

Sonderdruck aus

WESTFÄLISCHE GEOGRAPHISCHE STUDIEN

Begründet von Wilhelm Müller-Wille

Herausgegeben von der Geographischen Kommission für Westfalen durch
Alois Mayr (Vorsitzender), Klaus Temnitz (Geschäftsführer),
Heinz Heineberg, Hans-Hubert Walter, Julius Werner

42

überreicht vom Verfasser

**Erträge
geographisch-landeskundlicher Forschung
in Westfalen**

Festschrift 50 Jahre Geographische Kommission für Westfalen

1986

Herausgegeben von der Geographischen Kommission für Westfalen

Entwicklung und Stand der flechtenkundlichen Erforschung Westfalens

Ein Beitrag aus floristischer und immissionsökologischer Sicht

von Wilfried Grooten, Münster, und Elmar Woelm, Osnabrück

1. Einleitung

Die flechtenkundliche Erforschung Westfalens kann auf eine lange Tradition zurückblicken. Bereits im Jahre 1851, also noch bevor die Doppelnatur der Flechten als Symbiose aus Pilz und Alge bekannt war, veröffentlichte VON DER MARCK in den Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins für Rheinland und Westfalen in der „Flora Lüdenschids und des Kreises Altena“ eine Auflistung von 71 Flechtenarten als Beitrag zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse des Sauerlandes.

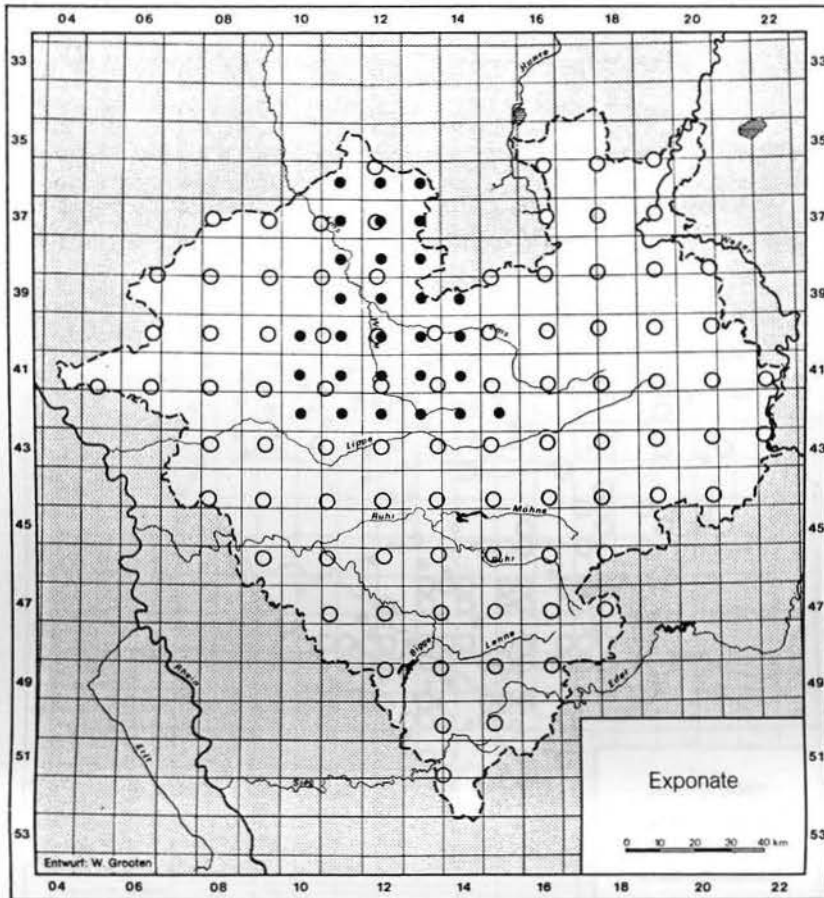
Diese Nachweise wurden von BECKHAUS (1856a, 1856b, 1857, 1859) übernommen und in den „Beiträgen zur Kryptogamen-Flora Westfalens“ für die gesamte Provinz Westfalen ergänzt. Im Jahre 1856 umfaßte die Artenliste bereits 376 Arten, und zwar 82 Strauch- und Blattflechten, 277 Krusten- und 17 Gallertflechten.

