.	2	.	.
	sulphurea	.	.	2	.	.
	umbrina	.	.	.	3	.
	varia	.	.	2	.	.
Lecidea	atroviridis	0	.	.	.	.
	auriculata	0	.	.	.	.
	brachyspora	.	1	.	.	.
	cinereopallens	0	.	.	.	.
	conferenda	.	1	.	.	.
	diducens	0	.	.	.	.
	enterophaea	0	.	.	.	.
	erratica	.	.	.	3	.
	erythrophaea	0	.	.	.	3
	fuliginosa	.	1	.	.	.
	fuscoatra	.	.	.	3	.
	huxariensis	0	.	.	.	.
	hypopta	.	1	.	.	.
	lithophila	.	1	.	.	.
	meiocarpa	0	.	.	.	.
	plana	0	.	.	.	.
	polycarpella	0	.	.	.	.
	promixta	0	.	.	.	.
	pullata	0	.	.	.	.
	sarcogynioides	0	.	.	.	.
	turgidula	0	.	.	.	3
Lecidella	anomaloides	.	1	.	.	.
	asema	.	.	2	.	.
	scabra	.	.	.	3	.

Lempholemma chalazanum	0	.	.	.	3
Lepraria neglecta	0	.	.	.	.
Leproloma membranacea	.	1	.	.	.
vouauxii	.	.	2	.	.
Leptogium gelatinosum	0	.	.	.	.
lichenoides	0	.	.	.	.
minutissimum	0	.	.	.	.
schraderi	.	1	.	.	.
tenuissimum	0	.	.	.	2
Lichina confinis	0	.	.	.	.
Lobaria pulmonaria	.	1	.	.	2
scrobiculata	0	.	.	.	1
virens	0	.	.	.	0
Loxospora elatina	0	.	.	.	.
Megalaria grossa	0	.	.	.	1
Micarea elachista	0	.	.	.	.
leprosula	0	.	.	.	.
lignaria	.	1	.	.	.
lithinella	.	.	2	.	.
melaena	0	.	.	.	3
melaenida	0	.	.	.	.
misella	.	1	.	.	.
nitschkeana	.	.	3	.	.
peliocarpa	.	1	.	.	.
sylvicola	.	1	.	.	.
Moelleropsis humida	.	1	.	.	.
nebulosa	0	.	.	.	1
Mycobilimbia sabuletorum	.	.	2	.	.
Nephroma bellum	0	.	.	.	1
laevigatum	0	.	.	.	1
Normandina pulchella	.	1	.	.	3
Ochrolechia androgyna	.	.	2	.	3
arborea	0	.	.	.	.
microstictoides	0	.	.	.	.
parella	.	1	.	.	.
subviridis	.	.	2	.	.
tartarea	0	.	.	.	.
turneri	.	.	2	.	.
Omphalina hudsoniana	0	.	.	.	.
umbellifera	.	1	.	.	.
Opegrapha atra	.	.	.	3	.
chevallieri	.	.	2	.	2
herbarum	.	1	.	.	.
niveoatra	.	.	2	.	.
ochrocheila	.	1	.	.	.
rufescens	.	.	2	.	3
varia	.	.	2	.	.
vermicellifera	.	.	2	.	3
viridis	.	1	.	.	.
vulgata	.	.	.	3	1
zonata	.	1	.	.	.

Pachyphiale cornea	. 1 . .	2
Parmelia acetabulum	. . . 3	.
caperata	. 1 . .	2
coniocarpa	0 . . .	2
conspersa	. . 2 .	.
disjuncta	0 . . .	.
elegantula	. . . 3	.
exasperata	. 1 . .	2
exasperatula	. . . 3	.
laciniatula	. . . 3	.
loxodes	. . 2 .	.
mougeotii	0 . . .	.
olivacea	0 . . .	1
pastillifera	. . 2 .	3
pulla	. 1 . .	.
revoluta	. 1 . .	2
subaurifera	. . 2 .	3
subrudecta	. . 2 .	3
tiliacea	. . . 3	3
verruculifera	. . 2 .	.
Parmeliopsis hyperopta	. 1 . .	.
Peltigera canina	. . . 3	3
didactyla	. . . 3	3
horizontalis	0 . . .	3
lactucifolia	. . . 3	.
leucophlebia	0 . . .	2
malacea	0 . . .	2
membranacea	. 1 . .	.
neckeri	0 . . .	.
polydactyla	. . 2 .	.
praetextata	. . 2 .	.
rufescens	. . . 3	.
venosa	0 . . .	1
Pertusaria amara	. . . 3	.
coccodes	. . . 3	.
coronata	0 . . .	.
dealbescens	. 1 . .	.
flavida	. . 2 .	3
hemisphaerica	. . 2 .	3
hymenea	. . 2 .	.
inopinata	0 . . .	.
lactea	0 . . .	.
leioplaca	. . . 3	.
multipuncta	0 . . .	2
tuberculata	0 . . .	.
velata	0 . . .	.
Phaeographis dendritica	0 . . .	1
Phaeophyscia ciliata	0 . . .	1
endophoenicea	0 . . .	3
sciastra	. . 2 .	.
Phlyctis agelaea	0 . . .	3

Physcia aipolia	.	1	.	.	3
clementei	0	.	.	.	.
dimidiata	0	.	.	.	3
semipinnata	0	.	.	.	.
stellaris	0	.	.	.	3
wainioi	.	.	2	.	.
Physconia distorta	.	.	2	.	3
grisea	.	.	.	3	.
perisidiosa	.	1	.	.	3
Platismatia glauca	.	.	2	.	.
Polyblastia cupularis	.	1	.	.	.
Polychidium muscicola	0	.	.	.	3
Polysporina dubia	0	.	.	.	.
simplex	.	.	.	3	.
Porina aenea	.	.	.	3	.
borreri	0	.	.	.	.
chlorotica	.	.	2	.	.
leptalea	.	1	.	.	.
Porpidia albocaerulescens	.	1	.	.	3
cinereoatra	.	.	2	.	.
crustulata	.	.	.	3	.
macrocarpa	.	1	.	.	.
soredizodes	.	.	.	3	.
tuberculosa	.	.	2	.	.
Protoblastenia rupestris	.	.	2	.	.
Protoparmelia atriseda	0	.	.	.	.
badia	0	.	.	.	.
Pseudevernia furfuracea	.	.	.	3	.
Psilolechia lucida	.	.	.	3	.
Pycnothelia papillaria	.	1	.	.	3
Pyrenocollema halodytes	.	.	2	.	.
Pyrenula nitida	.	.	2	.	3
nitidella	0	.	.	.	3
Pyrrhospora querneae	.	.	.	3	.
Ramalina calicaris	0	.	.	.	.
capitata	0	.	.	.	.
cuspidata	0	.	.	.	.
farinacea	.	.	.	3	.
fastigiata	.	.	.	3	2
fraxinea	.	.	2	.	3
lacera	0	.	.	.	.
obtusata	0	.	.	.	2
pollinaria	.	1	.	.	.
polymorpha	0	.	.	.	.
siliquosa	0	.	.	.	1
thrausta	0	.	.	.	2
Rhizocarpon distinctum	.	.	2	.	.
geographicum	.	1	.	.	.
lavatum	0	.	.	.	.
lecanorinum	0	.	.	.	.
obscuratum	.	.	.	3	.

Rhizocarpon richardii	. 1 . .	.
(Forts.) viridiatrum	0 . . .	.
Rimularia furvella	0 . . .	.
insularis	0 . . .	.
Rinodina aspersa	0 . . .	.
atrocinerea	0 . . .	.
confragosa	0 . . .	.
conradii	0 . . .	2
exigua	. . . 3	.
pyrina	. 1 . .	3
teichophila	. 1 . .	.
Saccomorpha oligotropha	. . 2 .	.
Sarcogyne privigna	0 . . .	.
Sarcopyrenia gibba	. 1 . .	.
Sarcosagium campestre	. 1 . .	2
Schaereria fuscocinerea	0 . . .	.
tenebrosa	0 . . .	.
Schismatomma decolorans	. . . 3	2
graphidioides	0 . . .	1
Sclerophora nivea	. 1 . .	.
peronella	0 . . .	.
Scoliciosporum umbrinum	. . . 3	.
Sphaerophorus globosus	0 . . .	1
Staurothele catalepta	0 . . .	.
Steinia geophana	. 1 . .	1
Stereocaulon condensatum	0 . . .	2
dactylophyllum	. 1 . .	.
paschale	0 . . .	.
saxatile	0 . . .	.
tomentosum	0 . . .	2
vesuvianum	0 . . .	.
Strangospora moriformis	0 . . .	.
Strigula affinis	0 . . .	2
stigmatella	0 . . .	2
sychnogonioides	0 . . .	.
Tephromela atra	. . . 3	.
grumosa	0 . . .	.
Thelidium hospitum	0 . . .	.
cf. minutulum	. 1 . .	.
cf. olivaceum	. 1 . .	.
zwackhii	. 1 . .	.
Thelocarpon laureri	0 . . .	.
Thelomma ocellatum	. 1 . .	.
Thelopsis rubella	0 . . .	1
Thelotrema lepadinum	. . 2 .	2
Thrombium epigaeum	. 1 . .	2
Trapelia involuta	. . 2 .	.
obtegens	. . . 3	.
placodioides	. . . 3	.
Trapeliopsis gelatinosa	0 . . .	.
granulosa	. . . 3	.
viridescens	0 . . .	.

Umbilicaria deusta	0	.	.	.	.
polyphylla	0	.	.	.	.
polyrrhiza	0	.	.	.	1
Usnea barbata	0	.	.	.	.
ceratina	0	.	.	.	.
filipendula	.	1	.	.	3
florida	0	.	.	.	2
fragilescens	0	.	.	.	.
hirta	0	.	.	.	3
lapponica	0	.	.	.	.
rubicunda	0	.	.	.	.
subfloridana	.	1	.	.	3
Verrucaria acrotella	0	.	.	.	.
aethiobola	0	.	.	.	.
aquatilis	.	1	.	.	3
bryoctona	.	1	.	.	.
calciseda	.	1	.	.	.
ditmarsica	0	.	.	.	.
erichsenii	.	.	2	.	.
funcckii	.	1	.	.	3
halizoa	.	.	2	.	.
cf. hydrela	.	1	.	.	.
internigrescens	.	1	.	.	.
latericola	0	.	.	.	.
lecideoides	0	.	.	.	.
macrostoma	.	.	.	3	.
maura	.	.	2	.	.
mortarii	0	.	.	.	.
rheithrophila	.	1	.	.	3
striatula	0	.	.	.	.
thalassina	.	1	.	.	.
viridula	.	1	.	.	.
Xanthoria calcicola	.	.	.	3	.
fallax	.	.	.	3	.
parietina	.	.	.	3	.
Xylographa parallela	0	.	.	.	.

### 7.1.2 Grüne Liste der Flechten Schleswig-Holsteins

In faunistisch oder floristisch schlecht untersuchten Regionen, z.B. in vielen tropischen Gebieten, ist es kaum möglich, korrekte "Rote Listen" gefährdeter Arten zu erstellen, da eine vollständige Erfassung der Pflanzen- und Tierwelt gerade eine Voraussetzung für die Abschätzung ihrer Gefährdung darstellt.

Diese grundsätzlichen Probleme bestehen auch in Mitteleuropa immer noch für viele schwierige Organismengruppen, zu denen man die Flechten zweifellos zählen kann, wie große Kartierungs- und Bearbeitungs-

lücken auch in der Bundesrepublik belegen. In nationalen und regionalen Roten Listen wird ein eher zu optimistisches Bild der tatsächlichen Verhältnisse gezeichnet, da wegen Datenmangels in der Regel nur die besser bearbeiteten (d.h. meist die diagnostisch "einfachen") Arten behandelt werden können. Eine zahlenmäßige Auswertung solcher Roten Listen, z.B. für statistische Zwecke, darf daher nie davon ausgehen, daß die nicht aufgeführten Arten automatisch in ihrem Bestand gesichert sind.

Um diesen Mangel in der Darstellung bedrohter Floren und Faunen zu beseitigen, ist verschiedentlich vorgeschlagen worden (z.B. DIAMOND 1988), die Beweislast umzukehren und Listen derjenigen Arten vorzulegen, deren Bestände langfristig und ohne Einschränkungen als gesichert anzusehen sind. Eine solche "Grüne Liste" kann eine zur Roten Liste weitgehend komplementäre Information geben.

Die folgende Grüne Liste der Flechtenarten Schleswig-Holsteins nennt diejenigen Arten, die im Landesgebiet derzeit als ungefährdet gelten können. - Einige wenige Arten, deren Gefährdung derzeit nicht eingeschätzt werden kann, sind weder in der Roten noch in der Grünen Liste aufgeführt.

Buellia griseovirens  
    punctata  
Caloplaca citrina  
    decipiens  
    holocarpa  
    saxicola  
Candelariella aurella  
    vitellina  
Chaenotheca ferruginea  
Cladonia coniocraea  
    digitata  
    fimbriata  
    furcata  
    glauca  
    gracilis  
    macilentata  
    pyxidata  
    subulata  
Cliostomum griffithii  
Dimerella pineti  
Evernia prunastri  
Haematomma ochroleucum  
Hypocenomyce scalaris  
Hypogymnia physodes  
Lecania cyrtella  
    erysibe

Lecanora albescens  
    campestris  
    carpinea  
    conizaeoides  
    dispersa  
    expallens  
    muralis  
    polytropa  
    symmicta  
Lecidella elaeochroma  
    stigmatea  
Lepraria incana  
Micarea denigrata  
    prasina  
Parmelia glabratula  
    saxatilis  
    sulcata  
Parmeliopsis ambigua  
Pertusaria albescens  
    pertusa  
Phaeophyscia nigricans  
    orbicularis  
Phlyctis argena  
Physcia adscendens  
    caesia  
    dubia  
    tenella  
Physconia enteroxantha  
Rinodina gennarii  
Sacomorpha icmalea  
    uliginosa  
Sarcogyne regularis  
Scoliciosporum chlorococcum  
Strangospora pinicola  
Trapelia coarctata  
Trapeliopsis flexuosa  
Verrucaria muralis  
    nigrescens  
Xanthoria candelaria  
    parietina  
    polycarpa

### 7.1.3 Kommentierung von Roter Liste und Grüner Liste

Auf den ersten Blick mag es erstaunen, daß die in Abschnitt 7.1.1 vorgelegte Rote Liste nicht weniger als 498 (= 87 %) der insgesamt 572 Flechtenarten Schleswig-Holsteins umfaßt. Die Vermutung, daß vielleicht zu strenge Maßstäbe angelegt wurden, läßt sich jedoch durch die sehr wirksame Gegenprobe, das Aufstellen einer Grünen Liste, entkräften.

Tatsächlich wurde beim Zusammenstellen der Roten Liste eher großzügig verfahren. Die Zuweisung von Gefährdungskategorien in der hier geforderten Form kann sicherlich nicht frei von Irrtümern sein; vermutlich wird aber nach der subjektiv empfundenen Häufigkeit eine Art im Zweifelsfall eher zu positiv (häufig, nicht gefährdet) als zu negativ (selten, gefährdet) eingeschätzt. Die auffällige Strauchflechte *Pseudevernia furfuracea* beispielsweise ist im gesamten Landesgebiet verbreitet und wäre spontan als "Nicht gefährdet" einzustufen. Die Bestandessituation erfüllt jedoch eindeutig die Definition der Kategorie "Gefährdet". Auch in vielen anderen Fällen erfordert der Wortlaut der Kategorien-Definitionen eine andere (schärfere) Einstufung als es das erste, spontane Urteil erwarten ließe.

Ein weiteres Indiz für die tatsächlich dramatische Situation bietet die Verteilung der als bedroht angesehenen Flechtenarten auf die verschiedenen Gefährdungsstufen. Von den 498 Arten der Roten Liste entfallen

auf die Kategorie 0: "Ausgestorben oder verschollen"	225 Arten
	= 39 %,
auf die Kategorie 1: "Vom Aussterben bedroht"	99 Arten
	= 17 %,
auf die Kategorie 2: "Stark gefährdet"	101 Arten
	= 18 %,
auf die Kategorie 3: "Gefährdet"	73 Arten
	= 13 %,

wobei sich die genannten Prozentzahlen jeweils auf die Gesamtartenzahl der Flora beziehen.

Demgegenüber enthält die Grüne Liste lediglich 68 Arten, die aufgrund ihrer momentanen Bestandessituation als eindeutig nicht gefährdet anzusehen sind. Eine Analyse der Standortsansprüche zeigt, daß es sich bei der Mehrzahl dieser Arten um außergewöhnlich eutrophierungs- oder immissionsresistente Sippen oder aber um Bewohner von kalkhaltigem Gestein handelt. Dies stellt wiederum einen deutlichen Hinweis auf die Gefährdungsursachen dar, die im folgenden Kapitel behandelt werden sollen.

## 7.2 Anthropogene Gefährdung von Flechten: Ursachen und Beispiele

Wie in den meisten Regionen Mitteleuropas, so können auch in Schleswig-Holstein umfangreiche "Rote Listen" von Flechtenarten zusammengestellt werden, deren Rückgang oder Verschwinden ausschließlich auf den direkten oder indirekten Einfluß des Menschen zurückzuführen ist. Im folgenden Kapitel sollen die wichtigsten anthropogenen Einflüsse erläutert sowie Beispiele für Wirkungen und stark bedrohte Arten angeführt werden.

Die meisten der in Frage kommenden Gefährdungsursachen lassen sich grob den folgenden vier Gruppen zuordnen:

- Einwirkung von sauren Luftverunreinigungen,
- Einwirkung von düngenden Immissionen,
- Maßnahmen der Land- und Forstwirtschaft,
- Unmittelbare Vernichtung von Standorten durch den Menschen.

### 7.2.1 Einwirkung von sauren Luftverunreinigungen

Bereits seit Mitte des vorigen Jahrhunderts liegen Berichte vor, in denen der epiphytische Flechtenbewuchs in Stadtgebieten als auffallend spärlich geschildert wird (siehe Übersicht bei HAWKSWORTH 1971). Im Zuge der zunehmenden Industrialisierung Mitteleuropas dehnten sich die Gebiete, in denen nur noch ein kümmerliches Flechtenwachstum an der Borke von Bäumen festzustellen ist, erheblich aus. Die Vermutung, daß es sich bei der Beeinträchtigung der epiphytischen Flechtenvegetation um die Wirkung gasförmiger Luftverunreinigungen handelt, konnte in den letzten Jahrzehnten durch zahlreiche Geländebeobachtungen, aber auch durch experimentelle Arbeiten (z.B. Begasungs- und Expositionsversuche) bestätigt werden (vgl. FERRY & al. 1973, NASH & WIRTH 1988).

In einer Vielzahl von Gebieten wurden seitdem lokale und regionale Flechtenkartierungen vorgenommen, die in der Regel eine gute Übereinstimmung der Zonen unterschiedlicher Luftbelastung mit einer entsprechenden Zonierung der epiphytischen Flechtenvegetation ergaben ("Flechtenwüste", "Kampfzone", "Normalzone"). Verantwortlich für den Rückzug der Flechten aus Siedlungsgebieten, aber auch aus vielen siedlungsfernen Bereichen sind in erster Linie säurebildende Luftschadstoffe urban-industriellen Ursprungs, d.h. vor allem die Verbrennungsprodukte  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}_x$ . Dem Schwefeldioxid kommt dabei die Rolle einer Leitsubstanz zu, da es von allen Komponenten des atmosphärischen Schadstoffgemischs meist in der höchsten Konzentration vorliegt und leicht erfaßbar ist.

Prinzipiell müssen zwei Wirkungen azider Luftverunreinigungen unterschieden werden, nämlich die direkte Toxizität (siehe für  $\text{SO}_2$  u.a. TÜRK & al. 1974, SUNDSTRÖM & HÄLLGREN 1973, MALHOTRA & KHAN 1983) und die Beeinflussung des Borken-pH, einer Größe, die für die Ansiedlung epiphytischer Flechten von entscheidender Bedeutung ist (BRODO 1973);

sie regelt unter anderem die Löslichkeit mineralischer Komponenten in den äußeren Borkenschichten und im Stammabflußwasser (KUZIEL 1974). Der pH-Wert der Borke wird hauptsächlich von den folgenden Faktoren bestimmt:

- Chemische Zusammensetzung und Puffervermögen der Borke, von Baumart zu Baumart variierend (BARKMAN 1958, BIBINGER 1967, SKYE 1968);
- Alter des Phorophyten bzw. des Borkengewebes (SJÖGREN 1961, HOFFMAN & BOE 1977);
- Azidifizierung der Borke durch saure Immissionen (STAXÄNG 1969, GRODZINSKA 1971, LÖTSCHERT & KÖHM 1973, MEZGER & BORNKAMM 1989);
- Imprägnation der Borke durch neutral oder alkalisch reagierende Substanzen infolge von Staubflug, Salzspray etc.;
- Bewuchs der Borke (KERSHAW 1964).

Größere Abweichungen vom "normalen" Borken-pH sind für viele Flechtenarten nicht tolerierbar; zu den Folgen der fortschreitenden Azidifizierung der Laubbaumborken in Mitteleuropa gehört daher die verstärkte Ausbreitung von Azidophyten (vgl. WIRTH 1985), während andererseits subneutrophytische Arten - z.T. trotz ausreichender Toxintoleranz - im Rückgang begriffen sind (GILBERT 1986).

Über die physiologischen Grundlagen der schädigenden Wirkung von SO<sub>2</sub>, besonders aber über die Auswirkung auf Flechtenflora und -vegetation sowie über die Verwendung von Flechten als Bioindikatoren für Luftverunreinigungen existiert mittlerweile eine kaum noch zu überblickende Spezialliteratur. Zu den grundlegenden und zusammenfassenden Darstellungen, die in diesem Zusammenhang genannt werden können, gehören die Arbeiten von BESCHEL (1958), BRODO (1964), DOMRÖS (1966), SKYE (1968), BARKMAN (1969), HAWKSWORTH (1971), FERRY & al. (1973), GILBERT (1974), JÜRGING (1975), de WIT (1976), HAWKSWORTH & ROSE (1976), van DOBBEN & al. (1982), GRÜNINGER (1983), NASH & WIRTH (1988) und RICHARDSON (1988). Umfangreiche Bibliographien zu den genannten Themenbereichen bieten auch KORTH & RÜCKERT (1989) sowie die Rubrik "Literature on Air Pollution and Lichens", die etwa halbjährlich in der Zeitschrift "The Lichenologist" erscheint.

Auch aus Schleswig-Holstein liegen bereits seit längerer Zeit Beobachtungen über die dezimierte Flechtenvegetation der Städte vor. So schreibt FISCHER-BENZON (1901: 87 ff.):

"...im übrigen sieht man deutlich, wie die Stadt den Flechten das Dasein verleidet. ... Vielleicht ist es der Steinkohlenrauch und Steinkohlenruss, der den Flechten verderblich wird; jedenfalls sieht man an solchen Stellen, die häufig dem Steinkohlenrauch ausgesetzt sind, nie eine Flechte."

Im gleichen Sinne notiert auch ERICHSEN (1928-30: 182 ff.),

"... daß in den Städten die prächtigen alten Bäume der Anlagen und die ausgedehnten Steinflächen der Gemäuer und Hafenanlagen nahezu völlig flechtenlos sind. Je größer die Ortschaft, um so auffallender ist diese Erscheinung ... Überall erweisen sich die Flechten als untrügliche Indikatoren in Bezug auf die leichtesten Verunreinigungen sowohl des Wassers als auch der Luft."

Die allgemeine Feststellung ERICHSENS ist heute unverändert gültig. Borkenbewohnende Flechten kommen in den Zentren der größeren Orte Schleswig-Holsteins nur sehr zerstreut vor, abgesehen von ausgesprochenen Azidophyten wie *Lecanora conizaeoides*, *Hypocenomyce scalaris* und *Scoliciosporum chlorococcum*. Die epiphytische Flechtenvegetation der Stadt Flensburg, die noch eine relativ reiche Flora aufweist, wurde in Kapitel 6 behandelt.

Während der lokale Einfluß von Stadtgebieten für die Ausprägung der örtlichen Flechtenvegetation mit Sicherheit der bestimmende Faktor ist, lassen sich regionale Unterschiede in der Florenvielfalt ländlicher Gebiete auf diese Weise nicht erklären. SØCHTING & RAMKAER (1982) fanden in Schleswig-Holstein einen Nord-Süd-Gradienten der Florenqualität und führten die deutliche Artenarmut im südlichen Holstein auf den Einfluß der Großstadt Hamburg zurück. Diese Schlußfolgerung erscheint zwar angesichts der Ergebnisse von VILLWOCK (1962), die die Verbreitung epiphytischer Flechten in Hamburg untersuchte und dabei eine erhebliche Verarmung in der gesamten Region feststellte, naheliegend, aber nicht völlig ausreichend zu sein.

Bei der Auswertung der Verbreitungskarten immissionsempfindlicher Flechtenarten freistehender Bäume (z.B. *Anaptychia ciliaris*, Karte 2; *Physconia distorta*, Karte 35; *Ramalina fastigiata*, Karte 38) ergeben sich in allen Fällen deutliche Verbreitungslücken im Süden des Landesgebiets. Durch Herbarmaterial aus dem 19. Jahrhundert ist jedoch belegbar, daß z.B. auch im Hamburger Raum empfindliche Arten ursprünglich durchaus reichlich vorkamen (FEUERER, pers. Mitteilung). Den aktuell festgestellten Verbreitungsschwerpunkten immissionsempfindlicher Arten entspricht dagegen der allgemeine Eindruck der höheren Diversität und deutlich besseren Entwicklung der Flechtenflora im Norden Schleswig-Holsteins, der im Laufe der mehrjährigen Geländearbeiten gewonnen wurde.

Eine Deutung des geschilderten Gradienten muß die herrschenden Immissionsverhältnisse in Schleswig-Holstein berücksichtigen. Wie in Abschnitt 2.4 dargestellt, besteht im Lande ein SO<sub>2</sub>-Immissionsgradient mit nach Süden zunehmenden Schadstoffwerten. Die SO<sub>2</sub>-Belastung ist nicht, wie in aktuellen Meßberichten (z.B. SOZIALMINISTER SH 1987) interpretiert, "sehr gleichförmig verteilt", sondern es bestehen erhebliche relative Unterschiede, wenn auch auf niedrigem absoluten Niveau. Es darf angenommen werden, daß diese Tendenz noch deutlicher zutage treten würde, wenn (insbesondere im nördlichen Schleswig-Holstein) ein dichteres Meßnetz der Lufthygienischen Überwachung vorläge. Möglicherweise genügen schon die geringen absoluten Differenzen der Schadstoffkonzentrationen, um im Zusammenwirken mit anderen Einflüssen (z.B. Eutrophierung) ein räumlich so differenziertes Schadbild zu verursachen, wie es durch die Kartierungsergebnisse angezeigt wird.

Ein weiteres Indiz für die Rolle saurer Luftverunreinigungen, hier vertreten durch Schwefeldioxid, bietet die Schilderung von FISCHER-BENZON (1901: 86), der noch bemerkte, daß "... am reichsten an Flechten ... vielleicht der Osten und Südosten des Gebietes (ist)". Heute ist gerade der südöstliche Teil des Landes, u.a. der Kreis Herzogtum Lauenburg, als bemerkenswert artenarm zu bezeichnen. Hier ergibt sich eine auffallende Übereinstimmung mit dem Gebiet, das besonders hohe SO<sub>2</sub>-Spitzenbelastungen aufweist, da im Laufe von Transportepisoden regelmäßig große Schadstoffmengen aus südöstlicher Richtung ins Landesgebiet eingetragen werden (vgl. Abb. 5, S. 14). Neben der verstärkten Belastung im Ballungsraum Hamburg und in den angrenzenden Regionen scheint also auch der Ferntransport (Import) von Luftschadstoffen nach Schleswig-Holstein für die großräumigen Unterschiede in der Florenqualität verantwortlich zu sein.