Das wohl bisher umfangreichste flechtenfloristische Werk Westfalens erstellte der Domkapitular und Geistliche Rat G. LAHM (1885b) mit seiner „Zusammenstellung der in Westfalen beobachteten Flechten unter Berücksichtigung der Rheinprovinz“. Hierin listete er insgesamt 689 Flechten-Arten mit Fundorten auf, wobei er 48 Strauch-, 63 Blatt-, 535 Krusten- und 43 Gallert- und Fadenflechten unterscheiden konnte. Erst 1899 und in nachfolgenden Jahren wurden wieder Studien zur Flechtenflora Westfalens veröffentlicht (BARUCH 1899, 1901, 1902, 1903, 1905, 1914). Weitere Hinweise finden sich in den Publikationen von ZOPF (u. a. 1900, 1903), der zusammen mit LAHM

und BECKHAUS zu den bedeutendsten Lichenologen seiner Zeit gezählt werden muß. In den Jahren 1914–1937 finden sich dann lediglich mehr (TOBLER 1921) oder weniger (SCHULZ 1914, KOPPE 1931, 1933, SCHEELE 1936, KOPPE 1937) detaillierte Angaben zu einzelnen Arten und Vorkommen in botanischen Veröffentlichungen.

Bedingt durch den Zweiten Weltkrieg und den Wiederaufbau (s. Tab. 1) kommt es erst 1966 zu einer Wiederbelebung der flechtenfloristischen Erfassung Westfalens. Lagen im vorigen Jahrhundert und bis zum Zweiten Weltkrieg die Schwerpunkte noch in der floristischen Bearbeitung, so zeichnet sich Mitte der 1960er Jahre eine Verlagerung auf immissionsökologische Fragestellungen ab.

Im Jahre 1967 schrieb RUNGE, Münster, in seiner „Geschichte zur botanischen Erforschung Westfalens“: „An eine einigermaßen umfassende, nach neueren Gesichtspunkten zusammengestellte ‚Flechtenflora Westfalens‘ aber ist in absehbarer Zeit überhaupt nicht zu denken“ (RUNGE: 37). Fast 20 Jahre danach hat diese Aussage nur noch eingeschränkte Gültigkeit. So wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl flechtenkundlicher Untersuchungen durchgeführt. Vorliegender Beitrag möchte dem steigenden Interesse entgegenkommen und in einer kurzen Zusammenstellung versuchen, die Geschichte und den aktuellen Stand der flechtenfloristischen Erforschung Westfalens unter Berücksichtigung immissionsökologischer Arbeiten aufzuzeigen.



○ Flechtenexponate LIS

● Flechtenexponate LÖLF

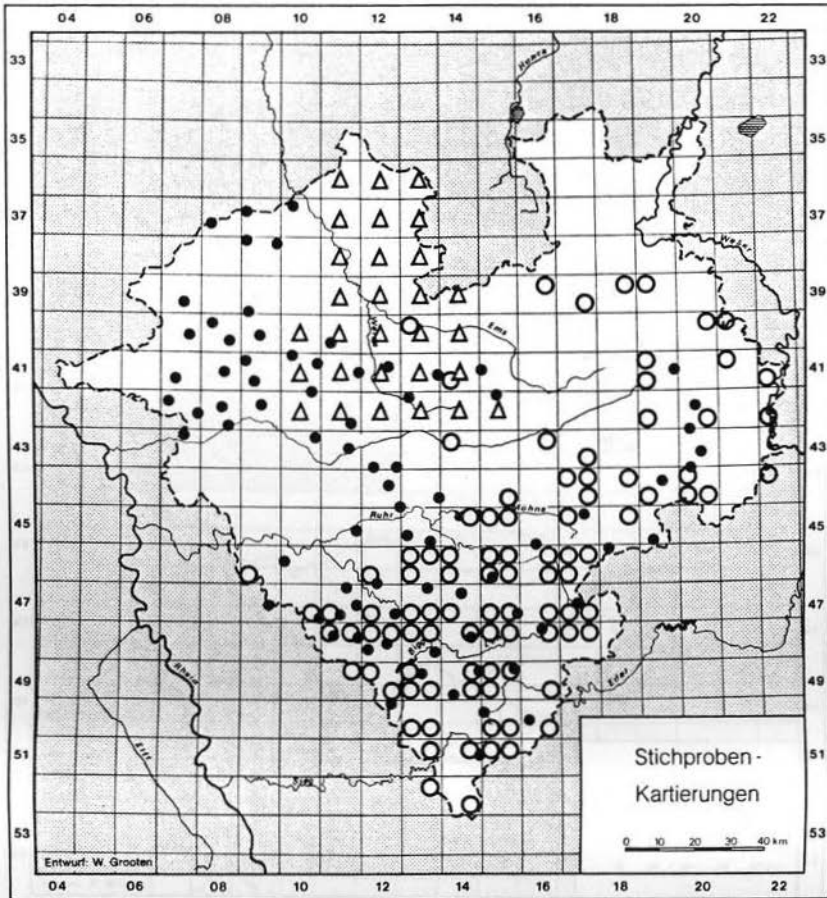
Abb. 1: Großräumige Flechtenexponatuntersuchungen mit *Hypogymnia physodes* als Testorganismus

2. Neuere flechtenkundliche Untersuchungen im Rahmen der Immissionsökologie und floristischen Erfassung

Der Zeigerwert der Flechten bezüglich der Luftqualität ist bereits seit Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt. Im westfälischen Raum wurde aber erst seit Mitte der 1970er Jahre eine Vielzahl immissionsökologischer Einzeldaten erhoben. Neben chemisch-physikalischen Analysemethoden fanden dabei in zunehmendem Maße Bioindikatoren Berücksichtigung, die die Gesamtheit aller schädigenden Umwelteinflüsse durch ihr Erscheinungsbild anzeigen. Dazu werden Erhebungen über Arten, Anzahl, Deckungsgrad und Vitalität natür-

lich verbreiteter Flechten durchgeführt („passive monitoring“) oder aber Testflechten unter standardisierten Bedingungen ausgesetzt („active monitoring“) und anhand ihrer Reaktion („sensible Bioindikatoren“) oder Kontamination („Akkumulationsindikatoren“) beurteilt. Epiphytische Flechten finden ihre Verwendung als Bioindikatoren bei der Erstellung von Wirkungskatastern (z. B. bei den Luftreinhalteplänen), in Bereichen der Regional- und Grünordnungsplanung und der Forstwirtschaft.

Kleinräumige Erhebungen mit exponierten Flechten in Verdichtungsräumen wie Bielefeld (KRONSEIN & GRÖSSER 1980), Herford



- Stichproben LIS (SCHÖNBECK 1972) △ Stichproben LÖLF (GROOTEN 1986b)
- Stichproben (IWE) LÖLF seit 1979 (KNABE 1983)

Abb. 2: Großräumige immissionsökologische Stichprobenkartierungen

(BÜTTNER 1976, GERHARDT & KORFSMEIER 1979, KÖSTER 1975, SOHL 1975, WEIST 1978) und Münster (GROOTEN 1985, 1986a) führten zu einer weitgehenden Differenzierung der Untersuchungsgebiete unter lufthygienischen Gesichtspunkten. Großräumige Untersuchungen (Abb. 1) wurden von der Landesanstalt für Immissionsschutz (LIS) in den Jahren 1978–1982 (SCHOLL 1985) und von der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung (LÖLF) 1985/86 (GROOTEN 1986b) als Beiträge zur Landes- bzw. Gebietsentwicklungsplanung durchgeführt. Einen relativ guten Bearbeitungsstand weisen hier ins-

besondere die Regionen Bielefeld, Herford und Münster auf.