Die konkrete Gefährdung immissionsempfindlicher Arten besteht darin, daß schadstoffexponierte Populationen direkt vernichtet oder aber in ihrer Vitalität geschwächt werden können, was sich z.B. im Fehlen von Fruchtkörperbildungen niederschlagen kann. Insbesondere Flechten auf ohnehin sauren oder schlecht gepufferten Substraten, etwa auf saurer Borke von Laubbäumen oder auf Silikatgestein, können häufig eine weitere Ansäuerung nicht tolerieren und sterben ab. Demgegenüber sind kalkhaltige Gesteine und subneutrale bzw. gut gepufferte Borken (z.B. von *Fraxinus*, *Populus*) in der Lage, saure Immissionen bis zu einem gewissen Grad zu neutralisieren. Aus diesem Grund sind die dort anzutreffenden Flechtenarten in geringerem Maß durch pH-Veränderungen ihrer Substrate bedroht. Mörtelbewohnende Flechten sind dementsprechend noch in den Zentren großer Städte zu beobachten, während epiphytische Arten kein geeignetes Milieu mehr vorfinden. Zu den durch Luftverunreinigungen besonders gefährdeten Epiphyten freistehender Bäume zählen u.a. viele Arten der Blatt- und Strauchflechtengattungen *Anaptychia*, *Bryoria*, *Parmelia*, *Physconia*, *Ramalina* und *Usnea*, während auf sauren Gesteinen besonders der Rückgang der *Parmelia*-Arten erwähnenswert ist. Die Tab. 6 nennt einige epiphytische Flechten, deren starker Rückgang in Schleswig-Holstein zum größten Teil auf das Wirken der Luftverschmutzung zurückgeführt werden muß.

Tab. 6: Epiphytische, gegenüber sauren Luftverunreinigungen sehr empfindliche Flechten. - Auswahl von Arten, die von ERICHSEN (1957) als "nicht selten" o.ä. bezeichnet wurden, heute dagegen in Schleswig-Holstein sehr selten ( \* ) oder bereits völlig verschwunden ( \*\*\* ) bzw. verschollen sind.

<i>Anisomeridium biforme</i>	***	<i>Opegrapha niveoatra</i>	*
<i>Arthonia impolita</i>	*	<i>Parmelia caperata</i>	*
<i>Arthothelium ruanum</i>	*	<i>Parmelia olivacea</i>	*
<i>Bryoria fuscescens</i>	*	<i>Parmelia revoluta</i>	*
<i>Calicium abietinum</i>	***	<i>Phlyctis agelaea</i>	***
<i>Chaenotheca stemonea</i>	***	<i>Ramalina pollinaria</i>	*
<i>Lecanora allophana</i>	*	<i>Usnea filipendula</i>	*
<i>Lobaria pulmonaria</i>	*	<i>Usnea hirta</i>	***
<i>Ochrolechia subviridis</i>	*	<i>Usnea subfloridana</i>	*

Es ist ein häufig beobachtetes Phänomen, daß die meisten Flechten mit bart- oder strauchartigem Habitus empfindlicher auf saure Immissionen reagieren als die Mehrzahl der Krusten- oder Blattflechten (z.B. BARKMAN 1958). Auch in Schleswig-Holstein sind epiphytische Strauchflechten, die ja der schadstoffbelasteten Atmosphäre eine relativ große Oberfläche darbieten, deutlich im Rückgang begriffen. Von den ca. 26 obligat borkenbewohnenden Strauchflechten des Landesgebiets erscheint nur *Evernia prunastri* nicht in der "Roten Liste" (Abschnitt 7.1.1); alle anderen sind z.T. hochgradig gefährdet oder bereits verschollen, z.B. Arten der Gattungen *Bryoria*, *Ramalina* und *Usnea*.

Eine andere Gruppe von Flechtenarten, die auffällig stark zurückgeht, ist die Gruppe der "Blaualgengleichen", deren Photobionten zu den Cyanobakterien gehören. GILBERT (1986) macht darauf aufmerksam, daß durch die Azidifizierung von Substraten infolge des "Sauren Regens" gerade diese Arten besonders beeinträchtigt werden können, ohne daß die direkte toxische Wirkung z.B. von SO<sub>2</sub> eine bedeutende Rolle spielen muß. Diejenigen Blaualgengleichen, deren Rückgang in Schleswig-Holstein durch die Ansäuerung geeigneter Substrate offenbar gefördert wird, sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Tab. 7: Einige Flechtenarten, die Cyanobakterien (z.B. *Nostoc*) als Photobionten enthalten und in Schleswig-Holstein stark gefährdet oder bereits verschwunden bzw. verschollen sind.  
Häufigkeitsangabe: Status im Jahre 1991.

---

<i>Collema crispum</i>	sehr selten
<i>Collema flaccidum</i>	verschollen
<i>Collema fragrans</i>	verschollen
<i>Collema limosum</i>	selten
<i>Collema tenax</i>	sehr selten
<i>Lempholemma chalazanum</i>	verschollen
<i>Leptogium lichenoides</i>	verschollen
<i>Leptogium gelatinosum</i>	verschollen
<i>Leptogium minutissimum</i>	verschollen
<i>Leptogium schraderi</i>	sehr selten
<i>Leptogium tenuissimum</i>	verschollen
<i>Lichina confinis</i>	verschollen
<i>Lobaria scrobiculata</i>	verschollen
<i>Moelleropsis humida</i>	sehr selten
<i>Moelleropsis nebulosa</i>	verschollen
<i>Nephroma bellum</i>	verschollen
<i>Nephroma laevigatum</i>	verschollen
<i>Peltigera horizontalis</i>	verschollen
<i>Peltigera malacea</i>	verschollen
<i>Peltigera membranacea</i>	sehr selten
<i>Peltigera neckeri</i>	verschollen
<i>Peltigera praetextata</i>	sehr selten
<i>Polychidium muscicola</i>	verschollen

### 7.2.2 Einwirkung von düngenden Immissionen

Neben den säurebildenden Verunreinigungen (Schwefel- und Stickoxide) sind in Schleswig-Holstein vor allem eutrophierende Luftfremdstoffe (v.a.  $\text{NH}_x$  aus landwirtschaftlichen Quellen) für die Verarmung der Flechtenflora verantwortlich zu machen. Wie bereits erwähnt, ist die Lebensform "Flechte" allgemein durch niedrige Stoffwechselraten und durch Genügsamkeit in bezug auf die Nährstoffversorgung charakterisiert. Für die mineralische Ernährung der meisten Arten sind die im Staub, im (nicht anthropogen veränderten) Niederschlagswasser etc. enthaltenen Nährstoffe ausreichend; nitrophytische Spezialisten waren ursprünglich auf Vogelsitzplätze und andere extreme Standorte beschränkt. Zu den auffälligsten Veränderungen im Artenspektrum der heimischen Flora gehört jedoch der enorme Rückgang eutrophierungsempfindlicher Arten, begleitet von einer mengenmäßigen Zunahme eutraphenter, schnellwüchsiger Sippen. Entsprechende, eutrophierungsbedingte Veränderungen der Phanerogamenflora und -vegetation sind in Schleswig-Holstein gut dokumentiert (DIERSSEN 1983, 1988, 1989). Im folgenden sollen einige Folgen der Nährstoffanreicherung an Flechtenstandorten dargestellt werden.

Die aus früherer Zeit vorliegenden Schilderungen artenreicher Epiphytenvegetation an Straßen- und Wegbäumen treffen heute nicht mehr zu. Insbesondere in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten beschränkt sich der Bewuchs häufig auf eine extrem artenarme Gemeinschaft subneutrophytischer und eutrophierungsresistenter Flechtenarten, v.a. dominiert von *Buellia punctata*, *Physcia tenella*, *Xanthoria candelaria* und *X. polycarpa*. Um ein Beispiel für die beobachteten Veränderungen zu geben, werden in der Tabelle 8 einige Flechtenarten angeführt, die von ERICHSEN (1928-30) an freistehenden Bäumen im nordöstlichen Schleswig-Holstein angetroffen wurden, heute an diesem Standort aber nicht mehr vorkommen. Die meisten dieser "ausgefallenen" Arten sind als ausgesprochen anitrophytisch zu charakterisieren, wie u.a. die Einstufung durch WIRTH (1980) bestätigt.

Tab. 8: Borkenbewohnende, in der Mehrzahl "nährstoffmeidende" Flechtenarten, die von ERICHSEN (1928-30) an freistehenden Bäumen im nordöstlichen Schleswig-Holstein angetroffen wurden, an diesem Standort aber heute nicht mehr vorkommen.

---

Anisomeridium bifforme	Megalalaria grossa
Arthonia dispersa	Ochrolechia androgyna
Arthonia impolita	Ochrolechia subviridis
Bacidia arceutina	Opegrapha herbarum
Bacidia beckhausii	Opegrapha demutata
Chaenotheca stemonea	Opegrapha viridis
Lecania cyrtellina	Pertusaria hemisphaerica
Lecanora sambuci	Phlyctis agelaea

Bereits seit vielen Jahrzehnten ist darüber hinaus in Norddeutschland eine Zunahme von coccalen Grünalgen an freistehenden Bäumen, aber auch an Gestein aller Art zu beobachten (z.B. FISCHER-BENZON 1901). Solche Ansiedlungen von Luftalgen (v.a. *Desmococcus*) werden allgemein als Zeiger für hohen Nährstoffeintrag gewertet. Die direkte Begünstigung der Algenvorkommen durch erhöhte Nährstoffzufuhr läßt sich an Wegbäumen, die häufig von Hunden aufgesucht werden, leicht verfolgen. An der "markierten" Stammbasis ist kein epiphytischer Flechtenbewuchs mehr anzutreffen, und die stark eutrophierten Zonen werden lediglich von Grünalgen besiedelt. Wird die Nährstoffzufuhr noch verstärkt, so fallen schließlich auch die nitrophytischen Luftalgen als Besiedler aus, und jeder epiphytische Bewuchs, seien es Flechten oder Algen, stirbt ab.

Es ist unklar, ob die schnellwüchsigen Algenüberzüge die Ansiedlung von Diasporen verhindern oder ob die Abwesenheit von Flechten auf eine bereits toxische Konzentration von Nährstoffen hinweist. Auch etablierte und morphologisch nicht erkennbar geschädigte Flechtenlager sind oft von einer starken Veralgung betroffen. Regelrechtes Überwuchern durch Grünalgen ist häufig bei Arten mit rauhen Oberflächen, z.B. isidiösen oder stark runzeligen Blattflechten (*Parmelia saxatilis*, *P. tiliacea*, *P. glabratula*), zu beobachten; auch *Pertusaria*-Arten, *Evernia prunastri* sowie langsamwüchsige Krustenflechten werden auf diese Weise nicht selten in ihrer Vitalität stark geschwächt oder sogar zum Absterben gebracht.

Nicht nur freistehende Bäume, sondern auch sehr viele Waldbäume im gesamten Landesgebiet weisen einen starken Bewuchs von Grünalgen auf. Vor allem in den Buchenwäldern des Jungmoränengebiets ist dies ein sehr auffälliges Phänomen. Zu den Arten, die auf der glatten Rinde von *Fagus* erkennbar durch übermäßiges Algenwachstum beeinträchtigt werden, gehören vor allem Krustenflechten aus den Gattungen *Lecanora*, *Pertusaria*, *Graphis*, *Arthonia* und *Opegrapha*. Die Zahl der eutrophierungsempfindlichen Flechtenarten, die in starkem Maße in ihrer Entwicklung gehemmt werden, dürfte jedoch noch weitaus höher liegen (vgl. Tabelle 9).

Besonders markant wirkt sich der Eintrag von Nährstoffen über die Atmosphäre an Flechtenstandorten aus, die früher nährstoffarm waren, z.B. Heideboden, die Borke von Waldbäumen usw. In Abschnitt 5.5 wurden einige Beispiele dafür genannt, daß Arten der Gattungen *Buellia*, *Xanthoria* und *Physcia* als Epiphyten an *Juniperus*, *Calluna* etc. auftreten und auf diese Weise eine atmosphärische Eutrophierung anzeigen. Parallel dazu vollzieht sich in vielen Wald- und Heidegebieten ein Rückgang oligotropher ("nährstoffmeidender", "nitrophober") Arten, z.B. aus den Gattungen *Ochrolechia*, *Pertusaria*, *Arthonia*, *Bacidia* und *Micarea*. Die folgende Aufstellung (Tabelle 9) nennt einige Beispiele.

Tab. 9: Beispiele für einheimische Flechtenarten, die nährstoffarme Substrate (z.B. Heideboden, Borke von Waldbäumen) besiedeln und in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen oder vollständig verschwunden sind.

---

Acrocordia gemmata	Cladonia scabriuscula
Anisomeridium biforme	Cladonia strepsilis
Arthonia cinnabarina	Cladonia zopfii
Arthonia dispersa	Icmadophila ericetorum
Arthonia impolita	Lecanora intumescens
Arthonia spadicea	Micarea lignaria
Arthothelium ruanum	Moelleropsis nebulosa
Bacidia laurocerasi	Ochrolechia androgyna
Bacidia rosella	Opegrapha herbarum
Baeomyces roseus	Opegrapha viridis
Biatora sphaeroides	Pertusaria hemisphaerica
Catinaria laureri	Pertusaria multipuncta
Cetraria islandica	Phlyctis agelaea
Cetraria pinastri	Pycnothelia papillaria
Cetraria sepincola	Pyrenula nitidella
Cladonia caespiticia	Stereocaulon condensatum
Cladonia crispata	Usnea filipendula
Cladonia deformis	
Cladonia parasitica	

Daß sich sowohl direkte (Schädigungs-) als auch indirekte (Konkurrenz-) Effekte nachteilig auf Flechtenvorkommen auswirken, kann am Beispiel der Rentierflechten gezeigt werden. Diese in Heide- und Dünengebieten weit verbreiteten *Cladonia*-Arten werden aufgrund ihrer auffälligen Wuchsform regelmäßig bei vegetationskundlichen Untersuchungen berücksichtigt, so daß ihr Vorkommen gut dokumentiert ist. Seit längerer Zeit wird jedoch in Nordwesteuropa ein starker Rückgang dieser Flechtengruppe festgestellt, der teils auf direkte Schädigung durch toxische Stickstoffkonzentrationen, teils auf die Unterlegenheit gegenüber schnellwüchsigen Phanerogamen zurückgeführt wird (vgl. SØCHTING & JOHNSEN 1987 a, b, 1990, sowie die dort zitierte Literatur).

Da erdbewohnende Flechten sich nur in Vegetationstypen mit niedrigem Konkurrenzdruck halten können, geht von einer Förderung der Phanerogamen durch ein erhöhtes Nährstoffangebot eine erhebliche Gefahr für die epigäische Flechtenvorkommen aus. Die in vielen ursprünglich nährstoffarmen Heidegebieten Schleswig-Holsteins zu verfolgenden Vergrasungsvorgänge (z.B. Bordelumer und Langenhorner Heide, LINDNER & SCHRAUTZER 1983; NSG Lütjenholmer Heidedünen, LINDNER-EFFLAND 1986; Süderlügumer Binnendünen und Düne am Rimmelsberg, vgl. auch Abschnitt 5.5) geben ein Beispiel für die Folgen externer Nährstoffzufuhr, durch die viele Flechtenarten aufgrund ihres langsamen Wachstums besonders stark bedroht sind. Zu nennen sind hier vor allem Arten aus den Gattungen *Coelocaulon*, *Cladonia* und *Cetraria*.

Ein anderer Standort, an dem Flechten durch die eutrophierungsbedingte Förderung von Blütenpflanzen gefährdet sind, sind alte Natursteinmauern in Dörfern, aber auch Blockwälle außerhalb von Siedlungen (Wälle an Waldrändern, Böschungsbefestigungen usw). Während sich bei mäßiger Beschattung eine schattenliebende Flechtenvegetation einstellen kann, haben verstärktes Wachstum der Ruderalvegetation oder Einwanderung von Gräsern in erdgefüllte Mauerspalten ein Absterben der überwachsenen Gesteinsflechten zur Folge, dem nur wenige Arten entgehen (z.B. *Psilolechia lucida* und *Lepraria* spp.).

Die Abb. 19 zeigt einen nordwestexponierten, von Überwachsung bedrohten Blockwall in der Nähe von Emkendorf, MTB 1725. Neben vielen häufigen Silikatbewohnern (u.a. aus den Gattungen *Acarospora*, *Porpidia* und *Trapelia*) finden sich hier zahlreiche skiophytische, z.T. seltene Arten wie *Porina chlorotica*, *Fellhanera myrtillicola*, *Psilolechia lucida*, *Micarea lithinella*, *M. sylvicola* und *Opegrapha zonata*, die bei weiterem Vordringen der Phanerogamenvegetation akut gefährdet sind.



Abb. 18: Von Überwachsung bedrohter Blockwall zwischen Emkendorf und Brux, MTB 1725, April 1989.

### 7.2.3 Maßnahmen der Land- und Forstwirtschaft

Neben den immissionsbedingten Beeinträchtigungen der Flechtenvegetation sind land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen als besonders folgenreiche Ursachen des Artenrückganges zu nennen. Ein Teil dieser Maßnahmen, nämlich die Ausbringung von Mineraldünger, Gülle und Jauche, hat eine Anreicherung der Atmosphäre mit Nährstoffen zur Folge, durch die ursprünglich nährstoffarme Flechtenstandorte verändert werden (siehe Abschnitt 7.2.2).

Überdies kann eine Verunreinigung des Oberflächenwassers durch Abfälle aus der Viehhaltung zur Folge haben, daß aquatische Flechtenarten überspültes oder feucht liegendes Geröll (z.B. in Waldbächen) nicht mehr besiedeln können. Einige eutrophierungsempfindliche Flechtenarten, die durch eine solche Wasserverschmutzung beeinträchtigt werden, sind in der Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10: Einige einheimische Flechtenarten, die feuchtes bzw. überschwemmtes Geröll (z.B. in Waldbächen) besiedeln und in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen oder völlig verschwunden sind.

---

*Bacidia inundata*  
*Porina chlorotica*  
*Verrucaria aquatilis*  
*Verrucaria funckii*  
*Verrucaria cf. hydrela*  
*Verrucaria rheithrophila*

Eine Schädigung epiphytischer Flechten durch Anwendung von Pestiziden ist ebenfalls wahrscheinlich und wurde für das Untersuchungsgebiet bereits vermutet (SØCHTING & RAMKAER 1982). GILBERT (1977) sowie BUNYAN & STANLEY (1983) fanden keinen Beleg für die von ihnen angenommenen schädigenden Wirkungen von Pestiziden; dies steht im Gegensatz zu den experimentellen Befunden von ALSTRUP (1991), die an epilithischen Flechtenarten gewonnen wurden.

Ein bedeutender Grund für den Rückgang vieler Flechtenarten liegt in der Nutzungsumwandlung ertragsarmer bzw. "öder" Flächen. Durch die Überführung großer Heide- und Moorflächen in landwirtschaftliches Nutzland wurden nährstoffarme, relativ flechtenreiche Gebiete besonders stark dezimiert (Heideflächen v.a. nach 1945, vgl. RAABE 1978). Andauernde Meliorisierungs-, insbesondere Entwässerungsmaßnahmen, gefährden die Flechtenflora nicht nur direkt durch die Intensivierung der Nutzung, sondern auch indirekt durch die Herabsetzung der Luftfeuchtigkeit (= Veränderung des Lokalklimas) auch an angrenzenden, nicht der Nutzung unterliegenden Standorten.

Aufforstungsmaßnahmen erfolgten in Schleswig-Holstein bisher zu einem großen Teil unter Begünstigung standortfremder Gehölze, v.a. der Nadelbäume Fichte und Kiefer (letztere v.a. in der Geest). Beide sind als Phorophyten für Flechten unter den hiesigen klimatischen Verhältnissen sehr ungeeignet, so daß die betreffenden Waldflächen als Verbreitungsgebiete für epiphytische Flechten praktisch ausfallen. Das gilt insbesondere für die extrem lichtarmen Fichtenforste, in denen keine nennenswerte Flechtenvegetation auftritt.

Zu den für Flechten nachteiligen Forstmaßnahmen in Laub- oder Mischwäldern gehört die intensive forstliche Nutzung und "Pflege" des Waldes, d.h. das Schlagen von Bäumen bei Erreichen eines bestimmten Alters, das Ausräumen von Unterholz und das Entfernen von absterbenden oder umgestürzten Stämmen sowie von vermorschenden Baumstümpfen. Arten, die auf eine hohe Kontinuität ihres Substrats angewiesen sind und sich z.T. erst nach Jahrzehnten ansiedeln, benötigen sehr alte Stämme; das Unterholz (z.B. der selten gewordene *Ilex*) ist nicht nur Substrat für Bewohner glatter Rinden, sondern trägt im ungestörten Bestand auch zur Aufrechterhaltung eines Bestandesklimas bei, das viele hygrophytische Waldbewohner unbedingt benötigen. Vermorschende bzw. absterbende Stämme sowie Totholz sind Substrat für zahlreiche Pilz- und Flechtenarten, die auf der Borke von lebenden Bäumen nicht angetroffen werden können. Aus diesen Gründen haben Aufforstungen bzw. Intensivierungen der Nutzung von Kratts und Niederwäldern gerade in klimatisch günstigen Regionen (Schleswiger Geest) zu erheblichen Artenverlusten bzw. -rückgängen geführt.

#### 7.2.4 Unmittelbare Vernichtung von Standorten durch den Menschen

Gegenüber den in den vergangenen Abschnitten genannten Rückgangsursachen spielt die direkte Vernichtung von Flechtenstandorten durch den Menschen nur eine vergleichsweise geringe Rolle, kann aber lokal durchaus schwerwiegende Folgen haben.

Mit der Abholzung älterer Einzel- und Alleebäume, z.B. im Zuge von Straßenbaumaßnahmen, werden gerade in artenarmen (Siedlungs-)Gebieten potentiell bedeutende Träger epiphytischer Flechten entfernt. Neuanpflanzungen können diese Verarmung nicht ausgleichen, da jüngere Bäume in der Regel wesentlich ungünstigere Borkeneigenschaften aufweisen und unter erschwerten Bedingungen besiedelt werden müssen.

Das als "Baumpflege" verstandene Beseitigen von Epiphyten durch Abkratzen oder gar Kalken der Stämme vernichtet borkenbewohnende Flechten in den unteren Stammregionen vollständig. Diese Form der "Pflege" (z.B. von Obstbäumen) ist, soweit erkennbar, in Schleswig-Holstein jedoch nicht sehr verbreitet.



Abb. 19: Gekalkte Baumstämme in Kolkerheide, MTB 1320, Mai 1987.

Bei der direkten Vernichtung von Flechtenstandorten durch den Menschen spielen Verschönerungs-, Pflege- und Ausbesserungsarbeiten an Gebäuden und auf Grundstücken eine bedeutende Rolle. Arten, die auf ein langfristig stabiles Substrat angewiesen sind, werden u.a. durch die folgenden Maßnahmen gefährdet:

- Versetzen oder Neuverfugen von Blockmauern (Abb. 20);
- Neuverputzen von Mauern, Fundamenten o.ä.;
- Ersetzen von verwitterten Einfriedungen, Mauerkronen usw. (Abb. 21, 22);
- Kalken von Wänden, Blockwällen und Einfriedungen;
- Neudecken alter (Stroh-)Dächer;
- Ersetzen von hölzernen Zäunen, Toren usw. durch Metall und Kunststoff.

In ähnlicher Weise nachteilig wirken sich Ausbesserungs- und Erneuerungsmaßnahmen z.B. an Deich- und Bahnanlagen aus, wenn lange festgelegtes Gestein oder Holz zerstört, entfernt oder bedeckt wird.



Abb. 20: Auswirkungen von Baumaßnahmen auf einen flechtenbewachsenen Blockwall. Petersdorf/Fehmarn, MTB 1532, September 1988.



Abb. 21: Verwitterte, flechtenbewachsene Mauern werden im Laufe der Zeit ausgebessert ...



Abb. 22: ... oder zumindest vor weiterem Bewuchs "geschützt".  
Kiel, MTB 1626, Frühjahr 1990.

Die generelle Gefährdung von Flechtenstandorten durch Landschaftsverbrauch im weiteren Sinne, d.h. durch Bebauung, Ausbau des Straßennetzes, Kiesabbau und Fremdenverkehrs- und Erholungsbetrieb unterscheidet sich nicht grundsätzlich von der Gefährdung anderer Pflanzengruppen. Jedoch ist bei der Vernichtung von Flechtenstandorten die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes faktisch unmöglich, während bei vielen anderen Organismengruppen die Aussicht auf "Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen" im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung als Argument für weitere Biotopzerstörung dient.

Ein Beispiel für die direkte Gefährdung durch Baumaßnahmen liefert die erdbewohnende *Cladonia sulphurina*. Der einzige aktuell bekannte Fundort dieser Flechtenart in Schleswig-Holstein befindet sich im Spülgebiet Glückstadt-Süd, MTB 1222; für dieses Gelände bestehen konkrete Nutzungspläne, so daß dieser letzte Bestand von *C. sulphurina* akut bedroht ist.

#### 7.2.5 Andere (auch nicht anthropogene) Gefährdungsursachen

Neben den bisher angesprochenen anthropogenen Gefährdungsursachen tragen noch einige andere Faktoren zum Rückgang der Flechten bei. Zum Teil handelt es sich hierbei um Einflüsse des Menschen, die nur lokal wirksam werden, zum Teil aber auch um natürliche Prozesse, die in ähnlicher Weise auch ohne menschliche Eingriffe ablaufen würden.

##### - Meeresverschmutzung:

Die Flechtenvegetation an vielen Felsblöcken in unmittelbarer Küstennähe, z.B. entlang der Flensburger Förde, ist sehr kümmerlich entwickelt. Dies ist zum Teil auf die schlechte Eignung der in Frage kommenden Substrate zurückzuführen; die intensive Instandhaltung von Uferbefestigungen wirkt sich ungünstig auf die Besiedlung durch Kryptogamen aus (siehe vorangegangenen Abschnitt). Daneben ist nicht auszuschließen, daß intensiver Schiffs- und Bootsverkehr die epilithische Flora des Uferbereichs negativ beeinflusst. Von OERTZEN (1977) weist darauf hin, daß bereits geringe Mengen von Öl einen ausgedehnten Film bilden können, der den Gasaustausch von Organismen der Gezeitenzone wirksam unterbindet. Insbesondere Krustenflechten (hier v.a. *Verrucaria*-Arten) wären durch solche Ölfilme, die an Nord- und Ostseeküste häufig zu beobachten sind, gefährdet.

##### - Sammeltätigkeit:

Das Sammeln von Flechten zu offizinellen Zwecken hat in Schleswig-Holstein zu keiner Zeit eine bedeutende Rolle gespielt und ist daher als Gefährdungsursache zu vernachlässigen (Ausnahme: möglicherweise *Lobaria pulmonaria*, s. SAXEN 1952).

Eine Dezimierung sehr seltener Sippen durch übermäßiges Sammeln von Herbarbelegen ist dagegen nicht auszuschließen; Probenahmen sollten nur in sehr geringem Umfang erfolgen (vgl. Abschnitt 4.2.1).

##### - Klimatische Faktoren:

Es erscheint unwahrscheinlich, daß klimatische Veränderungen inner-

halb der letzten Jahrzehnte zum Artenschwund in Schleswig-Holstein beigetragen haben. Nach RAABE (1955) änderten sich hier die wichtigsten klimatischen Parameter in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts kaum - in einem Zeitraum also, in dem in Norddeutschland bereits ein erheblicher Artenrückgang zu verzeichnen war (z.B. ERICHSEN 1928-30, SANDSTEDTE 1952). - GILBERT (1989) nennt mögliche Folgen, die eine zunehmende Erwärmung der Erdatmosphäre infolge des Treibhauseffekts für die Flechtenvegetation haben könnte. Die dort angedeuteten Auswirkungen sind vorerst in Schleswig-Holstein jedoch nicht belegbar.