Im Rahmen der „Immissionsökologischen Waldzustandserfassung (IWE)“, die seit 1979 durch die LÖLF im Land Nordrhein-Westfalen (u. a. KNABE 1983) durchgeführt wird, erfolgen an Sollmeßpunkten (Abb. 2) Stichprobenkartierungen der epiphytischen Flechtenflora, bei denen alle Arten erfaßt und als Beitrag zur Waldschadensforschung ausgewertet werden. Bereits 1972 zeigte SCHÖNBECK im gesamten Nordrhein-Westfalen Gebiete mit reicher bzw. verarmter Flechtenflora auf. Bei der im-

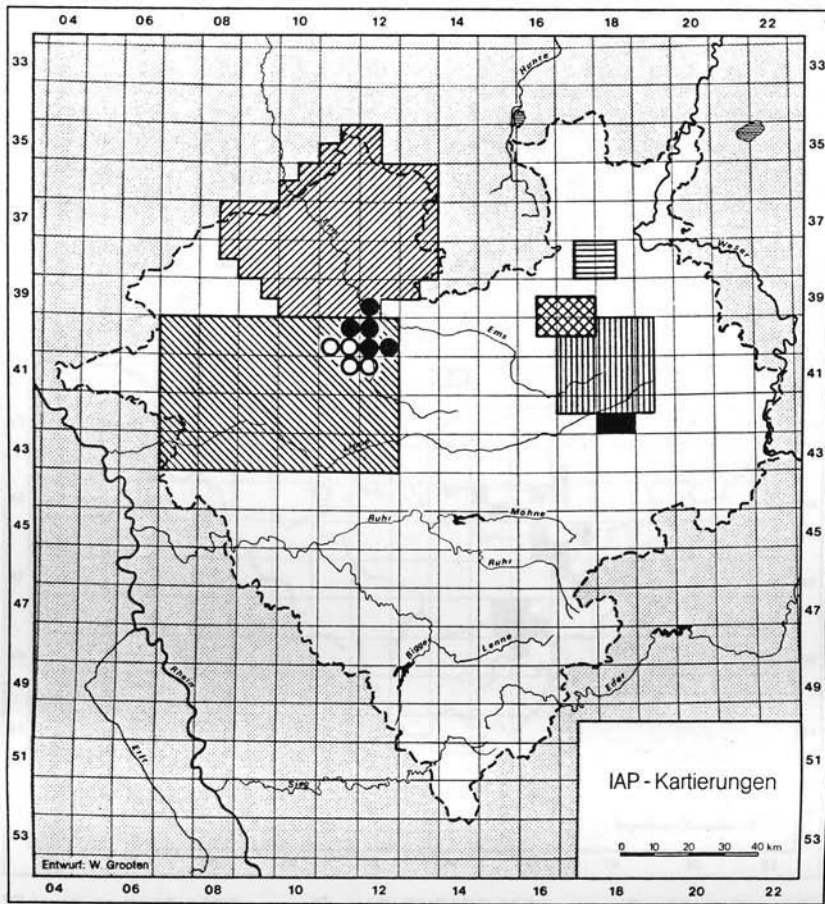


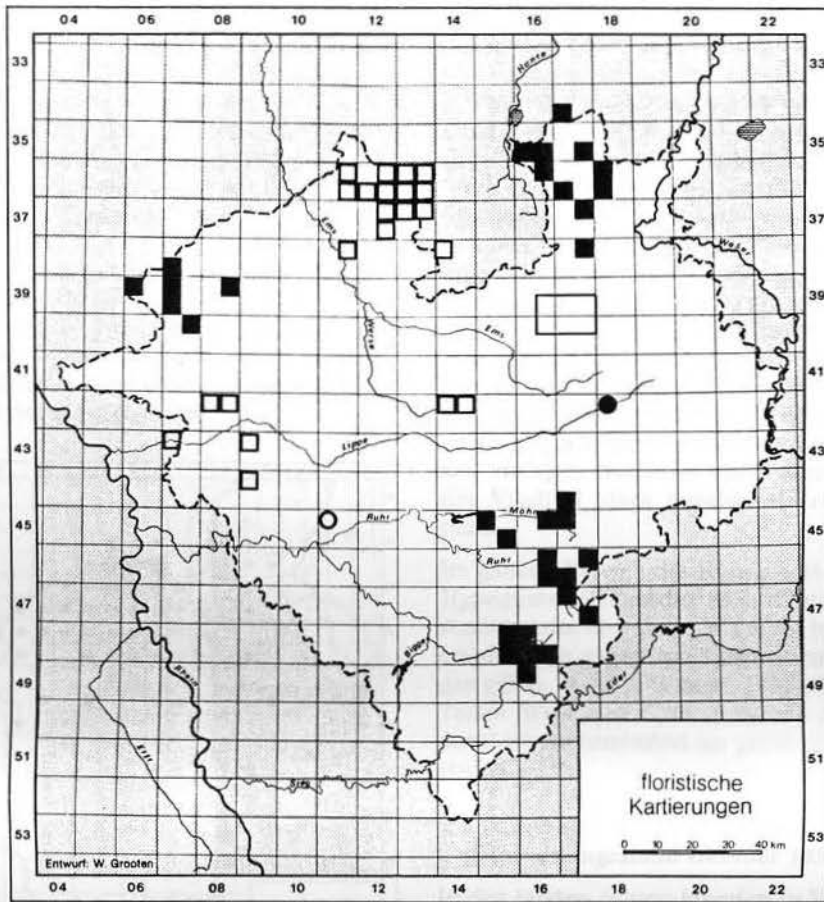
Abb. 3: Immissionsökologische Kartierungen

misionsökologischen Bewertung des Kernmünsterlandes durch die LÖLF (GROOTEN 1986b) wurden ebenfalls Ergebnisse von Flechtenkartierungen mit in die Gesamtbeurteilung einbezogen. Auch hier erwies sich der Einsatz von Flechten als Bioindikatoren als ein geeignetes Instrument zur raschen Abschätzung lufthygienischer Gegebenheiten. Weitere Stichprobenergebnisse wurden von RUNGE 1975, 1976 und 1979 veröffentlicht.

Detaillierte Flechtenkartierungen (Abb. 3) nach der IAP-Methode („Index of Atmo-

spheric Purity“) liegen für das südliche Münsterland (HEIDT 1975, 1978), die Städte Bielefeld (GERHARDT & GRÖSSER-HELLRIEGEL 1983, HALSTENBERG 1981), Münster (HIRSCHMANN 1986, VERHEYEN 1983), Paderborn (MASUCH 1982), die Kreise Herford (GERHARDT & KORFSMEIER 1979, MIDDELMANN 1975, MORGENSTERN 1975) und Steinfurt (WOELM & FUHRMANN 1986) sowie für die Senne und das Eggegebirge (MASUCH 1980, 1985) vor.

Weniger günstig sieht es in neuerer Zeit bei der rein floristischen Erfassung der



- WOELM (1980 - 1986) ○ HACHENBERG 1974 ● VERHEYEN 1984
 ■ Exkursionen „Flechtenkundlicher Arbeitskreis Westfalen“
 □ GERHARDT/GROSSER-HELLRIEGEL 1983

Abb. 4: Floristisch intensiver untersuchte Räume

westfälischen Flechtenflora aus. 1967 veröffentlichte MUHLE einen Beitrag zur Flechtenflora des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“, in dem er 73 Arten nachweisen konnte. In einem Beitrag „Zur Floristik mitteleuropäischer Flechten. II. Sauerland“ untersuchte WIRTH (1973) ausgewählte Bereiche des Sauerlandes, wobei einige Erstnachweise für Westfalen erbracht wurden (insges. 73 Arten). 1974 lieferte HACHENBERG mit seinen Beobachtungen ein weitgehend vollständiges Arteninventar für Dortmund-Applerbeck. Es werden insgesamt 30 Flechtenarten aufgelistet, wobei es sich aufgrund der regionalen Be-

sonderheit der Stadt Dortmund (Ruhrgebiet) überwiegend um Gesteinsflechten handelt.