- Natürliche Sukzession:

In Abschnitt 7.2.2 wurden Beispiele für die Gefährdung von Flechtenstandorten durch anthropogene Förderung von Phanerogamen genannt. Aber auch ohne die Einwirkung eutrophierender Luftverunreinigungen wird die natürliche Sukzession überall dort zu einer Gefährdung von Flechten führen, wo geeignete Habitate nur in einer bestimmten Phase der Vegetationsentwicklung zur Verfügung stehen oder wo ein (hier flechtenfördernder) Einfluß des Menschen zum Erliegen kommt. Beispiele: Sukzession an Ruderalstellen; Sukzession in Heidegebieten nach Einstellung der ursprünglichen Bewirtschaftung oder Pflege.

- Ulmensterben:

Das sogenannte "Ulmensterben" wird durch den Pilz *Ophiostoma ulmi* (syn. *Ceratocystis ulmi*) ausgelöst, dessen Sporen durch den Ulmensplintkäfer (*Scolytus scolytus*) übertragen werden. In Schleswig-Holstein ist dem Ulmensterben in den letzten Jahrzehnten eine sehr große Zahl von Bäumen zum Opfer gefallen (vgl. van der ENDE 1986). Die verheerenden Schäden fallen umso stärker ins Gewicht, als die Ulme aufgrund ihrer günstigen Borkeneigenschaften ein sehr gutes Substrat für zahlreiche Flechtenarten darstellt (WATSON & al. 1988). Ersatzpflanzungen werden wegen der Infektionsanfälligkeit der Ulmen kaum noch vorgenommen, so daß besonders jene Epiphyten gefährdet sind, die mit Vorliebe die Borke von *Ulmus* besiedeln. - Die Tabelle 11 nennt einige der vom Ulmensterben besonders betroffenen Flechtenarten.

Tabelle 11: Beispiele für Flechtenarten, deren Rückgang oder Verschwinden in Schleswig-Holstein durch das Ulmensterben bedingt oder begünstigt wurde.

---

Bacidia incompta	Gyalecta flotowii
Bacidia rubella	Gyalecta ulmi
Caloplaca luteoalba	Physconia distorta
Collema fragrans	

Besonderes Gewicht erhalten die oben genannten Gefährdungsursachen, wenn Populationen seltener Sippen durch die abnehmende Zahl der geeigneten Standorte so stark bedroht werden, daß die bestehende natürliche oder zufällige Gefährdung ausreicht, um den Bestand auszulöschen. Dies trifft auf Arten zu, die durch die "Verinselung" ihrer Standorte bereits vom Aussterben bedroht sind; die Entwurzelung alter Bäume durch Sturm und andere nicht anthropogene Gefährdungsfaktoren können auf diese Weise erheblich an Bedeutung gewinnen.

### 7.3 Anthropogene Förderung von Flechten: Ursachen und Beispiele

Die Veränderung von Standorten durch den Menschen hat in der Regel nachteilige Auswirkungen auf die vorhandene Flechtenvegetation, sei es durch die Vernichtung von Habitaten, sei es durch Verschmutzungseffekte. Daß umgekehrt auch die Förderung von Flechtenarten durch den Menschen möglich ist, soll hier anhand einiger Beispiele dargestellt werden.

#### 7.3.1 Wirkung saurer und düngender Immissionen

Wie in Kapitel 5.6.1 beschrieben wurde, ist die epiphytische Flechtenflora in den größeren Orten Schleswig-Holsteins (und oft darüber hinaus) meist bis auf einen kleinen Restbestand von azidophytischen oder euryöken Arten reduziert. Die starke Ausbreitung, wie sie für viele azidophytische Krustenflechten in jüngster Zeit nachgewiesen wurde (siehe WIRTH 1985), beruht zum einen auf der massenhaften Bereitstellung des benötigten Substrats durch den Menschen, zum anderen auf einer indirekten Begünstigung durch Konkurrenzausschluß von weniger "säurefesten" Arten. Zu den Flechten, die auf diese Weise anthropogen gefördert werden, gehören die auch auf Laubbäumen in Stadtgebieten häufigen Arten *Lecanora conizaeoides*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Hypocenomyce scalaris* und *Strangospora pinicola*. Die beiden letztgenannten Arten wurden noch von ERICHSEN (1957) als typische Bewohner von bearbeitetem Holz bzw. der sauren Borke von Nadelbäumen genannt; allerdings bemerkt schon ERICHSEN zu *H. scalaris*:

"... scheint sich an Laubbäumen der Wege auszubreiten". Heute bildet *H. scalaris* häufig Massenbestände an Straßenbäumen, vor allem *Tilia* und *Quercus*, manchmal aber sogar an *Fraxinus* und *Ulmus*. Alle vier oben genannten Flechtenarten verfügen über sehr wirksame Nahausbreitungsmechanismen (Sporen- bzw. Soredienbildung), die es ihnen erlauben, einen einmal erreichten Standort in kurzer Zeit fast vollständig zu besiedeln.

Für Blattflechten, die meist eine geringere Toxitoleranz aufweisen, fehlen aus Schleswig-Holstein bisher noch sichere Belege für eine anthropogene Förderung der geschilderten Art. Möglicherweise werden sich aber in Zukunft *Parmeliopsis ambigua* und *Hypogymnia tubulosa* als ähnliche Fälle erweisen; beide wurden in den letzten Jahren auffällig häufig auf angesäuerten Borken von *Fraxinus*, *Ulmus* und *Fagus* in Siedlungen angetroffen.

Über *Fuscidea viridis* und *Mycoblastus sterilis*, zwei erst in jüngerer Zeit beschriebene Krustenflechten, die sich ebenfalls als sehr unempfindlich gegenüber sauren Immissionen erwiesen haben, ist noch keine Aussage möglich; von beiden Arten sind bisher in Schleswig-Holstein nur wenige Fundstellen bekannt. Es ist unklar, ob sich *F. viridis* und *M. sterilis* in Ausbreitung befinden oder ob es sich um bisher übersehene Einzelvorkommen handelt.

Nicht nur saure, sondern auch eutrophierende Immissionen können bestimmte Komponenten der Flechtenvegetation fördern. Die in Abschnitt 7.2.2 bereits kurz erwähnte Gruppe subneutrophytischer, eutrophierungsresistenter Arten (v.a. aus den Gattungen *Buellia*, *Phaeophyscia*, *Physcia*, *Caloplaca*, *Xanthoria*, *Candelariella*) hat als Folge der Nährstoffanreicherung an Laubbaumborken und Gestein aller Art erheblich an Bedeutung gewonnen. Auch hier gilt, daß durch den Ausfall empfindlicherer Flechtenarten die Konkurrenz für die ohnehin raschwüchsigen, eutraphenten Arten abnimmt. Die folgenden Bewohner nährstoffreicher Substrate können mit Sicherheit als anthropogen gefördert gelten (Beispiele häufiger Arten):

<i>Buellia punctata</i>	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>
<i>Caloplaca citrina</i>	<i>Physcia tenella</i>
<i>Candelariella vitellina</i>	<i>Physconia enteroxantha</i>
<i>Lecanora muralis</i>	<i>Xanthoria candelaria</i>

### 7.3.2 Bereitstellung geeigneter Substrate

Infolge der engen Substratbindung vieler Flechtenarten ist mit der Abnahme des Substratangebots häufig eine Gefährdung der betroffenen Arten verbunden. Umgekehrt kann durch die Bereitstellung von neuen (ursprünglich im Gebiet fehlenden) Substraten die Etablierung und Ausbreitung von bis dahin kaum vertretenen Sippen gefördert werden.

Gestein aller Art bildete in Schleswig-Holstein, das ja praktisch keinen anstehenden Fels aufweist, ursprünglich ein rares Substrat. Mit der Nutzung von Findlingen, die aus Ackerland entfernt wurden und zu Blockmauern aufgeschichtet wurden, sowie dem Gebrauch von Ziegeln und Mörtel durch den Menschen bot sich auch silikat- und kalkbewohnenden Flechten eine Vielzahl von Siedlungsmöglichkeiten.

Während saure Gesteine nicht in der Lage sind, Immissionswirkungen zu neutralisieren, bieten die ohnehin häufigeren, kalkhaltigen Substrate wie Mörtel und Beton heute vielen Arten eine ideale Lebensgrundlage. Bis in die Zentren der großen Städte sind an Mauern von Gebäuden, an Wegplatten usw. die folgenden Flechtenarten zu beobachten, die sich dank der enormen Häufigkeit geeigneter Substrate rasch ausbreiten (Beispiele häufiger Arten):

<i>Caloplaca citrina</i>	<i>Lecanora muralis</i>
<i>Caloplaca decipiens</i>	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>
<i>Caloplaca holocarpa</i>	<i>Physcia caesia</i>
<i>Caloplaca saxicola</i>	<i>Physcia tenella</i>
<i>Candelariella aurella</i>	<i>Verrucaria muralis</i>
<i>Lecanora albescens</i>	<i>Xanthoria parietina</i>
<i>Lecanora dispersa</i>	

Während viele der oben aufgeführten Arten schon seit langer Zeit als häufige Arten der heimischen Flora bezeichnet werden können, scheint

zwei anderen Arten erst in den letzten Jahrzehnten eine weitere Ausbreitung gelungen zu sein, nämlich der nitrophytischen *Xanthoria elegans* und der unscheinbaren Krustenflechte *Sarcogyne regularis*. Beide Arten wurden noch von ERICHSEN (1957) als selten eingestuft, sind heute aber regelmäßig auf Beton usw. zu finden. Eine starke Zunahme von *X. elegans* wurde auch von SØCHTING (1989) in Dänemark beobachtet; *S. regularis*, deren schleswig-holsteinisches Vorkommen ERICHSEN noch als "sehr zerstreut" bezeichnet hatte, ist allein im Stadtgebiet von Kiel mittlerweile von ca. 25 Fundpunkten bekannt.

Ein anderes Substrat, das erst durch das Wirken des Menschen entstand, ist bearbeitetes Holz. Obwohl hölzerne Zaunpfosten, Hecktore usw. zunehmend durch solche aus Metall ersetzt werden, sind sie immer noch eine wesentlich wichtigere, weil häufigere Unterlage für holzbewohnende Flechtenarten als Baumstümpfe und umgestürzte Stämme. Arten, für die hölzerne Zäune das bedeutendste Substrat bilden, sind *Saccomorpha icmalea*, *Micarea denigrata* und *Trapeliopsis flexuosa*, die beiden letzteren vor allem auf Hirnschnitten von Pfählen. Auch *Cypheium inquinans*, das fast ausschließlich auf hölzernen Zaunpfosten vorkommt, wurde ursprünglich durch die Verwendung von Eichenholz gefördert, ist aber u.a. wegen der Verwendung anderer Materialien inzwischen wieder selten geworden.

Ebenfalls von Bedeutung ist die Bereitstellung von Substraten bzw. die Schaffung von Flechtenstandorten im Zuge der Nutzungsaufgabe durch den Menschen. Ruderalflächen, Schutthalden usw., auf denen die Flechten einem verminderten Konkurrenzdruck durch Blütenpflanzen ausgesetzt sind, können zahlreiche Kleinstandorte für relativ schnellwüchsige Pionierarten bieten. So gelang beispielsweise im Jahre 1983 auf einer Ruderalfläche in der Nähe des Gewerbegebiets Kiel-Wittland der Erstfund der erd- und moosbewohnenden *Verrucaria bryoctona* für die Bundesrepublik (siehe JACOBSEN 1987 a, unter Verwendung des Namens *V. melaenella*). - GILBERT (1988, 1990) nennt aus England ähnliche Beispiele für unerwartet reichhaltige Flechtenvegetation, die sich auf "urban wasteland" entwickeln kann. Von noch größerer Wichtigkeit für Erd- und Gesteinsflechten sind allerdings Sonderstandorte wie stillgelegte Kiesgruben, Bahnanlagen usw. Auf dem Gelände einer ca. 1980 aufgelassenen Kiesgrube östlich von Damsdorf, MTB 1927, wurden während einer Begehung im Oktober 1989 (gemeinsam mit S. LÜTT) die folgenden Flechtenarten gefunden:

Auf Erde und Pflanzenresten:

<i>Baeomyces rufus</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
<i>Cladonia cariosa</i>	<i>Micarea nitschkeana</i>
<i>Cladonia cervicornis</i>	<i>Moelleropsis humida</i>
<i>Cladonia furcata</i>	<i>Peltigera didactyla</i>
<i>Cladonia pleurota</i>	<i>Peltigera rufescens</i>
<i>Cladonia pyxidata</i> agg.	<i>Saccomorpha uliginosa</i>
<i>Cladonia subulata</i>	cf. <i>Thrombium epigaeum</i>
<i>Collema limosum</i>	<i>Trapeliopsis flexuosa</i>
<i>Evernia prunastri</i>	<i>Trapeliopsis granulosa</i>

Auf Geröll:

*Buellia punctata*  
*Candelariella aurella*  
*Lecanora dispersa*  
*Lecidea erratica*  
*Lecidea fuscoatra*  
*Porpidia crustulata*

*Sarcogyne regularis*  
*Trapelia coarctata*  
*Verrucaria muralis*  
*Verrucaria nigrescens*  
*Xanthoria parietina*

Diese - sicherlich nicht vollständigen - Listen lassen erkennen, daß auch für zahlreiche seltenere Flechtenarten (v.a. Erdflechten) in Schleswig-Holstein noch immer ein beachtliches "Wiederbesiedlungspotential" existiert, d.h. ein Diasporen-Potential, das für die Besiedlung geeigneter, freiwerdender Flächen zur Verfügung steht.

## 7.4 Bewertung der Entwicklung und Ausblick

### 7.4.1 Bewertung der Florenentwicklung

Angesichts der vielfältigen menschlichen Einflüsse auf die schleswig-holsteinische Flechtenflora und -vegetation stellt sich die Frage, welche Rolle das Zusammenwirken der verschiedenen Faktoren bei der Entwicklung der heutigen Vegetationsverhältnisse gespielt hat. Haben während der vergangenen einhundert Jahre plötzliche Veränderungen stattgefunden, die auf einzelne Ursachen zurückzuführen sind? Gibt es Anhaltspunkte dafür, welche Einflüsse die weitere Entwicklung bestimmen werden?

Legt man beispielsweise die Bemerkungen von ERICHSEN (1928-30, 1932 a) über den Umfang der damals bereits feststellbaren Florenveränderung zugrunde, so wird deutlich, daß die Wirkung von Luftverunreinigungen bereits zu Beginn unseres Jahrhunderts beträchtlich gewesen sein muß. Aus Schleswig-Holstein liegen zwar, insbesondere aus der Periode 1940-1975, keine kontinuierlichen lichenologischen Beobachtungen vor, die eine genauere zeitliche Einordnung von Verarmungsvorgängen erlauben würden. Eine gewisse Hilfe bietet aber hier die besser bekannte Entwicklung in den Niederlanden und in Dänemark, die wohl im wesentlichen parallel zu der im norddeutschen Flachland verlief.

SØCHTING & JOHNSEN (1974) konnten bei ihrer Untersuchung der Kopenhagener Flechtenflora zwei langfristige Tendenzen feststellen. Bezogen auf das Vergleichsjahr 1936, war eine erhebliche Verarmung an immissionsempfindlichen Epiphyten im Großraum Kopenhagen zu verzeichnen, wohingegen einige azidophytische Arten, die durch die anthropogene Ansäuerung von Laubbaumborken begünstigt werden, tiefer in das Stadtgebiet eindringen konnten.

Ein ähnlicher Trend ist für diesen Zeitraum aus den Niederlanden bekannt, wo BARKMAN ab 1950 eine ausführliche Inventarisierung der Epiphytenflora durchführte und so eine wertvolle Grundlage für spätere Vergleiche schuf. Eine sehr gründliche Analyse der nachfolgenden, immissionsbedingten Veränderungen im Verbreitungsbild zahlreicher Flechtenarten wurde von de WIT (1976) vorgenommen; es konnte bestätigt werden, daß auch in dem Vergleichszeitraum 1950-1975 saure Luftverunreinigungen maßgeblich am Rückgang sensibler Arten beteiligt waren. In den meisten Teilgebieten war sogar eine enge statistische Korrelation zwischen der Qualität der epiphytischen Flora und der gemessenen Luftbelastung (vertreten durch die "Leitsubstanz" SO<sub>2</sub>) nachzuweisen (siehe auch van DAM 1984).

Die in Dänemark und in den Niederlanden im zweiten Drittel unseres Jahrhunderts gewonnenen Erkenntnisse lassen sich im wesentlichen auf die Verhältnisse in Schleswig-Holstein übertragen, so daß man auch für die einheimische Flechtenflora von einer erheblichen Verarmung aufgrund von Immissionseinwirkungen ausgehen kann. Es bleibt die

Frage, ob dieser Prozeß auch heute noch anhält, oder ob die in jüngster Zeit beobachteten - z.T. sehr markanten - Verbreitungsmuster empfindlicher Flechtenarten (siehe z.B. die Karten 30, 35, 38) lediglich die frühere Schadstoffverteilung widerspiegeln, deren Folgen bis heute spürbar sind.

Zur Beantwortung dieser Frage können drei Beobachtungen beitragen:

- 1) Seit einigen Jahren wird in vielen Teilen Europas vermerkt, daß eine Wiederbesiedlung von ehemaligen "Flechtenwüsten", z.B. Großstädten und Ballungsgebieten, stattfindet. Als Beispiele seien hier das Ruhrgebiet (RABE & WIEGEL 1985), die "West Yorkshire Conurbation" (HENDERSON-SELLERS & SEAWARD 1979) sowie die Städte London (ROSE & HAWKSWORTH 1981, HAWKSWORTH & McMANUS 1989), Paris (SEAWARD 1990, SEAWARD & LETROUIT-GALINOU 1991), München (KANDLER & POELT 1984, MACHER 1987) und Kopenhagen (RAMKAER 1983, SØCHTING, pers. Mitt.) genannt. Die Ursache für die "Wiedereinwanderung" von Epiphyten wird allgemein in der stark rückläufigen Luftbelastung in den Ballungsgebieten Mittel- und Westeuropas gesehen.
- 2) Die Meßergebnisse der Lufthygienischen Überwachung Schleswig-Holsteins weisen für SO<sub>2</sub> einen recht deutlichen Konzentrationsgradienten von Südost (stärkere Belastung) nach Nordwest (schwächere Belastung) nach. Dem entspricht das im Gelände vorgefundene Nord-Süd-Gefälle in der Florenqualität und -diversität (vgl. Abschnitt 7.2). Auch aktuelle Unterschiede in der Immissionsbelastung könnten also als Erklärung herangezogen werden.
- 3) In der Waldschadenserhebung 1990 fällt der südliche (flechtenärmere) Teil Schleswig-Holsteins als besonders betroffenes Schadensgebiet auf:  
"Insgesamt setzt sich der Trend der vergangenen Jahre fort, der einen deutlichen Schadensschwerpunkt im Süden des Landes, insbesondere im Südwesten, zeigte ... Die großräumigen Schwächungen und Schädigungen sind zweifelsohne nur mit dem Einfluß von Immissionen zu erklären" (MELFF 1990 b).  
Auch die erhebliche Schädigung des unmittelbar östlich (d.h. im Lee) des Ballungsraums Hamburg gelegenen Sachsenwaldes ist durch FÄHSER (1985) gut dokumentiert.

Die verfügbaren Informationen über die Auswirkungen saurer Luftverunreinigungen auf die schleswig-holsteinische Flechtenvegetation deuten darauf hin, daß schon sehr früh (d.h. im 19. Jahrhundert) starke lokale Belastungen im Nahbereich der Städte auftraten. Zu dieser lokalen Belastung kam im Laufe des 20. Jahrhunderts eine ständig steigende Hintergrundbelastung hinzu, die ihren Ursprung auch heute noch südlich der Landesgrenzen hat und durch emissionsmindernde Maßnahmen in Schleswig-Holstein nicht zu beeinflussen ist. Insbesondere die Flechtenflora in ländlichen Gebieten wird hierdurch in Mitleidenchaft gezogen. Selbst ein Absinken der Immissionsbelastung in vielen Städten ist nicht als Zeichen für eine Verbesserung der Situation zu werten, da in Mitteleuropa neben einer realen Verminderung von Emis-

sionen vor allem die "Politik der hohen Schornsteine", d.h. eine Entlastung von Ballungsräumen zuungunsten emittentenferner Gebiete durch eine weitere räumliche Verteilung von Schadstoffen, Wirkung zeigt (REEMTSMA 1983, WEIDNER 1987).

Das Fehlen immissionsempfindlicher Flechtenarten in großen Teilen Schleswig-Holsteins ist somit nicht nur als Spätfolge früherer Belastungen zu werten, sondern vielmehr auch als Beispiel einer chronischen Schädigung industrieferner Räume durch den Eintrag säurebildender Luftverunreinigungen (vgl. ARNDT & KOHLER 1984). Da offensichtlich schon die Hintergrundbelastung ausreicht, um z.B. empfindliche Epiphyten weiträumig zu dezimieren, wirkt sich jede weitere Schadstoffdeposition verheerend aus. Besonders im Landesteil Holstein liegt eine sehr ungünstige Kombination aus mittlerer Dauerbelastung und episodischer Spitzenbelastung vor. Der überregionale, flächendeckende Einfluß der mitteleuropäischen Hintergrundbelastung vermischt sich hier mit dem regionalen Einfluß des Ballungsgebiets Hamburg sowie lokal mit dem Einfluß aller Emittenten von lediglich örtlicher Bedeutung.

Die konkrete Wirkung der sauren Luftverunreinigungen auf einzelne Flechtenvorkommen ist abhängig von der physiologischen Konstitution der Arten (Anfälligkeit gegenüber Dauer- oder akuter Spitzenbelastung) sowie von der Beschaffenheit der Habitate (z.B. der Exposition eines Bestandes). Die künftigen Folgen der sauren Immissionen für die Gesamtheit der heimischen Flora sind jedoch nur abzuschätzen, wenn man das Zusammenwirken mit anderen Immissionskomponenten berücksichtigt. In diesem Zusammenhang haben in Norddeutschland insbesondere die eutrophierenden Immissionen in jüngster Zeit große Bedeutung erlangt.

Auch im Falle der Immissionen mit düngender Wirkung (in erster Linie  $NH_x$ ) ist eine Aussage über die zeitliche Entwicklung der Belastung in Schleswig-Holstein nur mit Blick auf die Nachbarländer möglich, da aus dem Landesgebiet keine kontinuierlichen lichenologischen Beobachtungen vorliegen. In Abschnitt 7.2.2 wurden einige Beispiele für eutrophierungsempfindliche Flechtengemeinschaften gegeben, die heute wesentlich seltener sind als zu Beginn des Jahrhunderts. Eine genauere zeitliche Einordnung dieser Veränderungen wird durch Schilderungen aus den Niederlanden erleichtert, wo die Belastung durch stickstoffhaltige Luftverunreinigungen ebenfalls für umfangreiche Veränderungen der epiphytischen Flora verantwortlich gemacht wird (siehe unten).

Auch für den eutrophierenden Immissionstyp gilt, daß im Laufe der letzten Jahrzehnte ein ständiger Anstieg der Hintergrundbelastung in Mitteleuropa zu beobachten war. Im Unterschied zu den säurebildenden Luftschadstoffen ist bisher jedoch keine Tendenz zur Verminderung der Emissionen erkennbar; vielmehr hat die intensive Viehhaltung (als einer der Hauptemittenten von  $NH_x$ ) vielerorts stark zugenommen. Die Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Flechtenvegetation sind dementsprechend in den letzten Jahren immer deutlicher geworden; die Abnahme der Artenzahl an Epiphyten geht einher mit der mengenmäßigen

Zunahme der schnellwüchsigen, eutrophierungsresistenten Arten. Schil-  
derungen solcher Verschiebungen im Artenspektrum geben aus den Nie-  
derlanden u.a. de BAKKER (1987, 1988, 1989a, b), de BAKKER & van  
DOBBEN (1988), van DOBBEN (1986, 1987, 1990, 1991), APTROOT (1989)  
und de SMIDT & van REE (1989).

Auch in Norddeutschland sind ähnliche, wenngleich nicht so drasti-  
sche Effekte zu beobachten. Das geringere Ausmaß der Vegetationsver-  
änderungen in Schleswig-Holstein läßt sich mit der (noch) geringeren  
Belastung durch Stickstoffverbindungen erklären (Daten in Abschnitt  
2.4; vgl. auch ASMAN & van JAARSVELD 1990). Bei einem weiteren An-  
steigen der  $\text{NH}_x$ -Belastung ist allerdings künftig mit einer ähnlichen  
Entwicklung wie in den Niederlanden zu rechnen.

Hauptursache für die atmosphärische Eutrophierung wird auch in Zu-  
kunft die sehr niedrige Nährstoffeffizienz in der landwirtschaftli-  
chen Tierproduktion bleiben, deren Größenordnung das Ausmaß der  $\text{NH}_3$ -  
Emissionen bestimmt. Eine langfristige Abhilfe ist auf diesem Gebiet  
nur durch verbesserte Methoden z.B. bei der Gülleausbringung (Emis-  
sionsminderung, aber nur durch "Umleitung" in andere Medien) oder  
durch Festlegung niedrigerer maximaler Viehbesatzdichten (teilweise  
Emissionsvermeidung) zu schaffen (vgl. ISENHAGEN 1990).

Es ist wiederholt ausführlich beschrieben worden, daß die nitrophy-  
tischen, sog. "stickstoffliebenden" Flechtengemeinschaften starke  
floristische Ähnlichkeiten mit der Flechtenvegetation basischer (z.B.  
kalkstaubimprägnierter) Borken aufweisen (z.B. BIBINGER 1967, GURHOLT  
1968, van DOBBEN 1974, JACOBSEN 1987 b). Mit Sicherheit bewirken so-  
wohl Nährstoffzufuhr als auch die regelmäßig damit verbundene pH-An-  
hebung im Borkensubstrat langfristig Veränderungen des epiphytischen  
Artenbestandes.

Für das Zusammenwirken düngender Immissionen mit sauren Luftverun-  
reinigungen gilt, daß toxische Wirkungen von Stickstoff- und Schwef-  
elverbindungen sich addieren, die direkten Auswirkungen auf den Sub-  
strat-pH allerdings einander entgegengerichtet sein können; der Ober-  
flächen-pH der Borke wäre demnach abhängig davon, welche Immissions-  
komponente überwiegt. Konkret bedeutet dies für Epiphyten in Gebieten  
mit "Kombinationsbelastung", daß ein subneutraler Borken-pH nur dort  
erreicht wird, wo gleichzeitig ein starker Nährstoffeintrag erfolgt.  
Die durch Abschwächung der Borkensäuerung bereitgestellten Substra-  
te wären somit für Flechtenarten, die hohe Nährstoffkonzentrationen  
nicht ertragen können, nicht besiedelbar.

Unberücksichtigt bleiben hierbei noch einige indirekte Effekte, die  
großen Einfluß ausüben können (z.B. Überwachsung epiphytischer Flech-  
ten durch Grünalgen, die durch Nährstoffanreicherung begünstigt wer-  
den), sowie schwer berechenbare, synergistische Effekte von Eutro-  
phierung und Ansäuerung, wie sie von SANGFORS (1988) für das Auftre-  
ten von Algenblüten in skandinavischen Küstengewässern verantwortlich  
gemacht werden.

Da die meisten Flechtenarten entweder empfindlich gegenüber Ansäuerung oder gegenüber Eutrophierung sind, muß eine Kombination beider Einflüsse nivellierend auf die Artenzusammensetzung ehemals reicherer Gemeinschaften wirken. Die stenöken, immissionsanfälligen Sippen werden durch euryöke, weniger empfindliche ersetzt (die dann in hoher Abundanz auftreten können). Ein gutes Beispiel für den zuletzt genannten Fall ist die Krustenflechte *Buellia punctata*, die sowohl säure- als auch extrem eutrophierungstolerant ist und an entsprechenden Standorten einformige Massenbestände bilden kann.

Trotz der enormen Beeinträchtigung der heimischen Flechtenflora durch Luftverunreinigungen während der vergangenen Jahrzehnte ist festzustellen, daß für viele erd- und gesteinsbewohnende Arten nicht die nachteilige Immissionssituation, sondern der Rückgang geeigneter Habitate die bedeutendste Gefährdungsursache darstellt. Vor allem die Beseitigung von Sonderstandorten, z.B. von freiliegendem Silikatgestein, sowie die zunehmende Intensivierung der Landnutzung müssen schon gegen Mitte dieses Jahrhunderts einen dramatischen Flechtenrückgang eingeleitet haben, der sich heute weniger in der Florenliste als vielmehr im Erscheinungsbild der Vegetation bemerkbar macht. Kultivierung von bis dahin ungenutztem "Ödland" und Aufforstung mit standortfremden Gehölzen müssen sich auf eine Organismengruppe, die in besonderem Maße auf Strukturvielfalt, ökologische Kontinuität und Nährstoffarmut bzw. das Fehlen wuchskräftiger Konkurrenten angewiesen ist, verheerend ausgewirkt haben.

Durch die punktuelle Vernichtung von Siedlungsmöglichkeiten und die flächendeckende Einwirkung von Luftverunreinigungen wurden vor allem jene Flechtenarten in Mitleidenschaft gezogen, die in Schleswig-Holstein schon immer selten waren, sei es aufgrund ökologischer Spezialisierung (Seltenheit des Habitats), sei es aufgrund der Nähe zu natürlichen - z.B. klimatisch bedingten - Verbreitungsgrenzen. Der stärkste Rückgang erfolgte naturgemäß bei solchen Arten, die durch Habitatverlust und Immissionsbelastung zugleich betroffen waren; zu dieser Gruppe gehören die silikatbewohnenden Blattflechten ebenso wie die Epiphyten luftfeuchter, relativ naturnaher Waldgebiete.

Seltene Sippen, deren Populationsgröße bis auf ein kritisches Maß zurückgegangen ist, sind gegenwärtig durch lokale Eingriffe des Menschen, durch Katastrophen (Windwurf) oder durch einfache Bestandesüberalterung zusätzlich in ihrer Existenz gefährdet (Beispiele: HAWKSWORTH & al. 1974, HAWKSWORTH 1987). Es werden also Faktoren wirksam, die einzeln recht unbedeutend bleiben würden, in ihrer Kombination aber ausreichen, um den Fortbestand seltener Arten zu gefährden. Dies ist im konkreten Fall Schleswig-Holsteins umso bedeutsamer, als das Mißverhältnis zwischen Ubiquisten und Spezialisten in der einheimischen Flora immer deutlicher in Erscheinung tritt. Der kleinen Zahl häufiger Flechtenarten (v.a. Besiedler stark anthropogen beeinflusster Standorte) steht eine große Anzahl seltener und gefährdeter Arten gegenüber, von denen die meisten weiterhin stark rückläufige Tendenz aufweisen.

#### 7.4.2 Schutzwürdigkeit von Flechtenvorkommen

Es fällt nicht schwer, die grundsätzliche Schutzwürdigkeit von Flechtenvorkommen zu begründen, da laut Bundesnaturschutz- und Landschaftspflegegesetz der Bestand von Tier- und Pflanzenarten sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft zu erhalten und nachhaltig zu sichern sind. Die Erhaltung einer artenreichen Flechtenflora ist demnach ein Selbstzweck, bedarf also keiner Rechtfertigung. Unabhängig von ideellen oder ästhetischen Gründen sollen im vorliegenden und im folgenden Abschnitt dennoch einige Argumente und konkrete Hinweise für die Berücksichtigung lichenologischer Aspekte bei Schutz- und Pflegemaßnahmen angeführt werden.

Ein häufig betonter Gesichtspunkt ist die Verwendbarkeit vieler Flechtenarten als Bioindikatoren bei immissionsökologischen Untersuchungen, wobei meist die Sensibilität gegenüber sauren Luftverunreinigungen im Mittelpunkt steht. Darüber hinaus sind Flechten aber aufgrund ihrer engen Bindung an Substrat- und Habitatfaktoren (z.B. klimatische Gegebenheiten) auch von hohem Wert für die Beurteilung von Standorteigenschaften, von Kontinuität und anthropogener Beeinflussung von Biotopen. Es liegt im Interesse des Natur- und Umweltschutzes, das vorhandene Instrumentarium von "Zeigerarten" in seiner Vielfalt zu erhalten und die vorhandenen Aussagemöglichkeiten zu nutzen. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Beobachtung, daß Gebiete mit artenreicher, gut entwickelter Flechtenvegetation in der Regel auch eine generell hohe Artendiversität oder eine anderweitig begründete Schutzwürdigkeit aufweisen (vgl. GILBERT 1977, WIRTH & FUCHS 1980). Flechten bilden darüber hinaus auch in Schleswig-Holstein die Lebensstätte oder -grundlage für zahlreiche andere Organismen, z.B. Arthropoden (insbesondere Milben, Spinnen und verschiedene Insektengruppen, v.a. Psocopteren und Collembolen), Tardigraden und flechtenbewohnende Pilze ("Flechtenparasiten": Ascomyceten und Deuteromyceten, seltener Basidiomyceten).

Während die Schutzwürdigkeit nicht in Zweifel steht, sind die tatsächlich gegebenen Schutzmöglichkeiten abhängig von dem vorliegenden Datenmaterial (d.h. in der Regel von dem Kenntnisstand der Fachbehörden) sowie von der Aufnahme, die dieses Material findet (Abwägen der Schutzbedürftigkeit, politische Entscheidung; siehe dazu auch WIRTH 1990 b). Vorerst für hiesige Gegebenheiten nicht realistisch, aber langfristig anzustreben sind Verhältnisse wie in Großbritannien, wo dem Nature Conservancy Council dank qualifizierter Beratung ein umfangreiches Datenmaterial über Kryptogamenstandorte zur Verfügung steht (BRIGHTMAN 1987, ANONYM 1987), oder in Norwegen, wo kürzlich ein Gebiet ausschließlich aufgrund seiner erhaltenswerten Kryptogamenflora unter Schutz gestellt wurde (SUND & ALSVIK 1987).

Von Ausnahmen abgesehen, ist der Schutz von Flechtenvorkommen kaum aussichtsreich, sofern er nicht im Rahmen umfangreicherer Biotop-schutzmaßnahmen erfolgt. Ohnehin werden Flechten (wenn auch in besonders starkem Maße) meist durch Einflüsse bedroht, die auch die restliche Pflanzen- und Tierwelt beeinträchtigen; um diese Bedrohung ein-

zuschränken, sind Maßnahmen erforderlich, die ohnehin vom Naturschutz ständig gefordert werden (Verringerung der Immissionsbelastung, der Eutrophierung und des Flächenverbrauchs, Nutzungsextensivierung), die aber in regionalem Rahmen und aufgrund wirtschaftlicher Gegebenheiten nur schwer zu verwirklichen sind.

"Es zeigt sich aber, daß es grundsätzlich richtig ist, auch scheinbar nebensächliche Aspekte wie den Flechtenschutz zu problematisieren, um ... am konkreten Beispiel die Komplexität und Empfindlichkeit ökologischer Zusammenhänge deutlich zu machen. Die dadurch erreichte Sensibilisierung wird es dem Naturschutz bei vergleichbaren Verfahren leichter machen, sich Gehör zu verschaffen" (LINDERS 1988 b: 44).

Ein grundsätzliches Problem besteht allerdings darin, daß selbst Biologen bestenfalls einige wenige Flechtenarten bekannt sind, so daß mögliche Argumente für Schutzmaßnahmen nicht wahrgenommen und folglich auch nicht genutzt werden.

#### 7.4.3 Einige Schlußfolgerungen für den Biotop- und Artenschutz

Wie oben erwähnt, sind zahlreiche Flechtenarten auf kontinuierlich vorhandene Substrate angewiesen, ein Umstand, der bei allen Maßnahmen des Naturschutzes berücksichtigt werden sollte. Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, die bei Eingriffen in die Landschaft erforderlich werden, sind - im Hinblick auf die Flechtenvegetation - nahezu unwirksam und daher bei der Abwägung von Eingriffsfolgen entsprechend gering zu bewerten.

Die folgenden Hinweise beziehen sich lediglich auf den Schutz von Flechtenvorkommen, ohne Berücksichtigung anderer, möglicherweise mit Hilfe entgegengerichteter Maßnahmen erreichbarer Schutzziele.

##### Waldgebiete

Der Einrichtung weiterer und Ausweitung bestehender Naturwaldparzellen sollte höchste Priorität eingeräumt werden (siehe dazu HÄRDTLE 1991). Eine Erhöhung des Laub- und Mischwaldanteils an der Gesamt-Waldfläche Schleswig-Holsteins, die Erhaltung zahlreicher Altbäume sowie das Belassen von Totholz in Laubwaldflächen stellen Voraussetzungen für das Überleben zahlreicher stark bedrohter Flechten dar. Wo immer möglich, sind artenreiche Wälder durch Einrichtung von Pufferzonen und Stillegung angrenzender Nutzflächen vor landwirtschaftlich bedingten Stoffeinträgen zu schützen (siehe Beispiel des Pobüller Bauernholzes, Kapitel 5.5.3). Kahlschlagbetrieb ist grundsätzlich zu vermeiden; empfohlen wird eine Plenterbewirtschaftung unter Schonung zahlreicher Überhälter.

##### Heiden

Auch hier sind schützenswerte Gebiete möglichst durch Pufferzonen von intensiv genutzten Flächen zu trennen, um den Nährstoffeintrag zu reduzieren. Spezielle Maßnahmen zum Schutz von Flechten sind nicht nötig, sofern die allgemeinen Ziele der Heidepflege erreicht werden

(Verhinderung der Vergrasung, Verjüngung von *Calluna*, Erhaltung verschiedener Altersstadien); mögliche Pflegemaßnahmen werden z.B. von LINDNER & SCHRAUTZER (1983) genannt. Der Erhaltung verschiedener Entwicklungsstadien der *Calluna*-Heide kommt besondere Bedeutung zu, da in den besonders flechtenreichen Initial- und Degenerationsstadien unterschiedliche Artengruppen auftreten (Pioniere auf Humus in der Initialphase; Rentierflechten v.a. in der Reife- und Degenerationsphase, vgl. COPPINS & SHIMWELL 1971).

#### Anthropogene Substrate

Generell sollten alle anthropogenen Substrate und Habitate (Holz, Straßenbäume, Gebäude, Böschungen, Kiesgruben) so lange wie möglich in unveränderter Form erhalten werden, um kontinuierliche Siedlungsmöglichkeiten zu bieten. Vielfach entziehen sich jedoch solche Substrate bzw. Flechtenstandorte allen Schutzversuchen, soweit es sich um Bauwerke handelt, bei denen das öffentliche Interesse eine ständige Instandhaltung oder Ausbesserung verlangt (Deichanlagen, Brücken, Bahnanlagen etc.).

Als besonders "langlebige" Substrate weisen Kirchen- und Friedhofsmauern (Fundamente, Blockwälle) häufig eine bemerkenswerte Flechtenflora auf. Zu den derzeitigen Bemühungen, die Bedeutung von Fried- und Kirchhöfen für die Erhaltung der Artenvielfalt in Siedlungsgebieten aufzuzeigen (z.B. EIGNER 1987, LÖLF 1989), wäre zu ergänzen, daß etliche gesteinsbewohnende Flechtenarten in Schleswig-Holstein praktisch nur noch an alten Kirchenmauern zu finden sind. Reinigungsarbeiten an Gestein, das Neuverfugen und Übertünchen von Mauern usw. sollten deshalb unbedingt unterlassen werden.

Darüber hinaus ist, wie in Dänemark, die generelle Unterschutzstellung alter Natursteinmauern zu erwägen (vgl. ALSTRUP 1988). Wie bereits von ALSTRUP betont, existieren zur Zeit noch keine Konzepte, nach denen - in Abhängigkeit von der jeweils herrschenden Flechtenvegetation - Maßnahmen zur Verhinderung von Überwachsung usw. ergriffen werden könnten.

Als "anthropogene Substrate" sind in gewisser Weise auch Straßenbäume anzusehen, die ja bedeutende Träger epiphytischer Flechtengesellschaften sein können. Falls ein Fällen von älteren Bäumen unumgänglich sein sollte (z.B. bei Ulmen infolge Befalls durch den Ulmensplintkäfer), so sind bei Neuanpflanzungen solche Gehölze zu vermeiden, die für Epiphyten ungünstige Borkeneigenschaften besitzen, z.B. *Platanus*, *Sorbus*, *Alnus*; vorzuziehen wären dagegen *Tilia*, *Quercus*, *Acer* und *Populus*. Müssen Kronenteile (etwa aufgrund von Sturmschäden) entfernt werden, so ist zu prüfen, ob die Stämme noch einige Zeit erhalten werden können, um Epiphyten die Übersiedlung auf neu angepflanzte Gehölze zu ermöglichen.

#### Andere Maßnahmen des Naturschutzes

In vielen Fällen sind bei der Pflege von Flächen, die von Natur aus mehr oder weniger flechtenreich sind (Heiden, Moore, Dünen, Trockenrasen, aufgelassene Kiesgruben), keine besonderen Maßnahmen zum Schutz von Flechten nötig. Die vorhandenen Arten werden am wirkungsvollsten geschützt, wenn der ursprüngliche Charakter eines Gebiets so

weit wie möglich bewahrt werden kann (insbesondere in bezug auf Immissions- und Eutrophierungseinflüsse). Entwässerungsmaßnahmen aller Art sind prinzipiell abzulehnen, da durch sie das für borken- und holzbewohnende Flechten wichtige Kleinklima in ungünstiger Weise verändert werden kann.

#### Information

Ein wichtiger Teil der Bemühungen, Flechtenvorkommen zu schützen, ist die Information. Noch immer gelten "vermooste" Bäume vielfach als krank, werden Epiphyten also als Schädlinge angesehen; vor allem im Forstbetrieb wäre Aufklärung über das Vorkommen und die Bedeutung epiphytischer Flechten nützlich. Information könnte auch einen (gutwilligen) Privatmann dazu veranlassen, eine verwitterte Ziegelmauer auf seinem Grundstück zu erhalten, anstatt sie neu zu verfügen oder durch pflegeleichte Betonplatten zu ersetzen. Zunächst wäre allerdings auch von Seiten des Naturschutzes eine stärkere Berücksichtigung von Flechten bei der Bewertung des Standortpotentials und der Schutzbedürftigkeit von Gebieten anzustreben.

#### 7.4.4 Überwachung und Bioindikation im Natur- und Umweltschutz

Der starke Rückgang von Flechtenarten in Norddeutschland hat zur Folge, daß sich mit dem "Rückzug" vieler Arten auf gering immissionsbelastete bzw. naturnahe Standorte ihr Zeigerwert für Zwecke des Natur- und Umweltschutzes erhöht. Um diesen Zeigerwert in größerem Umfang zu nutzen, sind mehrere Möglichkeiten der Dauerbeobachtung bzw. Überwachung von Flechtenvorkommen denkbar, durch die sich Hinweise auf Umweltveränderungen gewinnen lassen.

Heide- und Dünengebiete sind bisher vergleichsweise häufig Gegenstand von Dauerflächenuntersuchungen gewesen (z.B. RUNGE 1984, SÖCHTING & JOHNSEN 1987 a, b, 1990, SÖCHTING 1990 b, CHRISTENSEN 1989). Die Anlage und regelmäßige Kontrolle ausgewählter, flechtenreicher Dauerflächen in Heiden ist sinnvoll, um über Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung Hinweise auf kausale Zusammenhänge, v.a. Aufschluß über Art und Ausmaß von Eutrophierungsvorgängen, zu gewinnen (vgl. de SMIDT & van REE 1989).

In entsprechender Weise wird eine periodische Beobachtung der epiphytischen Flechten in den forstlich wenig beeinflussten Wäldern und in den Naturwaldparzellen Schleswig-Holsteins empfohlen. Derartige Untersuchungen werden in Dänemark zur regelmäßigen Erstellung sogenannter "Überwachungsberichte" vorgenommen (SÖCHTING & CHRISTENSEN 1989); sie stellen eine relativ einfache Möglichkeit dar, die Effizienz von Schutzmaßnahmen zu überprüfen. Auf längere Sicht wird sich die Aufstellung eines Epiphytenkatasters, wie es MUHLE (1977) für Naturwaldreservate beschrieb, als sinnvoll erweisen. Auch als Ergänzung zur Waldschadenserhebung ist eine stichprobenhafte Aufnahme der Flechtenvegetation denkbar. Obwohl kein zwingender Zusammenhang zwischen Waldschäden und Flechtenrückgang bestehen muß, können Beobachtungen an Waldstandorten differenziertere Aussagen über wahrschein-

liche Schadursachen ermöglichen (MACHER & STEUBING 1984, KÖSTNER & LANGE 1986, BARTHOLMESS 1987, WITTMANN & TÜRK 1988).

Zur Abschätzung der kleinräumigen Immissionsbelastung eignen sich lokale Kartierungen, sofern die Ergebnisbewertung in Kenntnis der ökologischen Ansprüche der vertretenen Arten vorgenommen wird. Ebenfalls möglich sind Flechtenexpositions- und -transplantationsversuche, deren Resultate jedoch nur unter Berücksichtigung der beobachteten Freilandvegetation interpretiert werden sollten. In stärker belasteten Untersuchungsgebieten kann u.U. die Anwendung standardisierter Indikationsmethoden angezeigt sein (RABE 1987, 1988, NOBEL & al. 1987). Die Aussagemöglichkeiten der epiphytischen Flechtenvegetation für Zwecke der Landschaftsplanung beschreibt LINDERS (1990).

Für eine landesweite Beurteilung der Immissionsituation ist die langfristige Beobachtung der Epiphytenvegetation an geeigneten, markanten Einzelbäumen zu empfehlen, ähnlich wie dies in den Niederlanden (de BAKKER 1988, 1989 a, van DOBBEN 1991) und in Dänemark (SØCHTING 1990 a und persönl. Mitteilung) geschieht. Die entsprechenden Phorophyten könnten zu diesem Zweck, wie von LINDERS (1988 b) vorgeschlagen, nach § 19 LPflegG als Naturdenkmale gesichert werden. Parallel zur Überwachung von Einzelbäumen kann regelmäßig die Besiedlung bestimmter Substrate überprüft werden, z.B. der Flechten- und Algenbewuchs junger Fichtenzweige zur Abschätzung der Eutrophierungsbelastung (GÖRANSSON 1989). Für eine intensivere Überwachung von Regionen mit vermuteten Belastungsschwerpunkten bietet sich eine Kalibrierung der verwendeten biologischen Methoden mit Hilfe technischer Meßverfahren an (LIEBENDÖRFER & al. 1988, HERZIG & al. 1989). Auf diese Weise könnten beispielsweise epiphytische Flechten dazu benutzt werden, regionale Luftgüteziele zu definieren (vgl. KÜHLING 1986) und die Einhaltung entsprechender Standards zu überprüfen.

Im Rahmen eines umfassenden Monitoring-Systems für den Naturschutz, wie es in jüngster Zeit z.B. von SUKOPP & al. (1986) und FUGMANN & JANOTTA (1990) gefordert wurde, können Dauerbeobachtungen an Kryptogamenstandorten einen wesentlichen Beitrag zur Umweltüberwachung leisten. Methodische Hinweise zur Durchführung geben u.a. MUHLE (1978), de WIT (1982) und MUHLE & POSCHLOD (1989).

Langfristig ist in Schleswig-Holstein der Aufbau eines landesweiten Wirkungskatasters anzustreben, das neben anderen Komponenten die Monitor-Eigenschaften von Flechten benutzt, wie dies in anderen Bundesländern seit längerer Zeit der Fall ist (z.B. Nordrhein-Westfalen: PRINZ 1974, NEUMANN & KNABE 1987; Baden-Württemberg: ARNDT & al. 1982, LfU BADEN-WÜRTTEMBERG 1990, ZIMMERMANN 1990; Saarland: WAGNER & HIRTZ 1990). Die Konzeption von Wirkungskatastern wird z.B. von MÜLLER (1981) und SCHULZ & RICHTER (1983) diskutiert; Kriterien für die Auswahl geeigneter Erhebungsflächen nennen UMLAUFF-ZIMMERMANN & KÜHL (1989). Flächendeckende Erfassungen dieser Art dienen nicht nur der Beschreibung der Immissionsituation, sondern auch der naturschutzrelevanten Ursachenforschung (vgl. SCHUBERT 1986, van DAM & al. 1986, GUDERIAN & BALLACH 1989) und sind darüber hinaus im Rahmen umweltmedizinischer Fragestellungen sinnvoll (RABE & BECKELMANN 1987).

## 8 Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung schildert die Bestandes- und Gefährdungssituation der Flechten Schleswig-Holsteins und gibt einen Überblick über die Ursachen des starken Artenrückgangs während der letzten Jahrzehnte. Beispiele zur Bioindikation der Luftbelastung mit Hilfe von Flechtenvorkommen werden angeführt.

Auf der Grundlage einer landesweiten Rasterkartierung in den Jahren 1983-1990 wird eine aktuelle Florenliste aufgestellt, die 338 Arten umfaßt und Angaben über Ökologie, Häufigkeit und Herbarbelege enthält. Für 59 ausgewählte Arten werden aktuelle Fundkarten (Nachweise seit 1975) gegeben.

Parallel zur Rasterkartierung wurden eine vollständige Auswertung der älteren lichenologischen Literatur und eine Überprüfung von kritischem Herbarmaterial vorgenommen, die zur Aufstellung einer revidierten "Checkliste" der Flechten Schleswig-Holsteins (572 Arten) dienten. Auf dieser Grundlage ist ein direkter Vergleich früherer und heutiger Vorkommen möglich; durch die Zuordnung der Flechtenarten zu verschiedenen Substrat-/Habitatgruppen wird die Florenveränderung ökologisch interpretierbar, beispielsweise im Hinblick auf die Wirkung von Luftverunreinigungen. Es ist auffallend, daß insbesondere unter den Besiedlern von Substraten, die gegenüber sauren Immissionen schlecht abgepuffert sind, ein hoher Anteil von Arten in jüngster Zeit nicht mehr nachgewiesen werden konnte. - Eine "Rote Liste" nennt für alle bedrohten Flechtenarten den derzeitigen Gefährdungsgrad.

Die Vegetationsverhältnisse in drei ausgewählten Gebieten (Pobüller Bauernholz, Düne am Rimmelsberg, Süderlügumer Binnendünen) werden als Beispiele für den Zeigerwert von Flechtenvorkommen angeführt. Eine Schilderung der Flechtenvegetation auf verschiedenen Substraten im Landesgebiet (Besiedlung "typischer" Straßenbäume usw.) schließt sich an. Sowohl in den Lokalfloren als auch im generellen Vegetationsbild ist eine starke Abnahme der früheren Artenvielfalt festzustellen; in der Regel dominieren einige wenige, ökologisch kaum spezialisierte Arten.

Für die Durchführung einer Luftgüteuntersuchung nach der IAP-Methode ("Index of Atmospheric Purity", hier modifiziert) wurde das Stadtgebiet von Flensburg ausgewählt. Die Zonen unterschiedlicher Flechtendiversität sind mehr oder weniger konzentrisch angeordnet (artenreichste Gemeinschaften an der Peripherie der Stadt), wie es für Siedlungsgebiete ohne ausgeprägte Einzelemittenten zu erwarten ist. Die aus dem umfangreichen Datenmaterial für die einzelnen Epiphyten ermittelten Diversitätsmaße zeigen dabei eine sehr gute Übereinstimmung mit der Staffelung der Immissionsempfindlichkeit, wie sie aufgrund von Geländebeobachtungen vermutet werden konnte. Die IAP-Kartierung erweist sich damit auch für schleswig-holsteinische Verhältnisse als geeignete Methode, sofern der Untersuchungsraum einige wesentliche Bedingungen erfüllt (Belastungsunterschiede, Zahl der vorhandenen Arten usw.).

Die Ursachen für den deutlichen Rückgang der Flechten in Schleswig-Holstein werden ausführlich diskutiert. Die Einwirkung saurer und düngender Immissionen, die Intensivierung landwirtschaftlicher und forstlicher Nutzung, aber auch die direkte Vernichtung von Flechtenstandorten durch den Menschen haben maßgeblich zum Artenschwund beigetragen. Beispiele für besonders betroffene Flechtengruppen werden genannt. Auch für eine andere Form der Vegetationsveränderung, nämlich die Ausbreitung von (zumeist immissionstoleranten) Arten dank anthropogener Förderung, werden Ursachen und Beispiele angeführt.

Abschließend wird versucht, den zeitlichen Verlauf des Verarmungsprozesses innerhalb der Flechtenflora zu beschreiben und Tendenzen für die künftige Entwicklung zu nennen. Während in den vergangenen Jahrzehnten säurebildende Luftverunreinigungen mit Sicherheit die wichtigste Schadursache dargestellt haben, erlangen in neuerer Zeit eutrophierende Immissionen und Habitatverlust immer größere Bedeutung. Eine weitere Verarmung der heimischen Flechtenflora, einhergehend mit einer weiteren Nivellierung des Vegetationsbildes, zeichnet sich ab. - Vor diesem Hintergrund werden einige Anmerkungen zur Berücksichtigung lichenologischer Aspekte bei Maßnahmen des Naturschutzes gemacht. Eine verstärkte und systematische Anwendung des vorhandenen Bioindikationspotentials bei immissionsökologischen Untersuchungen, z.B. im Rahmen eines aufzubauenden Wirkungskatasters, wäre darüber hinaus sinnvoll.

## 9 Literatuur

- AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG, 1960: Planungsatlas Schleswig-Holstein. - Bremen, 120 pp.
- ALSTRUP, V., 1988: Stendiger under fredning i Danmark. - *Graphis Scripta* 2: 28.
- , -, 1991: Pestizid-anvendelsens indvirken på lavfloraen på sten. Et pilotprojekt. - Institut for Økologisk Botanik, Københavns Universitet, 33 pp.
- , - & U. SØCHTING, 1989: Checkliste og status over Danmarks laver. - Nordisk Lichenologisk Forening, København, 44 pp.
- ANDERSSON, L. & T. APPELQVIST, 1987: Lunglav och almlav, indikatorer på värdefull lövskog. - *Svensk Bot. Tidskr.* 81: 185-194.
- ANONYM, 1987: Lower plants site register. - *Plant Press* 1: 2.
- APSIMON, H.M., M. KRUSE & J.N.B. BELL, 1987: Ammonia emissions and their role in acid deposition. - *Atmosph. Environm.* 21: 1939-1946.
- APTROOT, A., 1989: Veranderingen in de epifytenflora van de Provincie Utrecht. - Bureau Milieuinventarisatie, Utrecht, 27 pp.
- , - & H.T. LUMBSCHE, 1985: Ergänzungen zur Verbreitung von *Cladonia fragilissima*. - *Herzogia* 7: 243-245.
- ARNDT, U. & A. KOHLER, 1984: Belastung naturnaher Ökosysteme durch importierte Schadstoffe. - *Daten Dokumente Umweltsch., Sonderr. Umwelttag.* 36: 15-30.
- , -, W. NOBEL & H. v. BÜNAU, 1982: Wirkungskataster für Luftverunreinigungen in Baden-Württemberg. - Stuttgart, 131 pp. (Agrar- und Umweltforsch. in Baden-Württemberg I).
- , -, - & B. SCHWEIZER, 1987: Bioindikatoren. Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse. - Stuttgart, 388 pp.
- ARUP, U., S. EKMAN, L. FRÖBERG, T. KNUTSSON & J.-E. MATTSSON, 1989: Changes in the lichen flora on Romeleklint, S. Sweden, over a 50-year period. - *Graphis Scripta* 2: 148-155.
- ASMAN, W.A.H. & H.A. van JAARSVELD, 1990: Regionale und europaweite Emission und Verfrachtung von  $\text{NH}_x$ -Verbindungen. - In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft / Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): Ammoniak in der Umwelt. Kreisläufe, Wirkungen, Minderungen, pp. 2.1-2.35. Darmstadt.
- , - & A.J. JANSSEN, 1987 a: A long-range transport model for ammonia and ammonium for Europe. - In: Asman, W.A.H. & H.S.M.A. Diederer (eds.): Ammonia and acidification - Proceedings, pp. 211-222. Bilthoven.
- , - & ---, 1987 b: A long-range transport model for ammonia and ammonium for Europe. - *Atmosph. Environm.* 21: 2099-2119.
- BAKKER, A.J. de, 1986: Veranderingen in de epifytische korstmossen-flora van het Staelduinse bos in de periode 1949-1984. - *Gorteria* 13: 70-74.
- , -, 1987: *Physcia stellaris* (L.) Ach. in Nederland. - *Gorteria* 13: 210-216.
- , -, 1988: Monitoring van epifytische korstmossen in 1987. - RIN-Rapport 88/57, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 35 pp.