Mit Gründung des „Flechtenkundlichen Arbeitskreises Westfalen“ Mitte 1983 begann die systematische Aufarbeitung flechtenkundlicher Literatur sowie die Durchführung von Arbeitstreffen und -exkursionen durch einen kleinen Kreis von Wissenschaftlern verschiedener Fachrichtungen (Biologie, Biogeographie, Forstwirtschaft, Landschaftsökologie).

Floristisch intensiver untersuchte Räume (Abb. 4) sind seit der Kreis Steinfurt –

hier insbesondere das Tecklenburger Land – (WOELM 1980–1986), Teile der Kreise Borken und Minden-Lübbecke sowie das südöstliche Sauerland (Exkursionen des Arbeitskreises). Auch die Examensarbeiten der PH/Universität Bielefeld (Wiss. Betreuung Prof. Dr. A. Gerhardt) im Raum Bielefeld, Herford, Ravensberger Hügelland, Teutoburger Wald sowie Untersuchungen in Paderborn, der Senne und dem Eggegebirge (MASUCH 1980, 1982, 1985) sind flechtenfloristisch von Interesse. Abbildung 5 zeigt die bisher in den entsprechenden Meßtischblatt-Bereichen nachgewiesene Anzahl der Flechtenarten.

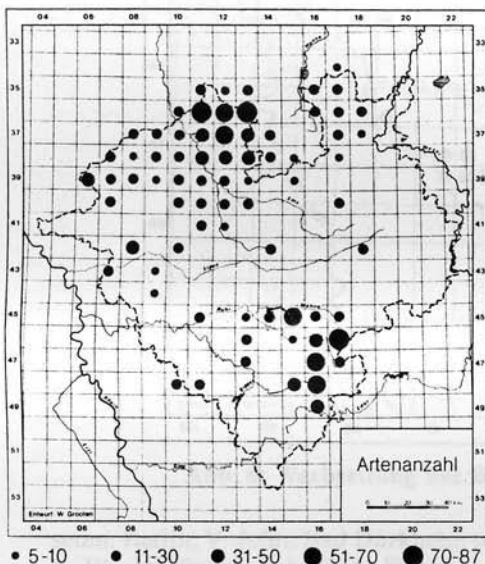


Abb. 5: Anzahl der Flechtenarten pro Meßtischblatt 1986

Bedingt durch den insgesamt geringen Bearbeitungsstand des westfälischen Raumes, weisen hohe Artenzahlen auf intensivere Kartierungen hin und nicht, wie man annehmen könnte, auf größeren Artenreichtum. Obwohl z. B. in einigen Meßtischblattbereichen im nördlichen Westfalen ähnlich viele Arten (mit Gesteins- und Bodenflechten) wie im südöstlichen Sauerland nachgewiesen wurden, ist das Süderbergland an sich deutlich flechtenreicher als der Norden Westfalens. Die Kartierungslücken im bisherigen Bearbeitungsstand macht ein Vergleich der Abb. 4, 5 und 6 deutlich.

Abbildung 6 zeigt eine Rasterkarte der bisher nachgewiesenen Verbreitung der Hornblatt- oder Blasenflechte *Hypogymnia physodes* auf der Basis von Quadranten der Topographischen Karte 1 : 25 000 (TK 25). Als eine leicht zu erkennende und noch relativ häufige Blattflechte, die auch über Fachkreise hinaus bekannt ist, weist die Art einen ähnlich guten Bearbeitungsstand auf wie die Krustenflechten *Lecanora conizaeoides* und *Lepraria incana*. Allerdings ist zu bedenken, daß ein Rasterpunkt nichts über Abundanz und Vitalität des Fundes aussagt. So kann es sich in einem Fall um zahlreiche Nachweise sehr vieler und vitaler Exemplare handeln, im anderen Fall um den einzigen Nachweis eines einzelnen, in der Vitalität stark herabgesetzten Exemplars.

Im ganzen Bereich des Ruhrgebietes dürfte *Hypogymnia physodes* so gut wie ausgestorben sein, obwohl sie als nicht besonders empfindlich gegenüber Luftverunreinigungen gilt (s. RABE & WIEGEL 1985). In weiten Teilen Westfalens (insbesondere des Nordens) ist sie zumindest als gefährdet einzustufen.