- , -, 1989 a: Monitoring van epifytische korstmossen in 1988. - RIN-Rapport 89/14, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 53 pp.
- , -, 1989 b: Effects of ammonia emission on epiphytic lichen vegetation. - Acta Bot. Neerl. 38: 337-342.
- , - & H. van DOBBEN, 1988: Effecten van ammoniakemissie op epifytische korstmossen. Een correlatief onderzoek in de Peel. - RIN-Rapport 88/35, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 48 pp.
- , -, - ---, ter KEURS, W.J. & E. MEELIS, 1987: Terugkeer van epifytische korstmossen in Zuid-Holland. - Landschap 1987: 3-18.
- BARKMAN, J.J., 1958: Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. - Assen, 628 pp.
- , -, 1969: The influence of air pollution on bryophytes and lichens. - In: Proceedings of the first European congress on the influence of air pollution on plants and animals, Wageningen 1968, pp. 197-209. Wageningen.
- BARTHOLMESS, H., 1987: Untersuchungen über den Zusammenhang von Flechtenvegetation, Immissionsbelastung und Waldschäden in Baden-Württemberg. - Stuttgart, 290 pp.
- BATES, J.W., J.N.B. BELL & A.M. FARMER, 1990: Epiphyte recolonization of oaks along a gradient of air pollution in south-east England. - Environm. Poll. 68: 81-99.
- BESCHEL, R., 1958: Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum. - Ber. naturw.-med. Ver. Innsbruck 52: 1-158.
- BETHKENHAGEN, J., R. HOPF, M. MELZER, C. SCHWARTAU & D. CORNELSEN, 1988: SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen in der DDR 1982. - Berlin, 530 pp. (Beitr. Strukturforchung 102).
- BIBINGER, H., 1967: Soziologisch-ökologische Untersuchungen der ober-rheinischen epiphytischen Flechtenvegetation unter besonderer Berücksichtigung des Standortsfaktors Stickstoff. - Dissertation Univ. Freiburg, 184 pp.
- BLAB, J., 1988: Bioindikation und Naturschutzplanung. Theoretische Anmerkungen zu einem komplexen Thema. - Natur u. Landsch. 63: 147-149.
- , -, 1989: Die Roten Listen werden länger - warum? - Norddtsch. Naturschutzakad. Ber. 2: 42-45.
- , -, E. NOWAK, W. TRAUTMANN & H. SUKOPP (Hrsg.), 1984: Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - Greven, 270 pp.
- BÖTTGER, M., 1967: Die Flechten der Insel Helgoland. - Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 10: 247-259.
- BRAND, A.M., A. APTROOT, A.J. de BAKKER & H.F. van DOBBEN, 1988: Standaardlijst van de Nederlandse korstmossen. - Wetensch. Meded. KNNV 188: 1-67.
- , - & R. KETNER-OOSTRA, 1983: Lichens. - Survey of the lichen flora of the larger Wadden Sea islands and coastal areas. - In: Dijkema, K.S. & W.J. Wolff (eds.): Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal areas, pp. 73-84 und 400-411. Rotterdam.
- BREEMEN, N. van & H.F.G. van DIJK, 1988: Ecosystem effects of atmospheric deposition of nitrogen in the Netherlands. - Environm. Poll. 54: 249-274.

- BRIGHTMAN, F.H., 1987: Conservation. - Bull. Brit. Lichen Soc. 60: 1-3.
- BRODO, I.M., 1966: Lichen growth and cities: A study on Long Island, New York. - Bryol. 69: 427-449.
- , -, 1968: The lichens of Long Island, New York: A vegetational and floristic analysis. - New York State Mus. & Sci. Serv. Bull. 410: 1-330.
- , -, 1973: Substrate ecology. - In: Ahmadjian, V. & M.E. Hale (eds.): The lichens, pp. 401-442. London.
- BUIJSMAN, E., H.F.M. MAAS & W.A.H. ASMAN, 1987: Anthropogenic NH<sub>3</sub> emissions in Europe. - Atmosph. Environm. 21: 1009-1022.
- BUNDESAMT FÜR ERNÄHRUNG UND FORSTWIRTSCHAFT, 1987: Einfluß von Luftverunreinigungen auf Böden, Gewässer, Flora und Fauna. - Frankfurt, 299 pp.
- , -, 1989: Emissionen von Ammoniak - Quellen, Verbleib, Wirkungen, Schutzmaßnahmen. - Frankfurt, 193 pp.
- BUNDESMINISTER FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT, 1988: Vierter Immissionsschutzbericht der Bundesregierung. - Bonn, 115 pp.
- BUNYAN, P.J. & P.I. STANLEY, 1983: The environmental cost of pesticide usage in the United Kingdom. - Agric. Ecosyst. Environm. 9: 187-209.
- CARSTENSEN, H., 1969: Einführung in die natürlichen Gegebenheiten und die Siedlungsstruktur Schleswig-Holsteins. - Schriftenr. des Deutschen Rates f. Landespflege 12: 21-23.
- CHARLSON, R.J. & H. RODHE, 1982: Factors controlling the acidity of natural rainwater. - Nature 295: 683-685.
- CHRISTENSEN, S.N., 1985: Rapport over en lichenologisk studietour til Rømø og Sild. - Institut for Sporeplanter, Københavns Universitet, 12 pp.
- , -, 1989: Floristic and vegetational changes in a permanent plot in a Danish coastal dune heath. - Ann. Bot. Fenn. 26: 389-397.
- CHRISTIANSEN, M.S. & C. ROUX, 1988: Typification de *Verrucaria viridula* (Schrad.) Ach. - Bull. Soc. Linn. Provence 39: 107-127 ("1987").
- CHRISTIANSEN, W., F. KAHL & A. STANGE, 1962: Flora und Vegetation des Naturschutzgebietes am Rimmelsberg. - Jb. Schlesw. Geest 10: 163-184.
- , - & P. LEVSEN, 1928: Die Vegetation des Schutzgebietes Süderlügum in Schleswig-Holstein. I. Besiedlungsformen und Vegetation höherer Pflanzen. - Beitr. Naturdenkmalpflege 12: 289-302.
- CIEŚLIŃSKI, S., K. CZYŻEWSKA & J. FABISZEWSKI, 1986: Red list of threatened lichens in Poland. - In: Zarzyckiego, K. & W. Wojewody (eds.): List of threatened plants in Poland, pp. 85-107. Warszawa.
- COPPINS, B.J., 1983: A taxonomic study of the lichen genus *Micarea* in Europe. - Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Ser. Bot., 22: 17-214.
- , -, 1989: Notes on the Arthoniaceae in the British Isles. - Lichenol. 21: 195-216.
- , - & P.W. JAMES, 1979: New or interesting British lichens IV. - Ibidem 11: 139-179.
- , - & - ---, 1984: New or interesting British lichens V. - Ibidem 16: 241-264.

- , - & ---, 1989: The identity of '*Lecidea cinnabarina*' in the British Isles. - *Ibidem* 21: 237-242.
- DAM, D. van, 1984: Luchtverontreiniging en de achteruitgang van de Nederlandse flora. - *Levende Natuur* 85: 57-61.
- , -, H.F. van DOBBEN, C.F.J. ter BRAAK & T. de WIT, 1986: Air pollution as a possible cause for the decline of some phanerogamic species in The Netherlands. - *Vegetatio* 65: 47-52.
- DÉRUELLE, S., 1978 a: Les lichens et la pollution atmosphérique. - *Bull. Ecol.* 9: 87-128.
- , -, 1978 b: Étude comparée de la sensibilité de trois méthodes d'estimation de la pollution atmosphérique, en utilisant les lichens comme indicateurs biologiques, dans la région de Mantes (Yvelines). - *Rev. Bryol. Lichénol.* 44: 429-441.
- DE SLOOVER, J.R., 1964: Végétaux épiphytes et pollution de l'air. - *Rev. Quest. Scient.* 25: 531-561.
- , - & F. LEBLANC, 1968: Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity. - In: Misra, R. & B. Gopal (eds.): *Proc. Symp. Recent Advances in Tropical Ecology*, pp. 42-56. Varanasi.
- DETTMAR, J., 1982: Veränderungen der Flora und Vegetation des Naturschutzgebietes "Dummersdorfer Ufer" bei Lübeck in den letzten 50 Jahren und deren Ursachen. - *Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein und Hamburg* 14: 36-61.
- DEUTSCHER WETTERDIENST, 1967: *Klima-Atlas von Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen*. - Offenbach, 435 pp.
- DIAMOND, J.M., 1988: Red books or green lists? - *Nature* 332: 304-305.
- DIEDERICH, P., 1979: Cartographie de la pollution atmosphérique au Grand-Duché de Luxembourg à l'aide de bioindicateurs. - *Bull. Soc. Natur. Luxembourg*. 83/84: 7-39.
- , -, 1989: Les lichens épiphytiques et leurs champignons lichénicoles (macrolichens exceptés) du Luxembourg. - *Trav. Scient. Mus. Nat. Hist. Natur. Luxembourg* 14: 1-268.
- , -, 1990: Floristic and faunistic databases on personal computers. - *Stuttg. Beitr. Naturkunde, Ser. A* 456: 131-137.
- , -, E. SÉRUSIAUX & P. van den BOOM, 1991: Lichens et champignons lichénicoles nouveaux ou intéressants pour la flore de la Belgique et des régions voisines. V. - *Lejeunia, N.S.* 136: 1-47.
- DIEM, E., H. MUHLE & S. WINKLER, 1983: Möglichkeiten und Grenzen der Luftqualitätsbewertung mit Flechten. - *Verhandl. Ges. Ökol.* 10: 473-479.
- DIERSSEN, K., 1983: Zum Wandel der Gefäßpflanzenflora Schleswig-Holsteins und ihren Ursachen. - *Heimat (Neumünster)* 90: 170-179.
- , -, 1988: Stickstoffüberschüsse in der Landschaft - ein Problem für den Natur- und Landschaftsschutz. - *Grüne Mappe Landesnaturschutzverband Schl.-Holstein* 1988: 10-14.
- , -, 1989: Eutrophierungsbedingte Veränderungen der Vegetationszusammensetzung (Fallstudien aus Schleswig-Holstein). - *Norddtsch. Naturschutzakad. Ber.* 2: 27-35.
- , -, J. BELLER & J. EIGNER, 1982: Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen in Schleswig-Holstein. - *Schriftenr. Landesamt Natursch. Landschaftspfl. Schl.-Holstein* 5: 5-25.

- DOBBERN, H.F. van, 1974: Epifyten op eiken bij een kalkfabriek: een zeldzame gradient. - *Kruipnieuws* 36: 25-32.
- , -, 1983: Changes in the epiphytic lichen flora and vegetation in the surroundings of 's-Hertogenbosch (The Netherlands) since 1900. - *Nova Hedw.* 37: 691-719.
- , -, 1986: Decline of epiphytic lichens in The Netherlands. - *Acta Bot. Neerl.* 35: 52-53.
- , -, 1987: Effecten van ammoniak op epifytische korstmossen. - In: Boxman, A.W. & J.F.M. Geelen (eds.): *Acute en chronische effecten van NH<sub>3</sub> (en NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) op levende organismen*, pp. 52-61. Laboratorium voor Aquatische Oecologie KUN, Nijmegen.
- , -, 1990: Effecten van luchtverontreiniging op korstmossen, resultaten van meerjarige studies. - *Levende Natuur* 91: 179-183.
- , -, 1991: Monitoring van epifytische korstmossen in 1989. - RIN-Rapport 91/8, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 62 pp.
- , -, E. NIEBOER & D.H.S. RICHARDSON, 1982: Korstmossen: bioindicatoren voor luchtkwaliteit. - *Natuur en Techniek* 50: 870-889.
- DOMRÖS, M., 1966: Luftverunreinigung und Stadtklima im Rheinisch-Westfälischen Industriegebiet und ihre Auswirkungen auf den Flechtenbewuchs der Bäume. - *Arb. Rhein. Landeskunde Bonn* 23: 5-132.
- DUYSINGS, J.J.H.M., J.M. VERSTRATEN, L. BRUIJNZEEL & W. BOUTEN, 1986: Relationships between precipitation chemistry and some meteorological parameters in the Netherlands: A statistical evaluation. - *Water, Air, Soil Poll.* 28: 213-223.
- EIGNER, J., 1987: Naturschutz auf Friedhöfen und gebäudeumgebenden Flächen - geordnete Unordnung. - In: Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein (Hrsg.): *Naturschutz im kirchlichen Bereich*, pp. 43-61. Kiel.
- ELIASSEN, A., 1978: The OECD study of long range transport of air pollutants: long range transport modelling. - *Atmosph. Environm.* 12: 479-487.
- ELLENBERG, H., 1985: Veränderung der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluss von Düngung und Immissionen. - *Schweiz. Ztschr. Forstwesen* 136: 19-39.
- , -, 1986: Veränderungen von Artenspektren unter dem Einfluß von düngenden Immissionen und ihre Folgen. - *Allgemeine Forst Ztschr.* 19/1986: 466-467.
- , -, 1989: Zur Einführung. Ein Dutzend illustrierte Informationen. - *Norddtsch. Naturschutzakad. Ber.* 2: 4-13.
- , -, 1990: Ökologische Veränderungen in Biozönosen durch Stickstoffeintrag. - In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft / Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): *Ammoniak in der Umwelt. Kreisläufe, Wirkungen, Minderungen*, pp. 44.1-44.24. Darmstadt.
- ENDE, M. van der, 1986: Das Ulmensterben. Der Pilz *Ceratocystis ulmi*. - *Heimat (Neumünster)* 93: 151-155.
- ERICHSEN, C.F.E., 1905: Beitrag zur Flechtenflora der Umgegend von Hamburg und Holstein. - *Verhandl. naturw. Ver. Hamburg*, 3. Folge 13: 44-104.
- , -, 1909: Eine neue Flechte: *Cyphelium (Acolium) verrucosum* Erichsen. - *Hedwigia* 68: 210-211.

- , -, 1916 a: Nachtrag zur Flechtenflora der Umgegend von Hamburg. - Verhandl. naturw. Ver. Hamburg, 3. Folge 24: 65-100.
- , -, 1916 b: Die Flechten des Dünengerölls beim Pelzerhaken. - Festschr. Bot. Ver. Hamburg: 51-65.
- , -, 1923 a: Die Isländische Flechte. - Heimat (Neumünster) 33: 158-159.
- , -, 1923 b: Neue Ergebnisse der Erforschung unserer Pflanzenwelt. - Ibidem 33: 259-261.
- , -, 1926: Zwei verschollene Krattflechten. - Ibidem 36: 159-161.
- , -, 1928: Die Vegetation des Schutzgebietes Süderlügum in Schleswig-Holstein. II. Flechten des Schutzgebiets bei Süderlügum. - Beitr. Naturdenkmalpflege 12: 303-307.
- , -, 1928-1930: Die Flechten des Moränengebiets von Ostschleswig mit Berücksichtigung der angrenzenden Gebiete. - Verhandl. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 70: 128-223, 71: 85-129, 72: 1-68.
- , -, 1929: Die Rentierflechte und ihr Vorkommen in Schleswig-Holstein. - Heimat (Neumünster) 39: 207-210, 227-231.
- , -, 1930: Lichenologische Beiträge. - Hedwigia 70: 216-233.
- , -, 1931: *Staurothete catalepta* (Ach.) Zschacke nov. var. *fluvialis* Erichs., eine Charakterflechte des Tidengebiets der Unterelbe. - Festschr. Bot. Ver. Hamburg: 24-33.
- , -, 1932 a: Die Flechten am Dummersdorfer Traveufer bei Lübeck. - In: Denkmalrat Lübeck (Hrsg.): Das linke Untertraveufer, pp. 126-153. Lübeck.
- , -, 1932 b: Lichenologische Beiträge II. - Hedwigia 72: 75-91.
- , -, 1933: Neue und bemerkenswerte atlantische Flechten im deutschen Küstengebiet. - Ibidem 73: 1-24.
- , -, 1934: Zur Flechtenflora Schleswig-Holsteins und des Gebietes der Unterelbe. - Schr. naturw. Ver. Schl.-Holstein 20: 335-356.
- , -, 1936: Flechten. - In: Christiansen, W. & W. Christiansen (Hrsg.): Das botanische Schrifttum von Schleswig-Holstein, Hamburg und Lübeck, pp. 193-203. Kiel.
- , -, 1937: Weitere Beiträge zur Flechtenflora Schleswig-Holsteins und des Gebiets der Unterelbe. - Schr. naturw. Ver. Schl.-Holstein 22: 89-116.
- , -, 1938 a: Neue Beiträge (3.) zur Flechtenflora Schleswig-Holsteins und des Gebiets der Unterelbe. - Ann. Mycol. 36: 128-153.
- , -, 1938 b: *Sclerographa squalida* Erichs. n.sp., eine neue europäische Art dieser Gattung. - Hedwigia 78: 216-218.
- , -, 1939 a: Neue und kritische deutsche Lichenen. - Mitt. Inst. Allg. Bot. Hamburg 10: 394-417.
- , -, 1939 b: 4. Beitrag zur Kenntnis der Flechtenflora Schleswig-Holsteins und des Gebiets der Unterelbe. - Ann. Mycol. 37: 61-87.
- , -, 1940 a: Der Flechtenbewuchs des Segeberger Kalkberges. - Heimat (Neumünster) 50: 149-151.
- , -, 1940 b: Lichenologische Beiträge III. - Ann. Mycol. 38: 303-331.
- , -, 1941 a: 5. Beitrag zur Kenntnis der Flechtenflora Schleswig-Holsteins und des Gebiets der Unterelbe. - Ibidem 39: 1-37.
- , -, 1941 b: Die Flechten des Satrupholmer Moores (Kreis Schleswig). - Veröff. Inst. Volks- u. Landesforsch. Landesuniv. Kiel 1941: 82-93.

- , -, 1941 c: Lichenologische Beiträge IV. - Ann. Mycol. 39: 136-149.
- , -, 1942 a: 6. Beitrag zur Kenntnis der Flechtenflora Schleswig-Holsteins und des Gebiets der Unterelbe. - Ibidem 40: 163-189.
- , -, 1942 b: Neue dänische Flechten. - Ibidem 40: 140-149.
- , -, 1943: Neue Flechtenfunde aus Schleswig-Holstein und dem Nordwestdeutschen Tiefland I. - Ibidem 41: 196-213.
- , -, 1944: Neue Flechtenfunde aus Schleswig-Holstein und dem Nordwestdeutschen Tiefland II. - Ibidem 42: 24-43.
- , -, 1957: Flechtenflora von Nordwestdeutschland. - Stuttgart, 411 pp.
- ERNST, G., 1988: Die epiphytische Flechtenvegetation auf Nordstrand. - Arbeitsber. AG Angew. Geogr. Münster 13: 1-13.
- FÄHSER, L., 1985: Die Belastung des Sachsenwaldes durch Immissionen. - Waldhygiene 16: 3-18.
- FERRY, B.W., M.S. BADDELEY & D.L. HAWKSWORTH (eds.), 1973: Air pollution and lichens. - London, 389 pp.
- FEUERER, T., 1988: Revision schleswig-holsteinischer Funde der Flechtengattung *Rhizocarpon*. - Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein und Hamburg 19: 85-100 ("1987").
- , -, 1990: Drei unpublizierte Flechtenkartierungen im Hamburger Raum. - Ber. Bot. Ver. Hamburg 11: 50-55.
- FISCHER-BENZON, R. von, 1901: Die Flechten Schleswig-Holsteins. - Kiel/Leipzig, 103 pp.
- FLORAVARDESKOMMITÉN FÖR LAVAR, 1987: Preliminar lista över hotade lavar i Sverige. - Svensk Bot. Tidskr. 81: 237-256.
- FUGMANN, H. & M. JANOTTA, 1990: Konzept zum Monitoring für den Naturschutz im Land Berlin. - Laufener Seminarbeitr. 3/90: 50-63.
- GAUSJAA, Y., 1985: The ecology of *Lobaria pulmonaria* and *Parmelia caperata* in *Quercus* dominated forests in south-west Norway. - Lichenol. 17: 117-140.
- GERSON, U. & M.R.D. SEAWARD, 1977: Lichen - invertebrate associations. - In: Seaward, M.R.D. (ed.): Lichen ecology, pp. 69-119. London/New York.
- GLESSLER, G., 1988: Grünanlagen und Gärten in Flensburg: ihre Funktion und ihr Wandel. - Flensburg, 189 pp. (Kleine Reihe Ges. Flensb. Stadtgesch. 17).
- GILBERT, O.L., 1974: lichens and air pollution. - In: Ahmadjian, V. & M.E. Hale (eds.): The lichens, pp. 443-472. London ("1973").
- , -, 1976: An alkaline dust effect on epiphytic lichens. - Lichenol. 8: 173-178.
- , -, 1977: Lichen conservation in Britain. - In: Seaward, M.R.D. (ed.): Lichen ecology, pp. 415-436. London.
- , -, 1986: Field evidence for an acid rain effect on lichens. - Environm. Poll. A 40: 227-231.
- , -, 1988: Urban demolition sites: a neglected habitat. - Bull. Brit. Lichen Soc. 62: 1-3.
- , -, 1989: The greenhouse effect and lichens. - Bull. Brit. Lichen Soc. 65: 1-5.
- , -, 1990: The lichen flora of urban wasteland. - Lichenol. 22: 87-101.

- GÖRANSSON, A., 1990: Alger, lavar och barruppsättning hos unggranar längs en kvävegradient från Sverige till Holland - en pilotstudie. - Naturvårdsverket Rapport 3741, 37 pp.
- GRIME, J.P., 1977: Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance for ecological and evolutionary theory. - Amer. Natural. 111: 1169-1194.
- GRODZINSKA, K., 1971: Acidification of tree bark as a measure of air pollution in southern Poland. - Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol. 11: 183-195.
- GRÜNINGER, W., 1983: Untersuchungen mit Flechten als Bioindikatoren der Luftverschmutzung. - Biologieunterricht 19: 48-90.
- GUDERIAN, R., 1986: Kriterien zur Erfassung und Bewertung von Immissionsbelastungen in terrestrischen Ökosystemen. - Verhandl. Ges. Ökol. 14: 245-256.
- , - & H.-J. BALLACH, 1989: Aufgaben und Probleme der Wirkungsforschung als Grundlage für den praktischen Immissionsschutz. - Ibidem 18: 289-297.
- GURHOLT, G., 1968: Epifyttiske makrolav i relasjon til luftforurensninger fra industrisentra i Brevik, Porsgrann og Skien. - Blyttia 26: 161-204.
- GUSMANN, P., 1929: Beiträge zur Kryptogamenflora der Untertrave und ihrer Umgebung. - Mitt. Geogr. Ges. Naturhist. Mus. Lübeck II 33: 103-131.
- , -, 1934: Zweiter Beitrag zur Kryptogamenflora der Untertrave und ihrer Umgebung. - Ibidem 37: 43-51.
- , -, 1937: Dritter Beitrag zur Kryptogamenflora der Untertrave und ihrer Umgebung. - Ibidem 39: 39-52.
- GUTTE, P., M. HALLEBACH & H. KÖHLER, 1976: Untersuchung über die Verbreitung epixyler Flechten zur Feststellung des Umfanges der Luftverunreinigung im Leipziger Raum. - Hercynia N.F. 13: 446-458.
- HÄRTLE, W., 1991: Naturwaldreservate - ein notwendiger Beitrag zum Waldschutz in Schleswig-Holstein. - Grüne Mappe Landesnaturschutzverband Schl.-Holstein 1990: 14-19.
- HÄUPLER, H., 1974: Statistische Auswertung von Punktrasterkarten der Gefäßpflanzenflora Süd-Niedersachsens. - Scripta Geobot. (Göttingen) 8: 1-141.
- HAFELLNER, J., 1989: Vězda, Lichenes Selecti Exsiccati no. 2358.
- , - & D. GRILL, 1980: Die Wiedereinwanderung epiphytischer Flechten in den Raum Leoben-Hinterberg nach Stilllegung des Hauptemittenten. - Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Wien 131: 83-87.
- , - & ---, 1981: Der Einfluß der Stilllegung einer Zellstoffabrik auf die Vegetation der Umgebung. - Phytion (Horn) 21: 25-38.
- HALLINGBÄCK, T., 1986: Lunglavarna, *Lobaria*, på reträtt i Sverige. - Svensk Bot. Tidskr. 80: 373-381.
- , - & P.-O. MARTINSSON, 1987: The retreat of two lichens, *Lobaria pulmonaria* and *L. scrobiculata* in the district of Gäsene (SW Sweden). - Windahlia 17: 27-32.
- , - & K. OLSSON, 1987: Lunglavens tilbakagång i Skåne. - Svensk Bot. Tidskr. 81: 103-108.
- HASSENPFUG, W., 1986: Daten zum Sauren Regen in Schleswig-Holstein. - Schr. naturw. Ver. Schl.-Holstein 56: 1-16.

- HAWKSWORTH, D.L., 1971: Lichens as litmus for air pollution: A historical review. - Int. J. Environm. Stud. 1: 281-296.
- , -, 1974: : Mycologist's handbook. - Kew, 231 pp.
- , -, 1987: Lichen impoverishment without air pollution. - Bull. Brit. Lichen Soc. 61: 1-3.
- , -, B.J. COPPINS & F. ROSE, 1974: Changes in the British lichen flora. - In: Hawksworth, D.L. (ed.): The changing flora and fauna of Britain, pp. 47-78. London.
- , -, P.W. JAMES & B.J. COPPINS, 1980: Checklist of British lichen-forming, lichenicolous and allied fungi. - Lichenol. 12: 1-115.
- , - & P. McMANUS, 1989: Lichen recolonization in London under conditions of rapidly falling sulphur dioxide levels, and the concept of zone skipping. - Bot. J. Linn. Soc. 100: 99-109.
- , - & F. ROSE, 1970: Qualitative scale for estimating sulphur dioxide pollution in England and Wales using epiphytic lichens. - Nature 227: 145-148.
- , - & ---, 1976: Lichens as air pollution monitors. - London, 60 pp. (Studies in Biol. 66).
- , -, --- & B.J. COPPINS, 1973: Changes in the lichen flora of England and Wales attributable to pollution of the air by sulphur dioxide. - In: Ferry, B.W., M.S. Baddeley & D.L. Hawksworth (eds.): Air pollution and lichens, pp. 330-367. London.
- HEIDT, V., 1978: Flechtenkartierung und die Beziehung zur Immissionsbelastung des südlichen Münsterlandes. - The Hague 1978, 93 pp. (Biogeographica 12).
- HEINTZE, U., W. JANSSEN, W. PROBST & W. RIEDEL (Hrsg.), 1988: Umwelt-erhebung Flensburg - Textband. - Umwelt- und Grünamt der Stadt Flensburg, 214 pp.
- HENDERSON-SELLERS, A. & M.R.D. SEAWARD, 1979: Monitoring lichen re-invasion of ameliorating environments. - Environm. Poll. 19: 207-213.
- HERBEN, T. & J. LIŠKA, 1986: A simulation study on the effect of flora composition, study design and index choice on the predictive power of lichen bioindication. - Lichenol. 18: 349-362.
- HERZIG, R., L. LIEBENDÖRFER, M. URECH, K. AMMANN, M. GUECHEVA & W. LANDOLT, 1989: Passive biomonitoring with lichens as part of an integrated biological measuring system for monitoring air pollution in Switzerland. - Int. J. Environm. Analyt. Chem. 35: 43-57.
- HEYDEMANN, B. & J. MÜLLER-KARCH, 1980: Biologischer Atlas Schleswig-Holstein. - Neumünster, 263 pp.
- HILLMANN, J. & V. GRUMMANN, 1957: Flechten. - Berlin, 898 pp. (Kryptogamenflora der Mark Brandenburg VIII).
- HOFF, J.D., D.W. NELSON & A.L. SUTTON, 1981: Ammonia volatilization from liquid swine manure applied to cropland. - J. Environm. Qual. 10: 90-95.
- HOFFMAN, G.R. & A.A. BOE, 1977: Ecological study of epiphytic cryptogams on *Populus deltoides* in northern South Dakota and adjacent Minnesota. - Bryol. 80: 32-47.
- HOISLBAUER, G., 1979: Rindenflechten im oberösterreichischen Zentralraum und ihre Abhängigkeit von Umwelteinflüssen. - Stapfia 5: 1-69.