3. Epiphytische Flechten in Westfalen (Bearbeitungsstand Oktober 1986)

In den letzten Jahren konnten in Westfalen noch 111 epiphytisch wachsende Arten nachgewiesen werden. Dabei handelt es sich größtenteils um Rindenflechten an Baumstämmen, des weiteren um Arten, die auf kleinen Zweigen (z. B. *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*) oder auf morschem Holz siedelten, und gelegentlich Borke oder Holz besiedelnde Gesteinsflechten (sofern sie im Bearbeitungsgebiet epiphytisch wachsend beobachtet werden konnten), die mit in die beigefügte nachfolgende Artenliste aufgenommen wurden.

Viele Arten konnten in neuerer Zeit erst wenige Male in Westfalen nachgewiesen werden; *Bacidia subtilis*, *Buellia griseovirens*, *Candelariella reflexa*, *Fuscidea viridis*, *Micarea peliocarpa*, *Mycoblastus sterilis*, *Scoliciosporum chlorococcum* und *Usnea fulvoraegens* sogar erstmalig. Belege zu den Arten befinden sich in den Herbarien: Botanischer Garten und Botanisches Mu-

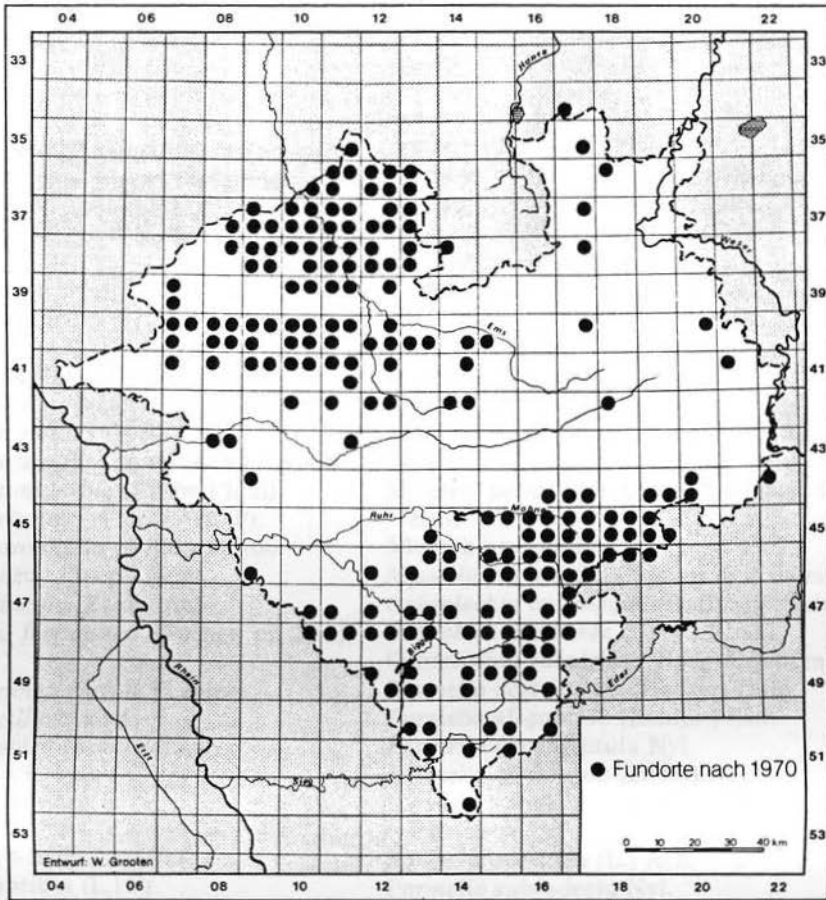


Abb. 6: Verbreitung der Blattflechte *Hypogymnia physodes* 1986

seum, Berlin, V. John, Bad Dürkheim sowie E. Woelm, Osnabrück. Viele Flechten sind weder allein nach der Literatur oder nach Abbildungen zu bestimmen, sondern bedürfen sorgfältiger Vergleiche mit zuverlässig determinierten Exemplaren (GRUMMAN 1963); so sei an dieser Stelle folgenden Herren ganz herzlich für ihre Hilfe bei der Bestimmung einzelner Arten gedankt: P. Clerc, B. Coppins, V. John, J. Poelt, H. Sipman, R. Türk, A. Vězda und V. Wirth.