- , -, 1982: Die Beurteilung der Luftgüteentwicklung im Linzer Großstadtraum mit Hilfe von Rindenflechten. - Naturkundl. Jb. Stadt Linz 28: 237-260.
- ISERMANN, K., 1990: Ammoniakemissionen der Landwirtschaft als Bestandteil ihrer Stickstoffbilanz und Lösungsansätze zur hinreichenden Minderung. - In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft / Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): Ammoniak in der Umwelt. Kreisläufe, Wirkungen, Minderungen, pp. 1.1-1.76. Darmstadt.
- JAAP, O., 1903: Beiträge zur Flechtenflora der Umgegend von Hamburg. - Verhandl. naturw. Ver. Hamburg, 3. Folge 10: 20-57.
- , -, 1905: Einige Neuheiten für die Flechtenflora Hamburgs. - Allg. Bot. Ztschr. 9: 150-151.
- , -, 1909: Zur Flora von Glücksburg. II. Flechten. - Schr. naturw. Ver. Schl.-Holstein 14: 312-316.
- JACOBSEN, P., 1985: Zur Flechtenflora der Insel Amrum. - Nordfries. Jb. N.F. 21: 15-29.
- , -, 1987 a: Einige bemerkenswerte Flechtenfunde aus Schleswig-Holstein. - Herzogia 7: 615-622.
- , -, 1987 b: Standortsansprüche, Soziologie und Verbreitung nährstoffliebender epiphytischer Flechten im nördlichen Jungmoränengebiet Schleswig-Holsteins. - Diplomarbeit Univ. Kiel, 107 pp.
- , -, 1988: Liste der in Schleswig-Holstein gefundenen Flechtenarten. - Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein und Hamburg 19: 45-84 ("1987").
- , -, 1989: Additions and corrections to the lichen checklist of Schleswig-Holstein. - Graphis Scripta 2: 83-85.
- , -, 1990: Ziele und Methoden der Kartierung von Flechten in Schleswig-Holstein. - Stuttg. Beitr. Naturkunde, Ser. A 456: 153-159.
- , - & B.J. COPPINS, 1989: On the identity of some "endemic" North German lichens. - Nova Hedwigia 49: 255-273.
- , - & G. ERNST, 1987: Notes on the lichen flora of N Germany. - Graphis Scripta 1: 92.
- JAMES, P.W., 1973: The effect of air pollutants other than hydrogen fluoride and sulphur dioxide on lichens. - In: Ferry, B.W., M.S. Baddeley & D.L. Hawksworth (eds.): Air pollution and lichens, pp. 143-175. London.
- , -, D.L. HAWKSWORTH & F. ROSE, 1977: Lichen communities in the British Isles: A preliminary conspectus. - In: Seaward, M.R.D. (ed.): Lichen ecology, 295-413. London.
- JØRGENSEN, P.M., 1978: The lichen family Pannariaceae in Europe. - Opera Bot. 45: 1-123.
- , - & S. RYMAN, 1989: The correct names of the lichenized *Omphalina* species in Scandinavia. - Graphis Scripta 2: 138-143.
- JOHN, V., 1986: Verbreitungstypen von Flechten im Saarland. - Abhdl. Dellatania 15: 1-170.
- , -, 1987: Bestand und Gefährdung der Flechten in Rheinland-Pfalz. - Beitr. Landespl. Rheinl.-Pfalz 11: 159-208.
- , -, 1988: Die Flechten. - In: Minister für Umwelt des Saarlandes (Hrsg.): Rote Liste - Bedrohte Tier- und Pflanzenarten im Saarland, pp. 69-76. Saarbrücken.

- , -, 1990: Atlas der Flechten in Rheinland-Pfalz. - Beitr. Landes-  
pfl. Rheinl.-Pfalz 13 (1), 1-275.
- JÜRGING, P., 1975: Epiphytische Flechten als Bioindikatoren der  
Luftverunreinigung. - Vaduz, 164 pp. (Bibl. Lichenol. 4).
- KALLEND, A.S., A.R.W. MARSH, J.H. PICKLES & M.V. PROCTOR, 1983:  
Acidity of rain in Europe. - Atmosph. Environm. 17: 127-137.
- KANDLER, O. & J. POELT, 1984: Wiederbesiedlung der Innenstadt von  
München durch Flechten. - Naturwiss. Rundschau 37: 90-95.
- KAPPEN, L. & K. MÜLLER, 1982: "Rote Liste" der Flechten des Landes  
Schleswig-Holstein. - Schriftenr. Landesamt Natursch. Landschafts-  
pfl. Schl.-Holstein 5: 53-56.
- KEITEL, A. & R.-D. ZIMMERMANN, 1989: Biomonitoring der Wirkungen von  
Luftverunreinigungen in ländlichen Gebieten Baden-Württembergs. -  
Verhandl. Ges. Ökol. 18: 333-338.
- KERSHAW, K.A., 1964: Preliminary observations on the distribution and  
ecology of epiphytic lichens in Wales. - Lichenol. 2: 263-276.
- KIRSCHBAUM, U., 1973: Auswirkungen eines industriell-urbanen Bal-  
lungsraumes auf die epiphytische Flechtenvegetation in der Region  
Untermain. - Dissertation Univ. Gießen, 104 pp.
- KLEMENT, O., 1949: Zur Flechtenvegetation Schleswig-Holsteins. -  
Schr. naturw. Ver. Schl.-Holstein 24: 1-15.
- KNOPH, J.-G., 1990: Untersuchungen an gesteinsbewohnenden, xantho-  
haltigen Sippen der Flechtengattung *Lecidella* (Lecanoraceae, Leca-  
noraales) unter besonderer Berücksichtigung von außereuropäischen  
Proben exklusive Amerika. - Berlin/Stuttgart, 183 pp. (Bibl.  
Lichenol. 7).
- KOESTNER, B. & O.L. LANGE, 1986: Epiphytische Flechten in bayerischen  
Waldschadensgebieten des nördlichen Alpenraumes: Floristisch-so-  
ziologische Untersuchungen und Vitalitätstests durch Photosynthe-  
messungen. - Ber. Akad. Natursch. Landschaftspfl. 10: 185-210.
- KOLUMBE, E., 1925: Vegetationsverhältnisse der Inlanddünen Schleswig-  
Holsteins. - Ber. Dtsch. Bot. Ges. 43: 278-292.
- KORNECK, D. & H. SUKOPP, 1988: Rote Liste der in der Bundesrepublik  
Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn-  
und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotop-  
schutz. - Schriftenr. Vegetationskunde 19: 1-210.
- KORTH, W. & D. RÜCKERT, 1988: Bibliographie lichenologischer Biblio-  
graphien. Flechten - Lichenes. - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg  
104: 1-153 (Veröff. Inform.zentrum Biol. Forsch.-Inst. Sencken-  
berg 7).
- KÜHLING, W., 1986: Planungsrichtwerte für die Luftqualität. Entwick-  
lung von Mindeststandards zur Vorsorge von schädlichen Immissionen  
als Konkretisierung der Belange empfindlicher Raumnutzungen. -  
Materialien zur Landes- und Stadtentwicklungsforsch. d. Landes  
Nordrhein-Westfalen 4.045: 1-227.
- KUZIEL, S., 1974: Content of certain mineral components in the  
thallus of lichens and the bark of roadside trees. - Acta Soc.  
Bot. Pol. 43: 313-319.
- LAMBINON, J., 1968: Anomalies écologique et accessibilité: l'exemple  
de quelques lichens de Belgique et du Luxembourg. - Nova Hedw.  
16: 403-407.

- LAUNDON, J.R., 1967: A study of the lichen flora of London. - Lichenol. 3: 277-327.
- , -, 1986: Studies in the nomenclature of British lichens II. - Ibidem 18: 169-177.
- , -, 1989: The species of *Lepriloma* - the name for the *Lepraria membranacea* group. - Ibidem 21: 1-22.
- LfU (Landesanstalt für Umweltschutz) BADEN-WÜRTTEMBERG, 1990: Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg. Jahresbericht 1989. - Karlsruhe, 198 pp.
- LIEBENDÖRFER, L., R. HERZIG, M. URECH & K. AMMANN, 1988: Evaluation und Kalibrierung der Schweizer Flechten-Indikationsmethode mit wichtigen Luftschadstoffen. - Staub - Reinh. Luft 48: 233-238.
- LINDERS, H.-W., 1988 a: *Cyphelium inquinans* (SM.) TREVISAN in Nordwestdeutschland. - Flor. Rundbr. 21: 122-125.
- , -, 1988 b: Flechtenkunde und Naturschutz - Erfahrungen im Landkreis Leer. - Arbeitsber. AG Angew. Geogr. Münster 13: 37-47.
- , -, 1990: Die Verwendung epiphytischer Flechten als Bioindikatoren in der Landschaftsplanung - dargestellt am Beispiel des Landkreises Hildesheim. - Natur u. Landsch. 65: 533-538.
- LINDNER, M. & J. SCHRAUTZER, 1983: Die Vegetation der Bordelumer und Langenhorner Heide. - Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein und Hamburg 15: 1-36.
- LINDNER-EFFLAND, M., 1986: Geschichtliche Entwicklung, Vegetationszusammensetzung und Pflegekonzept für das NSG Lütjenholmer Heidedünen. - Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein und Hamburg 18: 157-196.
- LISKA, J. & I. PISUT, 1987: Lisejnyky: na obzoru invaze? - Vesmir 66: 216-218.
- , - & ---, 1990: Verbreitung der Flechte *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. in der Tschechoslowakei. - Biologia (Bratislava) 45: 23-30.
- LITTERSKI, B., 1991: Dorfkirchen auf Rügen - ein Beitrag zur lichenologischen Erforschung. - Gleditschia 19: 147-163.
- LÖLF (Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung) NORDRHEIN-WESTFALEN, 1989: Naturschutz auf dem Friedhof. - Recklinghausen, 40 pp.
- LÖTSCHERT, W. & H.-J. KÖHM, 1973: pH-Wert und S-Gehalt der Baumborke in Immissionsgebieten. - Oecol. Plant. 8: 199-209.
- , - & ---, 1977: Characteristics of tree bark as an indicator in high immission areas. - Oecologia (Berlin) 27: 47-64.
- MACHER, M., 1987: Flechtenwuchszonen und die Veränderung der Luftqualität in München seit 1890. - In: VDI-Kommission Reinh. d. Luft (Hrsg.): Bioindikation, pp. 641-652. Düsseldorf (VDI-Ber. 609).
- , - & STEUBING, L., 1984: Flechten und Waldschäden im Nationalpark Bayerischer Wald. - Beitr. Biol. Pfl. 59: 191-204.
- MAGNUSSON, A.H., 1938: Eine neue Art von *Leprocollema* Wain. - Hedwigia 78: 219-221.
- MALHOTRA, S.S. & A.A. KHAN, 1983: Sensitivity to SO<sub>2</sub> of various metabolic processes in an epiphytic lichen, *Evernia mesomorpha*. - Biochem. Physiol. Pfl. 178: 121-130.
- MARSH, A.R.W., 1978: Sulphur and nitrogen contributions to the acidity of rain. - Atmosph. Environm. 12: 401-406.

- MATTICK, F., 1954: Verluste der deutschen Lichenologie 1943-1951: J. Hillmann, C.F.E. Erichsen, G. Lettau und H. Sandstede. - *Willdenowia* 1: 175-197.
- MELF (MINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN), 1986: 5. Umweltbericht der Landesregierung Schleswig-Holstein. - Kiel, 310 pp.
- MELFF (MINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND FISCHEREI DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN), 1990 a: Auswahl agrarstatistischer Daten für die Kreise Schleswig-Holsteins. - Kiel, 60 pp.
- , 1990 b: Waldschadenserhebung 1990. - Kiel, 21 pp.
- MEZGER, U. & R. BORNKAMM, 1989: Rindenversauerung und azidophytische Flechten in Berlin. - *Verhandl. Ges. Ökol.* 18: 419-424.
- MIERWALD, U., 1988: Die Vegetation der Kleingewässer landwirtschaftlich genutzter Flächen. Eine pflanzensoziologische Studie aus Schleswig-Holstein. - *Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Holstein Hamburg* 39: 1-286.
- , - & J. BELLER, 1991: Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holstein. 3. Fassung, Stand September 1990. - Kiel, 44 pp.
- MNU (MINISTER FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN), 1988: Luftüberwachung in Schleswig-Holstein. Meßbericht 1987. - Kiel, 149 pp.
- MNUL (MINISTER FÜR NATUR, UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN), 1990: Luftüberwachung in Schleswig-Holstein. Meßbericht 1988. - Kiel, 155 pp.
- , 1991: Immissions-Überwachung der Luft in Schleswig-Holstein. Meßbericht 1990. - Kiel, 155 pp.
- MOORE, C.C., 1974: A modification of the 'Index of Atmospheric Purity' method for substrate differences. - *Lichenol.* 6: 156-157.
- MÜLLER, K., 1965: Zur Flora und Vegetation der Hochmoore des nordwestdeutschen Flachlandes. - *Schr. naturw. Ver. Schl.-Holstein* 36: 30-77.
- MÜLLER, P., 1981: Probleme und Ansätze der Ökosystemforschung - Wirkungs- und Trendkataster. - In: *Inst. f. Umweltschutz der Univ. Dortmund (Hrsg.): Umweltschutz der achtziger Jahre*, pp. 14-30. Dortmund (*Beitr. Umweltgestalt. B 14*).
- MUHLE, H., 1977: Ein Epiphytenkataster niedersächsischer Urwaldreservate. - *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem., N.F.* 19/20: 47-62.
- , -, 1978: Probleme der Datenerhebung und Auswertung von Dauerprobeflächen von Kryptogamensynusien. - *Phytocoenosis* 7: 213-225.
- , - & P. POSCHLOD, 1989: Konzept eines Dauerbeobachtungsflächenprogramms für Kryptogamengesellschaften. - *Ber. Akad. Natursch. Landschaftspfl.* 13: 59-76.
- NASH III, T.H. & V. WIRTH (eds.), 1988: *Lichens, bryophytes and air quality*. - Berlin/Stuttgart, 297 pp. (*Bibl. Lichenol.* 30).
- NEUMANN, R. & W. KNABE, 1987: Auswertung der Flechtenerhebungen im Rahmen der immissions-ökologischen Waldzustandserfassung in Nordrhein-Westfalen. - In: *VDI-Kommission Reinhalt. d. Luft (Hrsg.): Bioindikation*, pp. 653-670. Düsseldorf (*VDI-Ber.* 609).

- NOBEL, W., K. MICHENFELDER & G. MAST, 1987: Routinemäßiger Einsatz von pflanzlichen Bioindikatoren in Städten Südwestdeutschlands - Wirkungsmessungen mit Bioindikatoren als Bestandteil einer kommunalen Luftreinhaltestrategie zur Dokumentation der Belastungssituation im Rahmen der Bauleitplanung. - In: VDI-Kommission Reinhalt. d. Luft (Hrsg.): Bioindikation, pp. 243-265. Düsseldorf (VDI-Ber. 609).
- OERTZEN, J.-A. von, 1977: Biologische Konsequenzen der Ölverunreinigung des Meeres unter besonderer Berücksichtigung der Ostsee. - Wasser, Wirtschaft, Wassertechnik 27: 34-37.
- ORANGE, A., 1991: Notes on some terricolous species of *Verrucaria*. - Lichenol. 23 3-10.
- ORLOCI, L., 1978: Multivariate analysis in vegetation research. - The Hague/Boston, 276 pp.
- OTT, H.-J., 1977: Beiträge zur Vegetationskunde von Bryophyten und Lichenen im Bereich ausgewählter Naturschutzgebiete an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. - Staatsexamensarbeit Univ. Kiel, 58 pp.
- PIECHOTOWSKI, I., 1990: Überwachung der Schwermetallbelastung der Luft in Schleswig-Holstein und ihre toxikologische Bewertung. - Dissertation Univ. Kiel, 195 pp.
- PIŠŮT, I., 1985: Zoznam vyhynutých, nezvestných a ohrozených lisajnikov Slovenska (1. verzia). - Biologia (Bratislava) 40: 925-935.
- POELT, J. & H. MAYRHOFER, 1985: Die Flechtenflora der Mödlinger Klause einst und jetzt (Niederösterreich). - Ber. Dtsch. Bot. Ges. 98: 385-392.
- POLENSKY, R. & W. RIEDEL, 1984: Kurzgefaßte Grundlinien einer Stadtgeologie von Flensburg. - Heimat (Neumünster) 91: 270-275.
- PRINZ, B., 1974: Immissionswirkungskataster in Nordrhein-Westfalen als Planungskriterium. - Umwelt - Saar 1974: 52-60.
- PRINZ, W., 1979: Das Flensburger Energiekonzept. - Fernwärme International 8: 156-177.
- , -, 1986: Das Flensburger Heizkraftkonzept unter Einbezug der Forderungen zum Umweltschutz. - Ibidem 15: 351-358.
- PROBST, W., 1978: Zur Vegetation des Jardelunder Moores. - Heimat (Neumünster) 85: 273-296.
- RAABE, E.-W., 1955: Über die Verarmung der Landschaft. - Schr. naturw. Ver. Schl.-Holstein 27: 171-189.
- , -, 1978: Die Geschichte der Heiden - Beiträge zum Landschaftswandel in Schleswig-Holstein II. - Heimat (Neumünster) 85: 266-276.
- , -, 1987: Atlas der Flora Schleswig-Holsteins und Hamburgs. - Hrsg. K. Dierßen & U. Mierwald. Neumünster, 654 pp.
- RABE, R., 1981: Zur Problematik der Interpretation von Flechten/Luftverunreinigungskarten. - Verhandl. Ges. Ökol. 11: 241-254.
- , 1987: Flächendeckende Luftgüte-Beurteilung mit Flechten als Bioindikatoren. Anwendungsmöglichkeiten für die kommunale Planung. - In: VDI-Kommission Reinhalt. d. Luft (Hrsg.): Bioindikation, pp. 671-677. Düsseldorf (VDI-Ber. 609).
- , -, 1988: Umweltindikator Flechte. - Der Gemeinderat 12/1988: 29.

- , - & U. BECKELMANN, 1987: Zusammenhänge zwischen der durch Flechten angezeigten Gesamtverunreinigung der Luft und Gesundheitseinträchtigung beim Menschen. - In: VDI-Kommission Reinhalt. der Luft (Hrsg.): Bioindikation, pp. 729-753. Düsseldorf (VDI-Ber. 609).
- , - & H. WIEGEL, 1985: Wiederbesiedlung des Ruhrgebiets durch Flechten zeigt Verbesserung der Luftqualität an. - Staub - Reinhalt. Luft 45: 124-126.
- RAMKAER, K., 1983: Aendringer i Københavns-området luftforurening og lavvegetation. - Urt 1983: 72-80.
- RASSMUS, J., 1990: Vegetationskartierung des NSG "Pobüller Bauernholz" mit besonderer Berücksichtigung der epiphytischen Kryptogamen. - Diplomarbeit Univ. Kiel, 56 pp.
- RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN, 1988: Umweltgutachten 1987. - Stuttgart/Mainz, 644 pp.
- REEMTSMA, J.B., 1983: Zu den Immissionsschäden und zur Hochschornsteinpolitik. - Allg. Forst Ztschr. 30/1983: 779-781.
- RICHARDSON, D.H.S., 1988: Understanding the pollution sensitivity of lichens. - Bot. J. Linn. Soc. 96: 31-43.
- RICHTER, J. & C.-J. SCHULZ, 1983: Lufthygienische Wirkungskataster. - Hercynia N.F. 20: 421-427.
- RIEDEL, W., 1978: Landschaftswandel und gegenwärtige Umweltbeeinflussung im nördlichen Landesteil Schleswig. - Schleswig, 158 pp.
- , - & R. Polensky, 1986: Die Naturschutzgebiete des Kreises Schleswig-Flensburg. Eine Darstellung der wertvollen, rechtlich gesicherten und zu sichernden Naturräume im Kreisgebiet. - Heide, 208 pp. (Die Naturschutzgebiete in Schleswig-Holstein 4).
- RITSCHEL, G., 1977: Verbreitung und Soziologie epiphytischer Flechten in Nordbayern. - Vaduz, 192 pp. (Bibl. Lichenol. 7).
- RITTER, C.W., 1817: Versuch einer Beschreibung der in den Herzogthümern Schleswig und Holstein ... wildwachsenden Pflanzen der 24sten Klasse (Cryptogamen). - Augustenburg.
- ROELOFS, J.G.M., A.W. BOXMAN & H.F.G. van DIJK, 1989: Effects of airborne ammonium on natural vegetation and forests. - Norddtsch. Naturschutzakad. Ber. 2: 38-41.
- ROSE, C.I. & D.L.HAWKSWORTH, 1981: Lichen recolonization in London's cleaner air. - Nature 289: 289-292.
- ROSE, F., 1974: The epiphytes of oak. - In: Morris, G.M. & F.H. Perring (eds.): The British oak: Its history and natural history, pp. 250-273. Faringdon.
- , -, 1976: Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. - In: Brown, D.H., D.L. Hawksworth & R.H. Bailey (eds.): Lichenology: Progress and problems, pp. 279-307. London.
- , -, 1978: The persistence of epiphytic lichens in Schleswig-Holstein. - Lichenol. 10: 231-233.
- , -, 1985: The old forests of western Europe and their epiphytic lichens. - Bull. Brit. Lichen Soc. 56: 1-8.
- , -, 1988: Phytogeographical and ecological aspects of Lobarion communities in Europe. - Bot. J. Linn. Soc. 96: 69-79.
- RUNGE, F., 1984: Vegetationsschwankungen in einem Ericetum cladonetosum. - Tuexenia 4: 255-256.

- RUOSS, E., 1987: Chemotaxonomische und morphologische Untersuchungen an den Rentierflechten *Cladonia arbuscula* und *C. mitis*. - Bot. Helvet. 97: 239-263.
- SANDSTEDTE, H., 1894: Zur Lichenenflora der Nordfriesischen Inseln. - Abhandl. naturw. Ver. Bremen 13: 107-136.
- , -, 1896: Beiträge zu einer Lichenenflora des nordwestdeutschen Tieflands. 2. Nachtrag. - Ibidem 13: 313-328.
- , -, 1903: Zur Lichenenflora der Nordfriesischen Inseln. II. - Ibidem 17: 254-282.
- , -, 1952: Die Flechten der Großsteingräber. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 3: 78-85.
- SANGFORS, O., 1988: Are synergistic effects of acidification and eutrophication causing excessive algal growth in Scandinavian coastal waters? - *Ambio* 17: 296.
- SAUER, E., 1974: Probleme und Möglichkeiten großmaßstäblicher Kartierungen. - Göttinger Flor. Rundbr. 8: 6-24.
- SAXEN, W., 1952: Die Lungenflechte als Färbemittel. - Heimat (Neumünster) 59: 216.
- , -, 1953: Flechten und Klima im Lande Schleswig. - Ibidem 60: 173-175.
- , -, 1963 a: Zur Verbreitung der Lungenflechte im Lande Schleswig. - Schr. naturw. Ver. Schl.-Holstein 34: 84-88.
- , -, 1963 b: Flora und Vegetation des Naturschutzgebietes am Rimmelsberg. II. Flechten und Pilze am Rimmelsberg. - Jb. Schlesw. Geest 11: 202-207.
- , -, 1963 c: *Phaeographis dendritica* (Ach.) Müll.Arg. in Schleswig-Holstein. - Heimat (Neumünster) 70: 383-385.
- SCHEIDEGGER, C. & B. RUEF, 1988: Die xanthonhaltigen, gesteinsbewohnenden Sippen der Flechtengattung *Buellia* De Not. (Physciaceae, Lecanorales). - Nova Hedw. 47: 433-468.
- SCHIMMING, C.-G. & H.-P. BLUME, 1987: Anthropogene Bodenversauerung in Schleswig-Holstein. - Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 55: 415-420.
- SCHMIDT, R., 1977: Bioindikation: Flechtenkartierung. - In: Kreeb, K.: Methoden der Pflanzenökologie, pp. 200-205. Jena.
- SCHNUG, E. & F. HOLZ, 1987: Deposition of nitrate-N and sulfate-S by precipitations in Schleswig-Holstein. - Atmosph. Environm. 21: 1235-1241.
- , - & E. von FRANCK, 1985: Schwefel-Eintrag aus der Atmosphäre in Schleswig-Holstein. - Ztschr. Pflanzenernähr. Bodenk. 148: 24-32.
- SCHOTT, C., 1956: Die Naturlandschaften Schleswig-Holsteins. - Neumünster, 110 pp.
- SCHUBERT, R., 1985: Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. - Stuttgart, 327 pp.
- , -, 1986: Zur Bedeutung von Vegetationsveränderungen für die Umweltkontrolle. - Arch. Natursch. Landschaftsforsch. 26: 91-97.
- SEAWARD, M.R.D., 1990: A la recherche des lichens perdus: Jardin du Luxembourg 1990. - Bull. Brit. Lichen Soc. 67: 11-12.
- , - & M.A. LETROUIT-GALINOÛ, 1991: Lichen recolonization of trees in the Jardin du Luxembourg, Paris. - Lichenol. 23: 181-186.

- SÉRUSIAUX, E., 1989: Liste rouge des macrolichens dans la Communauté Européenne. - Centre de Recherches sur les Lichens, Départ. Bot., Liège, 245 pp.
- SJÖGREN, E., 1961: Epiphytische Moosvegetation in Laubwäldern der Insel Öland. - Acta Phytogeogr. Suec. 44: 1-149.
- SKYE, E., 1968: Lichens and air pollution. - Acta Phytogeogr. Suec. 52: 1-123.
- SMIDT, J.T. de & P. van REE, 1989: Veranderingen in mossen en korstmossensamenstelling van heidevegetaties. - Verslag Studiedag Heidebeheer 1989, pp. 43-48. Ede.
- SØCHTING, U., 1989: *Xanthoria elegans* spreading in Denmark. - Graphis Scripta 2: 167.
- , -, 1990 a: Biologisk kortlægning af luftforurening og forsurening i Danmark. - Institut for Sporeplanter, Københavns Universitet, 47 pp.
- , -, 1990 b: Reindeer lichens injured in Denmark. - Bull. Brit. Lichen Soc. 67: 1-4.
- , - & S.N. CHRISTENSEN, 1989: Overvågning af laver i danske naturskove 1988. - Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, Hørsholm, 80 pp.
- , - & I. JOHNSEN, 1974: Changes in the distribution of epiphytic lichens in the Copenhagen area from 1936 to 1972. - Bot. Tidsskr. 69: 60-63.
- , - & ---, 1987 a: Injured reindeer lichens in Danish lichen heaths. - Graphis Scripta 1: 103-106.
- , - & ---, 1987 b: Likéheder, rensdyrlaver og kvaelstof. Indledende undersøgelser. - Institut for Sporeplanter & Institut for Økologisk Botanik, Københavns Universitet, 41 pp.
- , - & ---, 1990: Overvågning af de danske likéheder. - Urt 14: 4-9.
- , - & K. RAMKAER, 1982: The epiphytic lichen zones in rural Denmark and Schleswig-Holstein. - Nord. J. Bot. 2: 171-181.
- SOZIALMINISTER DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN, 1984: Luftüberwachung in Schleswig-Holstein. Meßbericht 1983. - Kiel, 78 pp.
- , 1985: Luftüberwachung in Schleswig-Holstein. Meßbericht 1984. - Kiel, 79 pp.
- , 1986: Luftüberwachung in Schleswig-Holstein. Meßbericht 1985. - Kiel, 101 pp.
- , 1987: Luftüberwachung in Schleswig-Holstein. Meßbericht 1986. - Kiel, 122 pp.
- STARKE, P., 1985: Stadtklima, Immissionsverhältnisse und Flechtenverbreitung in Linz. - Naturkundl. Jb. Stadt Linz 29: 157-284 ("1983").
- STATISTISCHES LANDESAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.), 1989: Statistisches Taschenbuch Schleswig-Holstein 1988. - Kiel, 124 pp.
- STAXÅNG, B., 1969: Acidification of bark of some deciduous trees. - Oikos 20: 224-230.
- STENROOS, S., 1989: Taxonomy of the *Cladonia coccifera* group. 1. - Ann. Bot. Fenn. 26: 157-168.
- STEWIG, R., 1982: Landeskunde von Schleswig-Holstein. - 2. Auflage. Stuttgart, 216 pp.

- SUKOPP, H., K. SEIDEL & R. BÖCKER, 1986: Bausteine zu einem Monitoring für den Naturschutz. - Ber. Akad. Natursch. Landschaftspf. 10: 27-39.
- SUMMERFIELD, R.J., 1972: Biological inertia - an example. - J. Ecol. 60: 793-798.
- SUND, H. & K. ALSVIK, 1987: Vegvesenet verner sjelden moseflekk. - *Graphis Scripta* 1: 91.
- SUNDSTRÖM, K.R. & J.E. HÄLLGREN, 1973: Using lichens as physiological indicators of sulfurous pollutants. - *Ambio* 2: 13-21.
- THOMÉ, M., 1976: Ökologische Kriterien zur Abgrenzung von Schadräumen in einem urbanen System, dargestellt am Beispiel der Stadt Saarbrücken. - Dissertation Univ. Saarbrücken, 257 pp.
- TIMDAL, E. & J. HOLTAN-HARTWIG, 1988: A preliminary key to *Rhizocarpon* in Scandinavia. - *Graphis Scripta* 2: 41-54.
- TRASS, H., 1968: An index for the utilization of lichen groups to determine air pollution. - *Eesti Loodus* 11: 628.
- TRÜMPENER, R., 1926: Über die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Verbreitung von Flechten. - *Beih. Bot. Zbl.* 42: 321-354.
- TÜRK, R., 1982: Monitoring air pollutants by lichen mapping. - In: Steubing, L. & H.-J. Jäger (eds.): Monitoring air pollutants by plants: Methods and problems, pp. 25-27. The Hague (Tasks for Vegetation Science 7).
- , -, V. WIRTH & O.L. LANGE, 1974: CO<sub>2</sub>-Gaswechseluntersuchungen zur SO<sub>2</sub>-Resistenz von Flechten. - *Oecologia* (Berlin) 15: 33-64.
- , - & H. WITTMANN, 1986: Rote Liste gefährdeter Flechten (Lichenes) Österreichs. - In: Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs, pp. 164-176. Wien (Grüne Reihe Bundesmin. Gesundh. Umweltsch. 5).
- UMLAUFF-ZIMMERMANN, R. & U. KÜHL, 1989: Auswahlkriterien für Beobachtungsflächen bei einem immissionsökologischen Wirkungskataster. - *Natur u. Landsch.* 64: 314-318.
- UMWELTBUNDESAMT, 1988 a: Die SO<sub>2</sub>-Konzentration an den Meßstationen des Umweltbundesamtes. - Umweltbundesamt: Monatsber. aus d. Meßnetz 11/87: 29-68.
- , 1988 b: Jahresbericht 1987. - Berlin, 188 pp.
- , 1989: Daten zur Umwelt 1988/89. - Berlin, 613 pp.
- VERHEYEN, T., L. HIRSCHMANN & K.-F. SCHREIBER, 1987: Bioindikation und Luftqualität. Die epiphytische Flechtenvegetation als Bioindikator für die Luftqualität im Stadtgebiet von Münster. - Münster, 26 pp.
- VILLWOCK, I., 1962: Der Stadteinfluß Hamburgs auf die Verbreitung epiphytischer Flechten. - *Abhandl. Verhandl. naturw. Ver. Hamburg N.F.* 6: 147-166.
- WAGNER, G. & W. HIRTZ, 1990: Wirkungskataster Saarland 1988/89. - Saarbrücken 1990, 58 pp.
- WATSON, M.F., D.L. HAWKSWORTH & F. ROSE, 1988: Lichens on elms in the British Isles and the effect of Dutch elm disease on their status. - *Lichenol.* 20: 327-352.

- WEBER, G.H., 1780: Primitiae florae holsaticae. - Kiliae, 112 pp.
- WEIDNER, H., 1987: Clean Air Policy in Great Britain. Problem displacement as best practicable means. - Berlin, 147 pp.
- WINKLER, P., 1982: Zur Trendentwicklung des pH-Wertes des Niederschlags in Europa. - Ztschr. Pflanzenernähr. Bodenkunde 145: 576-585.
- WIRTH, V., 1968: Soziologie, Standortsökologie und Areal des *Lobarion pulmonariae* im Südschwarzwald. - Bot. Jb. 88: 317-365.
- , -, 1976: Veränderungen der Flechtenflora und Flechtenvegetation in der Bundesrepublik Deutschland. - Schriftenr. Vegetationskunde 10: 177-202.
- , -, 1978: Die Kartierung der Flechten in Baden-Württemberg und ihr Beitrag zum Schutz von Arten und Biotopen. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Baden-Württ. 11: 135-154.
- , -, 1980: Flechtenflora. Ökologische Kennzeichnung und Bestimmung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. - Stuttgart, 552 pp.
- , -, 1984 a: Rote Liste der Flechten (Lichenisierte Ascomyzeten). 2. Fassung, Stand Ende 1982. - In: Blab, J., E. Nowak, W. Trautmann & H. Sukopp (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland, 4. Aufl., pp. 152-162. Greven.
- , -, 1984 b: Rasterkartierungen von Flechten in Mitteleuropa. Eine Übersicht. - *Herzogia* 6: 477-490.
- , -, 1985: Zur Ausbreitung, Herkunft und Ökologie anthropogen geförderter Rinden- und Holzflechten. - *Tuexenia* 5: 523-535.
- , -, 1987: Die Flechten Baden-Württembergs. - Stuttgart, 528 pp.
- , -, 1990 a: Neufunde von Flechten in Baden-Württemberg und anderen Regionen Deutschlands. - *Herzogia* 8: 305-334.
- , -, 1990 b: Der Flechtenatlas von Baden-Württemberg - ein Beitrag auch zum Umweltschutz? - Stuttg. Beitr. Naturkunde, Ser. A 456: 185-195.
- , - & M. FUCHS, 1980: Zur Veränderung der Flechtenflora in Bayern. Forderungen und Möglichkeiten des Artenschutzes. - Schriftenr. Natursch. Landschaftspfl. 12: 29-43.
- , - & H. OBERHOLLENZER, 1990: Lichen mapping in Europe. First Meeting on Lichen Mapping in Europe held at Stuttgart from September, 22nd to 24th, 1989. - Stuttg. Beitr. Naturkunde, Ser. A 456: 1-199.
- WIT, T. de, 1976: Epiphytic lichens and air pollution in The Netherlands. - Vaduz, 228 pp. (Bibl. Lichenol. 5).
- , -, 1982: Permanent plots, cryptogamic plant species and air pollution. - In: Steubing, L. & H.-J. Jäger (eds.): Monitoring of air pollutants by plants, pp. 53-58. The Hague (Tasks for Vegetation Science 7).
- WITT, W., 1961: Schleswig-Holsteinische Marschen (und Nordseeinseln). Schleswig-Holsteinische Geest. Schleswig-Holsteinisches Hügelland. - In: Meynen, E., J. Schmithüsen, J. Gellert, E. Neef, H. Müller-Miny & J. H. Schulte (Hrsg.): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Band II, pp. 981-1037. Bad Godesberg 1959-1962.

- WITTMANN, H. & R. TÜRK, 1988: Immissionsbedingte Flechtenzonen im Bundesland Salzburg (Österreich) und ihre Beziehungen zum Problembereich "Waldsterben". - Ber. Akad. Natursch. Landschaftspfl. 12: 247-258.
- WOELM, E., 1988: Notizen zur Flechtenflora der Eiderstedt (Schleswig-Holstein). - Arbeitsber. AG Angew. Geogr. Münster 13: 15-21.
- ZIMMER, D., 1990: Erfassung der Flechtenflora der Stadt Kiel sowie ihre Auswertung unter immissionsökologischen Aspekten. - Diplomarbeit Univ. Kiel, 138 pp.
- ZIMMERMANN, R.-D., 1990: Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg. - Allg. Forst Ztschr. 36/1990: 908-909.

Anhang A: Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abb. 1:	Das Untersuchungsgebiet.....	5
Abb. 2:	Mittlere jährliche Niederschlagssummen in Schleswig-Holstein.....	9
Abb. 3:	SO <sub>2</sub> -Meßstellen in Schleswig-Holstein.....	11
Abb. 4:	Mehrjährige Durchschnittswerte der SO <sub>2</sub> -Immission an den schleswig-holsteinischen Meßstellen.....	13
Abb. 5:	SO <sub>2</sub> -Konzentration in Norddeutschland während der Smog-Episode am 2.2.1987, 21.00 Uhr.....	14
Abb. 6:	Deposition von NH <sub>x</sub> in Europa im Jahre 1980.....	15
Abb. 7:	Entwicklung von SO <sub>2</sub> - und NO <sub>x</sub> -Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland im Zeitraum 1850-1980.....	16
Abb. 8:	Etikett einer Herbarkapsel.....	22
Abb. 9:	Ausgabe einer Arbeitskarte durch das Computerprogramm DISMAP.....	24
Abb. 10:	Bildschirmausgabe einer Raster-Verbreitungskarte durch DISMAP.....	24
Abb. 11:	Bildschirmausgaben des Computerprogramms IAP.....	28/29
Abb. 12:	<i>Lobaria pulmonaria</i> im Pobüller Bauernholz.....	124
Abb. 13:	Typische Epiphytenvegetation ...	129
Abb. 14:	Klimadiagramm von Flensburg.....	131
Abb. 15:	Anteil der seit 1975 nachgewiesenen Arten an der Gesamt-Artenzahl.....	149
Abb. 16:	Prozentuale Verteilung der verschollenen Arten auf die verschiedenen Substratgruppen.....	150
Abb. 17:	Prozentualer Anteil aktuell nachgewiesener Arten in verschiedenen Substratgruppen.....	151
Abb. 18:	Von Überwachung bedrohter Blockwall bei Brux.....	176
Abb. 20:	Gekalkte Baumstämme in Kolkerheide.....	179
Abb. 21:	Auswirkung von Baumaßnahmen auf einen Blockwall.....	180
Abb. 21:	Verwitterte, flechtenbewachsene Mauern werden ausgebessert... ..	181
Abb. 22:	...oder zumindest vor weiterem Bewuchs "geschützt".....	181
Tab. 1:	Charakteristische Immissionswerte an schleswig-holsteinischen SO <sub>2</sub> -Meßstellen im Zeitraum 1983-1987.....	12
Tab. 2:	Epiphytische Flechtenarten im Untersuchungsgebiet Flensburg.....	132
Tab. 3:	Die häufigsten Arten an den IAP-Stationen (alle Phorophyten).....	134
Tab. 4:	Die häufigsten Arten an den IAP-Stationen (nur <i>Ulmus</i> )....	135
Tab. 5:	Diversitätsindex Q einiger Flechtenarten.....	136
Tab. 6:	Immissionsempfindliche, borkenbesiedelnde Flechtenarten..	171
Tab. 7:	Gefährdete Flechtenarten, die Cyanobakterien enthalten...	172
Tab. 8:	Borkenbewohnende, "nährstoffmeidende" Flechtenarten.....	173
Tab. 9:	Gefährdete Besiedler nährstoffarmer Substrate.....	175
Tab. 10:	Gefährdete Besiedler feuchten Gerölls.....	177
Tab. 11:	Arten, deren Rückgang durch das Ulmensterben begünstigt wird.....	183

Anhang B: Verzeichnis der Karten

Karte 1:	<i>Absconditella delutula</i> und <i>Arthonia impolita</i> .....	73
Karte 2:	<i>Anaptychia ciliaris</i> .....	74
Karte 3:	<i>Arthonia leucodontis</i> und <i>A. spadicea</i> .....	75
Karte 4:	<i>Arthothelium ruanum</i> und <i>Bacidia rubella</i> .....	76
Karte 5:	<i>Bacidia chlorotricula</i> und <i>B. subfuscata</i> .....	77
Karte 6:	<i>Fellhanera myrtillicola</i> und <i>B. saxenii</i> .....	78
Karte 7:	<i>Buellia epipolia</i> .....	79
Karte 8:	<i>Buellia griseovirens</i> .....	80
Karte 9:	<i>Buellia punctata</i> .....	81
Karte 10:	<i>Calicium viride</i> .....	82
Karte 11:	<i>Caloplaca flavescens</i> .....	83
Karte 12:	<i>Caloplaca herbidella</i> und <i>C. luteoalba</i> .....	84
Karte 13:	<i>Caloplaca ulcerosa</i> und <i>Candelaria concolor</i> .....	85
Karte 14:	<i>Cliostomum griffithii</i> .....	86
Karte 15:	<i>Collema limosum</i> .....	87
Karte 16:	<i>Cyphelium inquinans</i> .....	88
Karte 17:	<i>Dimerella pineti</i> .....	89
Karte 18:	<i>Diploicia canescens</i> .....	90
Karte 19:	<i>Enterographa crassa</i> und <i>Graphis elegans</i> .....	91
Karte 20:	<i>Lecanora expallens</i> .....	92
Karte 21:	<i>Lecanora piniperda</i> und <i>L. sulphurea</i> .....	93
Karte 22:	<i>Lobaria pulmonaria</i> .....	94
Karte 23:	<i>Micarea denigrata</i> .....	96
Karte 24:	<i>Micarea lithinella</i> und <i>M. misella</i> .....	97
Karte 25:	<i>Micarea sylvicola</i> und <i>Mycoblastus sterilis</i> .....	98
Karte 26:	<i>Moelleropsis humida</i> und <i>Normandina pulchella</i> .....	99
Karte 27:	<i>Opegrapha chevallieri</i> .....	100
Karte 28:	<i>Opegrapha vermicellifera</i> und <i>O. zonata</i> .....	101
Karte 29:	<i>Pachyphiale cornea</i> .....	102
Karte 30:	<i>Parmelia acetabulum</i> .....	103
Karte 31:	<i>Parmelia caperata</i> .....	104
Karte 32:	<i>Parmelia subrudecta</i> .....	105
Karte 33:	<i>Parmelia tiliacea</i> .....	106
Karte 34:	<i>Pertusaria flavida</i> und <i>Polysporina simplex</i> .....	107
Karte 35:	<i>Physconia distorta</i> .....	108
Karte 36:	<i>Physconia enteroxantha</i> .....	109
Karte 37:	<i>Protoblastenia rupestris</i> und <i>Rinodina teichophila</i> .....	110
Karte 38:	<i>Ramalina fastigiata</i> .....	111
Karte 39:	<i>Ramalina fraxinea</i> .....	112
Karte 40:	<i>Sarcosagium campestre</i> und <i>Thelotrema lepadinum</i> .....	113
Karte 41:	<i>Verrucaria internigrescens</i> und <i>V. rheithrophila</i> .....	114
Karte 42:	<i>Xanthoria fallax</i> .....	115
Karte 43:	Lage der IAP-Stationen in Flensburg.....	133
Karte 44:	<i>Hypocenomyce scalaris</i> in Flensburg.....	140
Karte 45:	<i>Parmelia acetabulum</i> in Flensburg.....	141
Karte 46:	<i>Lecanora chlorotera</i> in Flensburg.....	142
Karte 47:	<i>Ramalina farinacea</i> in Flensburg.....	143
Karte 48:	Lage der Stationen mit IAP > 200.....	144
Karte 49:	Lage der Stationen mit IAP > 150.....	145
Karte 50:	Lage der Stationen mit IAP > 100.....	146
Karte 51:	Lage der Ulmus-Stationen mit <i>Lecanora conizaeoides</i> .....	147
Karte 52:	Vereinfachte Darstellung der IAP-Zonierung.....	148

Anhang C: Standardliste der Flechten Schleswig-Holsteins

Die folgende Standardliste ist eine aktualisierte Fassung der "Liste der in Schleswig-Holstein gefundenen Flechtenarten" (JACOBSEN 1988). Sie wurde erstellt, um die in den letzten Jahren erfolgten Neufunde, Revisionen und nomenklatorischen Änderungen im Zusammenhang darzustellen. Eine separate Liste nennt die gegenüber 1988 nicht mehr berücksichtigten Taxa und verweist ggf. auf die gültigen Namen.

Die zahlreichen Literaturhinweise zur Taxonomie und Ökologie der einzelnen Arten, insbesondere hinsichtlich ihrer Bezeichnung bei ERICHSEN (1957), werden hier nicht wiederholt und können der o.g. "Liste ..." entnommen werden.

- Absconditella delutula (Nyl.) Coppins & Kilius
- Acarospora fuscata (Nyl.) Arn.
  - heppii (Naeg.) Naeg.
  - intermedia H.Magn.
  - smaragdula (Wahlenb.) Massal.
  - veronensis Massal.
- Acrocordia gemmata (Ach.) Massal.
- Anaptychia ciliaris (L.) Körber
- Anisomeridium bifforme (Borrer) R.C.Harris
  - nyssaegenum (Ellis & Everh.) R.C.Harris
- Arthonia cinnabarina (DC.) Wallr.
  - didyma Körber
  - dispersa (Schrader) Nyl.
  - impolita (Hoffm.) Borrer
  - leucodontis (Poelt & Döbb.) Coppins
  - phaeobaea (Norman) Norman
  - punctiformis Ach.
  - radiata (Pers.) Ach.
  - spadicea Leighton
  - tenellula (Nyl.) B.de Lesd.
  - vinosa Leighton
  - zwackhii Sandst.
- Arthopyrenia antecellans (Nyl.) Arn.
  - grisea (Schleicher ex Schaerer) Körber
  - lapponina Anzi
  - punctiformis Massal.
  - rhypona (Ach.) Massal.
- Arthothelium ruanum (Massal.) Zw.
- Arthrorhaphis citrinella (Ach.) Poelt
- Aspicilia caesiocinerea (Nyl. ex Malbr.) Arn.
  - calcareo (L.) Mudd
  - cinerea (L.) Körber
  - contorta (Hoffm.) Krempelh.
  - gibbosa (Ach.) Körber
  - intermutans (Nyl.) Arn.
  - leprodescens (Sandst.) Havaas

- Bacidia arceutina* (Ach.) Arn.  
  *arnoldiana* Körber  
  *assulata* (Körber) Vězda  
  *bagliettoana* (Massal & De Not.) Jatta  
  *beckhausii* Körber  
  *chlorotricula* (Nyl.) A.L.Sm.  
  *circumspecta* (Nyl. ex Vainio) Malme  
  *friesiana* (Hepp) Körber  
  *globulosa* (Flörke) Haf. & V.Wirth  
  *hemipolia* (Nyl.) Malme  
  *incompta* (Borrer ex Hooker) Anzi  
  *inundata* (Fr.) Körber  
  *laurocerasi* (Del. ex Duby) Ozenda & Clauz.  
  *naegelii* (Hepp) Zahlbr.  
  *rosella* (Pers.) De Not.  
  *rubella* (Hoffm.) Massal.  
  *saxenii* Erichsen  
  *subfuscula* (Nyl.) Th.Fr.  
  *vezdae* Coppins & P.James
- Bactrospora dryina* (Ach.) Massal.
- Baeomyces carneus* Flörke  
  *placophyllus* Ach.  
  *roseus* Pers.  
  *rufus* (Hudson) Rebent.
- Biatora sphaeroides* (Dickson) Körber
- Biatorella monasteriensis* (Körber) Lahm
- Bryophagus gloeocapsa* Nitschke ex Arn.
- Bryoria chalybeiformis* auct.  
  *fuscescens* (Gyelnik) Brodo & D.Hawksw.  
  *implexa* (Hoffm.) Brodo & D.Hawksw.  
  *subcana* (Nyl. ex Stiz.) Brodo & D.Hawksw.
- Buellia aethalea* (Ach.) Th.Fr. s.lat.  
  *alboatra* (Hoffm.) Th.Fr.  
  *ambigua* (Ach.) Malme  
  *epipolia* (Ach.) Mong. s.lat.  
  *griseovirens* (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.  
  *ocellata* (Flotow) Körber  
  *pharcidia* (Ach.) Malme  
  *punctata* (Hoffm.) Massal.  
  *schaereri* De Not.  
  *stellulata* (Taylor) Mudd
- Calicium abietinum* Pers.  
  *adpersum* Pers.  
  *salicinum* Pers.  
  *trabinellum* (Ach.) Ach.  
  *viride* Pers.
- Caloplaca assigena* (Lahm) DT. & Sarth.  
  *atroflava* (Turner) Mong.  
  *cerina* (Ehrh. ex Hedw.) Th.Fr.  
  *cerinelloides* (Erichsen) Poelt ined.  
  *chlorina* (Flotow) Sandst.  
  *citrina* (Hoffm.) Th.Fr.

- Caloplaca crenularia* (With.) Laundon  
(*Forts.*) *decipiens* (Arn.) Blomb. & Forss.  
*ferruginea* (Hudson) Th.Fr.  
*flavescens* (Hudson) Laundon  
*flavorubescens* (Hudson) Laundon  
*flavovirescens* (Wulfen) DT. & Sarnth.  
*herbidella* (Hue) H.Magn.  
*holocarpa* (Hoffm.) Wade  
*lobulata* (Flörke) Hellbom  
*luteoalba* (Turner) Th.Fr.  
*marina* (Wedd.) Zahlbr.  
*obscurella* (Lahm) Th.Fr.  
*ruderum* (Malbr.) Laundon  
*saxicola* (Hoffm.) Nordin  
*scopularis* (Nyl.) Lettau  
*scotoplaca* (Nyl.) H.Magn.  
*teicholyta* (Ach.) J.Steiner  
*ulcerosa* Coppins & P.James  
*velana* (Massal.) Du Rietz
- Candelaria concolor* (Dickson) Stein  
*Candelariella athallina* (Wedd.) Du Rietz  
*aurella* (Hoffm.) Zahlbr.  
*coralliza* (Nyl.) H.Magn.  
*reflexa* (Nyl.) Lettau  
*vitellina* (Hoffm.) Müll.Arg.  
*xanthostigma* (Ach.) Lettau
- Catillaria atomarioides* (Müll.Arg.) Kiliias  
*chalybeia* (Borrer) Massal.  
*contristans* (Nyl.) Zahlbr.  
*lenticularis* (Ach.) Th.Fr.  
*nigroclavata* (Nyl.) Schuler
- Catinaria atropupurea* (Schaerer) Vězda & Poelt  
*dispersa* (Arn.) Lettau  
*laureri* (Hepp ex Th.Fr.) Degel.
- Cetraria chlorophylla* (Willd.) Vainio  
*ericetorum* Opiz  
*islandica* (L.) Ach.  
*pinastri* (Scop.) S.F.Gray  
*sepincola* (Ehrh.) Ach.
- Chaenotheca brachypoda* (Ach.) Tibell  
*brunneola* (Ach.) Müll.Arg.  
*chrysocephala* (Turner) Th.Fr.  
*ferruginea* (Turner ex Sm.) Migula  
*furfuracea* (L.) Tibell  
*hispidula* (Ach.) Zahlbr.  
*phaeocephala* (Turner) Th.Fr.  
*stemonea* (Ach.) Zw.  
*trichialis* (Ach.) Th.Fr.
- Chrysothrix candelaris* (L.) Laundon  
*Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flotow s.lat.  
*botrytes* (Hagen) Willd.  
*brevis* (Sandst.) Sandst.

- Cladonia caespiticia* (Pers.) Flörke  
(*Forts.*) *cariosa* (Ach.) Sprengel  
*cenotea* (Ach.) Schaerer  
*cervicornis* (Ach.) Flotow s.lat.  
*ciliata* Stirton  
*coccifera* (L.) Willd.  
*coniocraea* auct.  
*cornuta* (L.) Hoffm.  
*crispata* (Ach.) Flotow  
*cryptochlorophaea* Asah.  
*deformis* (L.) Hoffm.  
*digitata* (L.) Hoffm.  
*fimbriata* (L.) Fr.  
*floerkeana* (Fr.) Flörke  
*foliacea* (Hudson) Willd.  
*fragilissima* Østh. & P.James  
*furcata* (Hudson) Schrader  
*glauca* Flörke  
*gracilis* (L.) Willd.  
*grayi* Merr. ex Sandst.  
*humilis* (With.) Laundon  
*incrassata* Flörke  
*macilenta* Hoffm.  
*macroceras* (Flörke) Ahti  
*merochlorophaea* Asah.  
*ochrochlora* Flörke  
*parasitica* (Hoffm.) Hoffm.  
*phyllophora* Hoffm.  
*pleurota* (Flörke) Schaerer  
*polydactyla* (Flörke) Nyl.  
*portentosa* (Duf.) Coem.  
*pyxidata* (L.) Hoffm. s.lat  
*ramulosa* (With.) Laundon  
*rangiferina* (L.) Weber  
*rangiformis* Hoffm.  
*rei* Schaerer  
*scabriuscula* (Del.) Leighton  
*squamosa* (Scop.) Hoffm.  
*strepsilis* (Ach.) Vainio  
*subulata* (L.) Weber  
*sulphurina* (Michaux) Fr.  
*symphycarpa* (Ach.) Fr.  
*uncialis* (L.) Wigg.  
*zopfii* Vainio
- Clauzadea monticola* (Ach. ex Schaerer) Haf. & Bellem.  
*Cliostomum corrugatum* (Ach.) Fr.  
    *griffithii* (Sm.) Coppins  
*Coelocaulon aculeatum* (Schreber) Link  
    *muricatum* (Ach.) Laundon  
*Collema crispum* (Hudson) Weber  
    *flaccidum* (Ach.) Ach.  
    *fragrans* (Sm.) Ach.

- Collema limosum* (Ach.) Ach.  
(*Fortis.*) *tenax* (Sw.) Ach. em Degel.  
*Cyphelium inquinans* (Sm.) Trev.  
    *notarisii* (Tul.) Blomb. & Forss.  
    *trachylioides* (Nyl. ex Branth & Rostrup) Erichsen  
*Dimerella pineti* (Ach.) Vězda  
*Diploicia canescens* (Dickson) Massal.  
*Diploschistes scruposus* (Schreber) Norman  
*Dirina stenhammari* (Stenham.) Poelt & Follm.  
*Enterographa crassa* (DC.) Fée  
*Evernia prunastri* (L.) Ach.  
*Fellhanera bouteillei* (Desm.) Vězda  
    *myrtillicola* (Erichsen) Haf.  
*Fuscidea cyathoides* (Ach.) V.Wirth & Vězda  
    *lightfootii* (Sm.) Coppins & P.James  
    *praeruptorum* (Du Rietz & H.Magn.) V.Wirth & Vězda  
    *viridis* Tønsb.  
*Graphis elegans* (Borrer ex Sm.) Ach.  
    *scripta* (L.) Ach.  
*Gyalecta flotowii* Körber  
    *truncigena* (Ach.) Hepp  
    *ulmi* (Sw.) Zahlbr.  
*Haematomma ochroleucum* (Necker) Laundon  
*Hyperphyscia adglutinata* (Flörke) Mayrh. & Poelt  
*Hypocenomyce caradocensis* (Leighton ex Nyl.) P.James &  
    *scalaris* (Ach.) Choisy G.Schneider  
*Hypogymnia farinacea* Zopf  
    *physodes* (L.) Nyl.  
    *tubulosa* (Schaerer) Havaas  
*Icmadophila ericetorum* (L.) Zahlbr.  
*Imshaugia aleurites* (Ach.) Fricke Meyer  
*Kiliasia athallina* (Hepp) Haf.  
*Lasallia pustulata* (L.) Mérat  
*Lauderlindsaya erichsenii* (Keissler) Diederich & Sérusiaux  
*Lecanactis abietina* (Ach.) Körber  
    *amylacea* (Ehrh. ex Pers.) Arn.  
    *premnea* (Ach.) Arn.  
*Lecania cyrtella* (Ach.) Th.Fr.  
    *cyrtellina* (Nyl.) Sandst.  
    *dubitans* (Nyl.) A.L.Sm.  
    *erysibe* (Ach.) Mudd.  
    *fuscella* (Schaerer) Körber  
*Lecanora* *actophila* Wedd.  
    *albescens* (Hoffm.) Branth & Rostrup  
    *allophana* (Ach.) Nyl.  
    *anopta* Nyl.  
    *argentata* (Ach.) Malme  
    *campestris* (Schaerer) Hue  
    *carpineae* (L.) Vainio  
    *chlarotera* Nyl.  
    *circumborealis* Brodo & Vitik.  
    *conferta* (Duby ex Fr.) Grognot

- Lecanora conizaeoides Nyl. ex Crombie  
(Forts.) crenulata Hooker  
dispersa (Pers.) Sommerf. s.lat.  
expallens Ach.  
glabrata (Ach.) Malme  
hagenii (Ach.) Ach.  
helicopsis Wahlenb.  
hypoptoides (Nyl.) Nyl.  
intricata (Ach.) Ach.  
intumescens (Rebent.) Rabenh.  
leptyrodes (Nyl.) Degel.  
muralis (Schreber) Rabenh.  
orosthea (Ach.) Ach.  
pallida (Schreber) Rabenh.  
piniperda Körber  
polytropa (Hoffm.) Rabenh.  
populicola (DC.) Duby  
pulicaris (Pers.) Ach.  
rugosella Zahlbr.  
rupicola (L.) Zahlbr.  
saligna (Schrader) Zahlbr.  
sambuci (Pers.) Nyl.  
sarcopidioides (Massal.) A.L.Sm.  
subintricata (Nyl.) Th.Fr.  
sublivescens (Nyl.) Arn.  
subrugosa Nyl.  
sulphurea (Hoffm.) Ach.  
symmicta (Ach.) Ach. s.lat.  
umbrina (Ach.) Massal.  
varia (Hoffm.) Ach.
- Lecidea atroviridis (Arn.) Th.Fr.  
auriculata Th.Fr.  
brachyspora Th.Fr.  
cinereopallens Vainio  
conferenda Nyl.  
diducens Nyl.  
enterophaea Vainio  
erratica Körber  
erythrophaea Flörke  
fuliginosa Taylor  
fuscoatra (L.) Ach.  
huxariensis (Beckh. ex Lahm) Zahlbr.  
hypopta Ach.  
lithophila (Ach.) Ach.  
meiocarpa Nyl.  
plana (Lahm) Nyl.  
polycarpella Erichsen  
promixta Nyl.  
pullata (Norman) Th.Fr.  
sarcogynioides Körber  
turgidula Fr.

- Lecidella anomaloides* (Massal.) Hertel & Kiliass  
  *asema* (Nyl.) Knoph & Hertel  
  *elaeochroma* (Ach.) Choisy s.lat.  
  *scabra* (Taylor) Hertel & Leuckert  
  *stigmatea* (Ach.) Hertel & Leuckert
- Lempholemma chalazanum* (Ach.) B.de Lesd.
- Lepraria incana* (L.) Ach.  
  *neglecta* Vainio
- Leproloma membranacea* (Dickson) Vainio  
  *vouauxii* (Hue) Laundon
- Leptogium gelatinosum* (With.) Laundon  
  *lichenoides* (L.) Zahlbr.  
  *minutissimum* (Flörke) Fr.  
  *schraderi* (Ach.) Nyl.  
  *tenuissimum* (Dickson) Körber
- Lichina confinis* (O.F.Müller) C.A.Ag.
- Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.  
  *scrobiculata* (Scop.) DC.  
  *virens* (With.) Laundon
- Loxospora elatina* (Ach.) Massal.
- Megalaria grossa* (Pers. ex Nyl.) Haf.
- Micarea denigrata* (Fr.) Hedl.  
  *elachista* (Körber) Coppins & R.Sant.  
  *leprosula* (Th.Fr.) Coppins & A.Fletcher  
  *lignaria* (Ach.) Hedl.  
  *lithinella* (Nyl.) Hedl.  
  *melaena* (Nyl.) Hedl.  
  *melaenida* (Nyl.) Coppins  
  *misella* (Nyl.) Hedl.  
  *nitschkeana* (Lahm ex Rabenh.) Harm.  
  *peliocharpa* (Anzi) Coppins & R.Sant.  
  *prasina* Fr.  
  *sylvicola* (Flotow) Vězda & V.Wirth
- Moelleropsis humida* (Kullh.) Henssen & P.M.Jørg.  
  *nebulosa* (Hoffm.) Gyelnik
- Mycobilimbia sabuletorum* (Schreber) Haf.
- Mycoblastus sterilis* Coppins & P.James
- Nephroma bellum* (Sprengel) Tuck.  
  *laevigatum* Ach.
- Normandina pulchella* (Borrer) Nyl.
- Ochrolechia androgyna* (Hoffm.) Arn.  
  *arborea* (Kreyer) Almb.  
  *microstictoides* Räs.  
  *parella* (L.) Massal.  
  *subviridis* (Høeg) Erichsen  
  *tartarea* (L.) Massal.  
  *turneri* (Sm.) Hasselr.
- Omphalina hudsoniana* (Jenn.) Bigelow  
  *umbellifera* (L. ex Fr.) Quélet
- Opegrapha atra* Pers.  
  *chevallieri* Leighton  
  *herbarum* Mont.

- Opegrapha niveoatra* (Borrer) Laundon  
(*Forts.*) *ochrocheila* Nyl.  
    *rufescens* Pers.  
    *varia* Pers. s.lat.  
    *vermicellifera* (Kunze) Laundon  
    *viridis* (Pers. ex Ach.) Nyl.  
    *vulgata* Ach.  
    *zonata* Körber
- Pachyphiale cornea* (With.) Poetsch
- Parmelia acetabulum* (Necker) Duby  
    *caperata* (L.) Ach.  
    *coniocarpa* Laurer  
    *conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Ach.  
    *disjuncta* Erichsen  
    *elegantula* (Zahlbr.) Szat.  
    *exasperata* De Not.  
    *exasperatula* Nyl.  
    *glabratula* (Lamy) Nyl.  
    *laciniatula* (Flagey ex Oliv.) Zahlbr.  
    *loxodes* Nyl.  
    *mougeotii* Schaerer ex Dietr.  
    *olivacea* (L.) Ach.  
    *pastillifera* (Harm.) Schub. & Klem.  
    *pulla* Ach.  
    *revoluta* Flörke  
    *saxatilis* (L.) Ach.  
    *subaurifera* Nyl.  
    *subrudecta* Nyl.  
    *sulcata* Taylor  
    *tiliacea* (Hoffm.) Ach.  
    *verruculifera* Nyl.
- Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl.  
    *hyperopta* (Ach.) Arn.
- Peltigera canina* (L.) Willd.  
    *didactyla* (With.) Laundon  
    *horizontalis* (Hudson) Baumg.  
    *lactucifolia* (With.) Laundon  
    *leucophlebia* (Nyl.) Gyelnik  
    *malacea* (Ach.) Funck  
    *membranacea* (Ach.) Nyl.  
    *neckeri* Müll.Arg.  
    *polydactyla* (Necker) Hoffm.  
    *praetextata* (Flörke ex Sommerf.) Vainio  
    *rufescens* (Weis.) Humb.  
    *venosa* (L.) Hoffm.
- Pertusaria albescens* (Hudson) Choisy & Werner  
    *amara* (Ach.) Nyl.  
    *coccodes* (Ach.) Nyl.  
    *coronata* (Ach.) Th.Fr.  
    *dealbescens* (Nyl.) Erichsen  
    *flavida* (DC.) Laundon  
    *hemisphaerica* (Flörke) Erichsen

- Pertusaria* hymenea (Ach.) Schaerer  
(*Forts.*) inopinata Erichsen  
    lactea (L.) Arn.  
    leioplaca DC.  
    multipuncta (Turner) Nyl.  
    pertusa auct.  
    tuberculata (Erichsen) Erichsen  
    velata (Turner) Nyl.
- Phaeographis* dendritica (Ach.) Müll.Arg.  
*Phaeophyscia* ciliata (Hoffm.) Moberg  
    endophoenicea (Harm.) Moberg  
    nigricans (Flörke) Moberg  
    orbicularis (Necker) Moberg  
    sciastra (Ach.) Moberg
- Phlyctis* agelaea (Ach.) Flotow  
    argena (Sprengel) Flotow
- Physcia* adscendens (Fr.) Oliv.  
    aipolia (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr.  
    caesia (Hoffm.) Fűrnr.  
    clementei (Sm.) Lynge  
    dimidiata (Arn.) Nyl.  
    dubia (Hoffm.) Lettau  
    semipinnata (Gmelin) Moberg  
    stellaris (L.) Nyl.  
    tenella (Scop.) DC.  
    wainioi Räs.
- Physconia* distorta (With.) Laundon  
    enteroxantha (Nyl.) Poelt  
    grisea (Lam.) Poelt  
    perisidiosa (Erichsen) Moberg
- Platismatia* glauca (L.) W.Culb. & C.Culb.  
*Polyblastia* cupularis Massal.  
*Polychidium* muscicola (Sw.) S.F.Gray  
*Polysporina* dubia (H.Magn.) Vězda  
    simplex (Dav.) Vězda
- Porina* aenea (Wallr.) Zahlbr.  
    borreri (Trev.) D.Hawksw. & P.James  
    chlorotica (Ach.) Müll.Arg.  
    leptalea (Dur. & Mont.) A.L.Sm.
- Porpidia* albocaerulescens (Wulfen) Hertel & Knoph  
    cinereoatra (Ach.) Hertel & Knoph  
    crustulata (Ach.) Hertel & Knoph  
    macrocarpa (DC.) Hertel & Schwab  
    soredizodes (Lamy) Schwab ined.  
    tuberculosa (Sm.) Hertel & Knoph
- Protoblastenia* rupestris (Scop.) J.Steiner  
*Protoparmelia* atriseda (Fr.) R.Sant. & V.Wirth  
    badia (Hoffm.) Haf.
- Pseudevernia* furfuracea (L.) Zopf  
*Psilolechia* lucida (Ach.) Choisy  
*Pycnothelia* papillaria Duf.  
*Pyrenocollema* halodytes (Nyl.) R.C.Harris

- Pyrenula nitida* (Weigel) Ach.  
    *nitidella* (Flörke ex Schaerer) Müll.Arg.  
*Pyrrhospora quernea* (Dickson) Körber  
*Ramalina calicaris* (L.) Fr.  
    *capitata* (Ach.) Nyl.  
    *cuspidata* (Ach.) Nyl.  
    *farinacea* (L.) Ach. s.lat.  
    *fastigiata* (Pers.) Ach.  
    *fraxinea* (L.) Ach.  
    *lacera* (With.) Laundon  
    *obtusata* (Ach.) Bitter  
    *pollinaria* (Westr.) Ach.  
    *polymorpha* (Liljeblad) Ach.  
    *siliquosa* (Hudson) A.L.Sm.  
    *thrausta* (Ach.) Nyl.  
*Rhizocarpon distinctum* Th.Fr.  
    *geographicum* (L.) DC.  
    *lavatum* (Fr.) Hazsl.  
    *lecanorinum* Anders  
    *obscuratum* (Ach.) Massal.  
    *richardii* (Nyl.) Zahlbr.  
    *viridiatrum* (Wulfen) Körber  
*Rimularia furvella* (Nyl. ex Mudd) Hertel & Rambold  
    *insularis* (Nyl.) Rambold & Hertel  
*Rinodina aspersa* (Borrer) Laundon  
    *atrocineria* (Dickson) Körber  
    *confragosa* (Ach.) Körber  
    *conradii* Körber  
    *exigua* (Ach.) S.F.Gray  
    *gennarii* Bagl.  
    *pyrina* (Ach.) Arn.  
    *teichophila* (Nyl.) Arn.  
*Saccomorpha icmalea* (Ach.) Clauz. & Roux  
    *oligotropha* (Laundon) Clauz. & Roux  
    *uliginosa* (Schrader) Haf.  
*Sarcogyne privigna* (Ach.) Massal.  
    *regularis* Körber  
*Sarcopyrenia gibba* Nyl.  
*Sarcosagium campestre* (Fr.) Poetsch & Schiederm.  
*Schaereria fuscocinerea* (Nyl.) Clauz. & Roux  
    *tenebrosa* (Flotow) Hertel & Poelt  
*Schismatomma decolorans* (Turner & Borrer ex Sm.) Clauz. &  
    *graphidioides* (Leighton) Zahlbr. Vězda  
*Sclerophora nivea* (Hoffm.) Tibell  
    *peronella* (Ach.) Tibell  
*Scoliciosporum chlorococcum* (Stenham.) Vězda  
    *umbrinum* (Ach.) Arn.  
*Sphaerophorus globosus* (Hudson) Vainio  
*Sphaerulina chlorococca* (Leighton) R.Sant.  
*Staurothele catalepta* sensu Malme  
*Steinia geophana* (Nyl.) Stein

- Stereocaulon condensatum* Hoffm.  
    *dactylophyllum* Flörke  
    *paschale* (L.) Hoffm.  
    *saxatile* H.Magn.  
    *tomentosum* Fr.  
    *vesuvianum* Pers.
- Strangospora moriformis* (Ach.) Stein  
    *pinicola* (Massal.) Körber
- Strigula affinis* (Massal.) R.C.Harris  
    *stigmatella* (Ach.) R.C.Harris  
    *sychnogonioides* (Nitschke) R.C.Harris
- Tephromela atra* (Hudson) Haf.  
    *grumosa* (Pers.) Haf. & Roux
- Thelidium hospitum* Arn.  
    cf. *minutulum* Körber  
    cf. *olivaceum* Körber  
    *zwackhii* (Hepp) Massal.
- Thelocarpon laureri* (Flotow) Nyl.  
*Thelomma ocellatum* (Körber) Tibell  
*Thelopsis rubella* Nyl.  
*Thelotrema lepadinum* (Ach.) Ach.  
*Thrombium epigaeum* (Pers.) Wallr.
- Trapelia coarctata* (Sm.) Choisy  
    *involuta* (Taylor) Hertel  
    *obtegens* (Th.Fr.) Hertel  
    *placodioides* Coppins & P.James
- Trapeliopsis flexuosa* (Fr.) Coppins & P.James  
    *gelatinosa* (Flörke) Coppins & P.James  
    *granulosa* (Hoffm.) Lumbsch  
    *viridescens* (Schrader) Coppins & P.James
- Umbilicaria deusta* (L.) Baumg.  
    *polyphylla* (L.) Baumg.  
    *polyrrhiza* (L.) Fr.
- Usnea barbata* (L.) Weber  
    *ceratina* Ach.  
    *filipendula* Stirton s.lat.  
    *florida* (L.) Weber em. Clerc  
    *fragilescens* Havaas ex Lynge  
    *hirta* (L.) Weber  
    *lapponica* Vainio  
    *rubicunda* Stirton  
    *subfloridana* Stirton
- Verrucaria acrotella* Ach.  
    *aethiobola* Wahlenb.  
    *aquatilis* Mudd  
    *calciseda* DC.  
    *ditmarsica* Erichsen  
    *erichsenii* Zsch.  
    *funckii* (Sprengel) Zahlbr.  
    *halizoa* Leighton  
    cf. *hydrela* Ach.  
    *internigrescens* (Nyl.) Erichsen

- Verrucaria internigrescens (Nyl.) Erichs.  
(Forts.) latericola Erichsen  
    lecideoides (Massal.) Trevisan  
    macrostoma Duf. ex DC.  
    maura Wahlenb.  
    mortarii (Arn.) Lamy  
    muralis Ach.  
    nigrescens Pers.  
    rheithrophila Zsch.  
    striatula Wahlenb.  
    thalassina (Zahlbr.) Zsch.  
    viridula (Schrader) Ach.
- Xanthoria calcicola Oxner  
    candelaria (L.) Th.Fr.  
    elegans (Link) Th.Fr.  
    fallax (Hepp) Arn.  
    parietina (L.) Th.Fr.  
    polycarpa (Hoffm.) Rieber
- Xylographa parallela (Ach.) Behlen & Desb.

#### Nicht in die Standardliste aufgenommene Arten

Diese Liste umfaßt die Arten, die aus einem der folgenden Gründe nicht in die Checkliste aufgenommen wurden:

- Das Vorkommen der Art in Schleswig-Holstein ist zweifelhaft.
- Die Identität oder die Artberechtigung des Taxons ist fraglich.
- Der gültige Artname hat sich seit 1987 aus nomenklatorischen oder taxonomischen Gründen geändert.

Frühere Gattungs- und Artsynonyme sind bei JACOBSEN (1988) aufgeführt. Viele der zweifelhaften Taxa werden von JACOBSEN & COPPINS (1989) kurz diskutiert; einige unsichere bzw. fehlerhafte Nachweise aus neuerer Zeit wurden bereits in Abschnitt 5.1 behandelt.

- Arthonia exilis auct. = A. leucodontis (COPPINS 1989)  
Arthopyrenia lubecensis = ? A. inconspicua (JACOBSEN & COPPINS 1989);  
    zweifelhaftes Taxon  
Arthopyrenia laburni Arn. = Vorkommen fraglich  
Bacidia abscondita Erichsen = B. naegelii (JACOBSEN & COPPINS 1989)  
Bacidia circumpallens (Nyl.) Arn. = B. subfuscula (JACOBSEN & COPPINS  
    1989)  
Bacidia mitescens (Nyl.) Sandst. = B. subfuscula (JACOBSEN & COPPINS  
    1989)  
Bacidia myrtillicola Erichsen = Fellhanera myrtillicola (HAFELLNER  
    1989)  
Bacidia paulula Erichsen = B. chlorotricula (JACOBSEN & COPPINS 1989)

- Biatora pilularis* (Körber) Hepp = *B. sphaeroides*  
*Botrydina botryoides* (L.) Redh. & Kuyper = *Omphalina umbellifera*  
(JØRGENSEN & RYMAN 1989)  
*Botrydina viridis* (Ach.) Redh. & Kuyper = *Omphalina hudsoniana*  
(JØRGENSEN & RYMAN 1989)  
*Buellia frisiaca* Erichsen = *B. ocellata* (SCHEIDEGGER & RUEF 1988)  
*Buellia heterospora* Erichsen = Zweifelhaftes Taxon  
*Buellia subatra* Erichsen = Zweifelhaftes Taxon  
*Caloplaca salina* Erichsen = Zweifelhaftes Taxon  
*Cladonia mitis* Sandst. = *C. arbuscula* ssp. *mitis* (RUOSS 1987)  
*Fellhanera vezdae* (Coppins & P.James) V.Wirth = *Bacidia vezdae*  
*Haematomma elatinum* (Ach.) Massal. = *Loxospora elatina*  
*Lecanora foehrensii* Erichsen = *L. expallens* (JACOBSEN & COPPINS 1989)  
*Lecanora nephaea* auct. = *Protoparmelia atriseda*  
*Lecanora ossicola* Erichsen = *L. campestris* (JACOBSEN & COPPINS 1989)  
*Lecanora saepincola* (Ach.) Arn. = *L. symmicta* s.lat.  
*Lecanora salina* H.Magn. = Vorkommen fraglich  
*Lecanora sambucioides* H.Magn. = *L. sambuci* (JACOBSEN & COPPINS 1989)  
*Lecanora sarcopis* (Ach.) Ach. = *L. saligna*  
*Lecanora strobilina* (Sprengel) Kieffer = Vorkommen fraglich  
*Lecidea abdita* Erichsen = Zweifelhaftes Taxon  
*Lecidea caementicola* = *Clauzadea monticola*  
*Lecidea cinnabarina* auct. = Vorkommen fraglich  
*Lecidea femerensis* = *Lecidella stigmathea*  
*Lecidea segrex* Erichsen = *L. polycarpella* (JACOBSEN & COPPINS 1989)  
*Lecidea sulphurea* (Hoffm.) Wahlenb. = *Lecanora sulphurea*  
*Lecidea terrestris* Erichsen = Zweifelhaftes Taxon  
*Lecidea trubicola* Erichsen = *L. fuscoatra* (JACOBSEN & COPPINS 1989)  
*Lecidella subincongrua* (Nyl.) Hertel & Leuck. = *L. asema* (KNOPH 1990)  
*Lepraria membranacea* auct. = *Leproloma membranacea* (LAUNDON 1989)  
*Opegrapha danica* Erichsen = *O. vulgata* (JACOBSEN & COPPINS 1989)  
*Pertusaria gypsicola* Erichsen = Zweifelhaftes Taxon  
*Pertusaria pupillaris* auct. = Vorkommen fraglich  
*Pertusaria sordidogrisea* Erichsen = Vorkommen nicht belegt  
*Physconia detersa* (Nyl.) Poelt = Vorkommen fraglich  
*Porina olivacea* (Pers.) A.L.Sm. = *P. borneri* (HAWKSWORTH & al. 1980)  
*Psorotichia terricola* (Rehm) Lettau = Vorkommen fraglich  
*Ramalina subfarinacea* (Nyl. ex Crombie) Nyl. = *R. farinacea* s.lat.  
*Rhabdopsora platyspora* (Erichsen) Erichsen = *Verrucaria platyspora*  
(s.u.)  
*Rhizocarpon polycarpum* (Hepp) Th.Fr. = siehe unter *R. richardii*  
*Sarcogyne pruinosa* (Sm.) Mudd = *S. regularis*  
*Sclerographa squalida* Erichsen = *Opegrapha viridis* (JACOBSEN &  
COPPINS 1989)  
*Solorina spongiosa* (Ach.) Anzi = Vorkommen fraglich  
*Sphinctrina* spp. = Lichenisierung fraglich  
*Thelidium erichsenii* Keissler = *Lauderlindsaya erichsenii* (DIEDERICH  
& al. 1991)  
*Thelidium holsaticum* (Erichsen) Keissler = Zweifelhaftes Taxon  
*Thelidium kauschianum* Erichsen = Zweifelhaftes Taxon

- Thelidium sylvense* Servit = Zweifelhaftes Taxon  
*Thelidium velutinum* (Bernh.) Körber = Vorkommen fraglich  
*Usnea glauca* Motyka = Vorkommen fraglich  
*Usnea sublaxa* Vainio = *U. filipendula* s.lat.  
*Verrucaria albigensis* = *V. aquatilis* (JACOBSEN & COPPINS 1989)  
*Verrucaria dissipata* = Zweifelhaftes Taxon  
*Verrucaria eidorensis* Erichsen = *V. cf. hydrela* (JACOBSEN & COPPINS 1989)  
*Verrucaria gypsophila* = Zweifelhaftes Taxon  
*Verrucaria griseorubens* = *V. viridula* (CHRISTIANSEN & ROUX 1988)  
*Verrucaria melaenella* Vainio (schl.-holst. Material) = siehe unter  
*V. bryoctona* (ORANGE 1991)  
*Verrucaria platyspora* Erichsen = Zweifelhaftes Taxon  
*Verrucaria spadicella* = Zweifelhaftes Taxon  
*Verrucaria sylvensis* Servit = Zweifelhaftes Taxon  
*Verrucaria umbrinula* = Vorkommen fraglich  
*Verrucaria velana* = Zweifelhaftes Taxon  
*Xylographa spilomatica* = *X. vitiligo* (s.u.)  
*Xylographa vitiligo* (Ach.) Laundon = Vorkommen fraglich

**MITTEILUNGEN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT GEOBOTANIK  
IN SCHLESWIG-HOLSTEIN UND HAMBURG e.V.**

Folgende Hefte sind noch lieferbar:

- 11, 1963 SCHREITLING, K.-Th., Im Spülsaum der nordwestdeutschen Flachküste, 105 S., DM 6,00
- 23, 1973 FRAHM, J.-P. und E. WALSEMANN, Nachträge zur Moosflora von Schleswig-Holstein, 205 S., DM 10,20
- 24, 1974 CLAUSEN, W., Zur Geschichte und Vegetation ostholsteinischer Stockausschlagwälder, 125 S., DM 8.20
- 25, 1975 USINGER, H., Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen an zwei Spätglazialvorkommen in Schleswig-Holstein, 183 S., DM 16,80
- 26, 1976 MÖLLER, H., Soziologisch-ökologische Untersuchungen der Sandküstenvegetation an der schleswig-holsteinischen Ostsee, 166 S., DM 25,30
- 27, 1976 KLINGER, P.-U., Bearbeitung der mitteleuropäischen *Sphagna cuspidata*..., 59 S., DM 4,50
- 28a 1977 SCHREITLING, K.-Th., Wir bestimmen Laubbäume im Winter, 47 S., DM 4,00
- 28b 1977 SCHREITLING, K.-Th. Wir bestimmen Bäume im Sommer, 28 S., DM 2,40
- 29, 1978 MARTENSEN, H.-O. u. W. PROBST, Synoptische *Rubus*-Flora für Nordwestdeutschland und Nordeuropa, 144 S., DM 10,80
- 30, 1979 CHRISTENSEN, E. und J. WESTDÖRP, Flora von Fehmarn, 262 S., DM 13,40
- 31, 1981 RAABE, E.W., Über die Vegetation des Vorlandes an der östlichen Nordseeküste, 124 S. und farbige Vegetationskarte, DM 20,80
- 32, 1982 RAABE, E.W., C. BROCKMANN u. K. DIERSSEN, Verbreitungskarten ausgestorbener, verschollener und sehr seltener Gefäßpflanzen in Schleswig-Holstein, 317 S., DM 30,00
- 33, 1984 Zur Flora und Vegetation Schleswig-Holsteins und angrenzender Gebiete - Dem Andenken an E.W. RAABE gewidmet, 315 S., DM 34,00

- 34, 1984 HÄRDTLE, W., Vegetationskundliche Untersuchungen in Salzwiesen der ostholsteinischen Ostseeküste, 142 S., DM 10,30.
- 35, 1985 GULSKI, M., Landschaftsökologische Untersuchungen im Hellbachtal (Kreis Herzogtum Lauenburg), 109 S., DM 10,80.
- 36, 1986 JANSEN, W., Flora des Kreises Steinburg, 403 S., DM 34,00
- 37, 1987 ALTROCK, M., Vegetationskundliche Untersuchungen am Vollstedter See unter besonderer Berücksichtigung der Verlandungs-, Niedermoor- und Feuchtgrünland-Gesellschaften, 128 S., DM 15,50.
- 38, 1988 SCHRAUTZER, J., Pflanzensoziologische und standörtliche Charakteristik von Seggenriedern und Feuchtwiesen in Schleswig-Holstein, 189 S., DM 37,50.
- 39, 1988 MIERWALD, U., Die Vegetation der Kleingewässer landwirtschaftlich genutzter Flächen. Eine pflanzensoziologische Studie aus Schleswig-Holstein, 286 S., DM 30,00.
- 40, 1989 HÄRDTLE, W., Potentielle natürliche Vegetation. Ein Beitrag zur Kartierungsmethode am Beispiel der Topographischen Karte 1623 Owschlag, 72 S., DM 25,00.
- 41, 1990 AEY, W., Historisch-ökologische Untersuchungen an Stadtökotopen Lübecks. Floristisch-vegetationskundliche und bodenkundliche Untersuchungen unterschiedlich alter Stadtbereiche. 230 S., DM 22,00

Die Preise gelten für Mitglieder der AG Geobotanik, für Studierende und für den Buchhandel. Sie entsprechen den reinen Herstellungskosten.

Anschrift der Arbeitsgemeinschaft:

Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.  
Neue Universität, Biologiezentrum N 41a, D-2300 Kiel 1.