Da eine intensivere Erfassung der westfälischen Flechtenflora erst vor wenigen Jahren begonnen hat und die Anzahl qualifizierter Mitarbeiter begrenzt ist, kann die hier vorgestellte Artenliste sicherlich nicht als vollständig gelten. Aus besonders kritischen Gruppen wie z. B. den Gattungen *Usnea* und *Bryoria* (Bartflechten) konnten

bereits weitere Arten gesammelt werden, die aber noch nicht sicher determiniert sind. Zum Vergleich sei erwähnt, daß JOHN (1986) nach zehnjähriger intensiver Kartierarbeit für das Saarland 137 Arten ermitteln konnte.

Eine Aufgabe für die Zukunft besteht neben der floristischen Bearbeitung noch in der Auswertung älterer Herbarien in Münster (Beckhaus mit Arten von Lahm), Paderborn (Baruch), Dortmund (Hachenberg) und Berlin (möglicherweise Lahm).

Epiphytische Flechten in Westfalen
(nach 1970 nachgewiesen, Nomenklatur im wesentlichen nach WIRTH 1980)

Arthonia radiata (Pers.) Ach.
Arthonia didyma Körber

- Arthothelium ruanum* (Massal.) Zwackh.
Bacidia subtilis Vězda
Bryoria fuscescens (Gyelnik) Brodo & Hawksw.
B. fuscescens var. positiva (Gyelnik) Brodo & Hawksw.
Buellia canescens (Dickson) De Not.
Buellia griseovirens (Turner & Borrer) Almb.
Buellia punctata (Hoffm.) Massal.
Calicium viride Pers.
Caloplaca holocarpa (Hoffm.) Wade
Candelaria concolor (Dickson) Stein
Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.
Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau
Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau
Candelariella vitellina (Hoffm.) Müll.
Catillaria globulosa (Flörke) Th. Fr.
Cetraria chlorophylla (Willd.) Vainio
Cetraria pinastri (Scop.) Gray
Cetraria sepincola (Ehrh.) Ach.
Chaenotheca ferruginea (Turner ex Sm.) Migula
Cladonia anomea Ahti & P. James
Cladonia bacillaris auct.
Cladonia cenotea (Ach.) Schaerer
Cladonia chlorophaea (Flörke ex Sommerf.) Sprengel
Cladonia coniocraea (Flörke) Sprengel
Cladonia digitata (L.) Hoffm.
Cladonia fimbriata (L.) Fr.
Cladonia floerkeana (Fr.) Flörke
Cladonia glauca Flörke
Cladonia macilentata Hoffm.
Cladonia ochrochlora Flörke
Cladonia squamosa (Scop.) Hoffm.
Cladonia subulata (L.) Wigg.
Cyphelium inquinans (Sm.) Trevisan
Dimerella diluta (Pers.) Trevisan
Evernia prunastri (L.) Ach.
Fuscidea cyathoides (Ach.) V. Wirth & Vězda
Fuscidea viridis Tønsberg
Graphis scripta (L.) Ach.
Haematomma ochroleucum (Necker) Laundon
Hypocenomyce scalaris (Ach.) Choisy
Hypogymnia bitteriana (Zahlbr.) Krog
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.
Hypogymnia tubulosa (Schaerer) Havaas
Lecania erysibe (Ach.) Mudd
Lecanora carpinea (L.) Vainio
Lecanora chlorotera Nyl.
Lecanora conizaeoides Nyl. ex Crombie
Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf.
Lecanora expallens Ach.
Lecanora hageni (Ach.) Ach.
Lecanora muralis (Schreber) Rabenh.
Lecanora pulicaris (Pers.) Ach.
Lecanora saligna (Schrader) Zahlbr.
Lecanora subfuscata Magnusson
Lecanora umbrina (Ehrh.) Massal.
Lecidea aeruginosa Borrer
Lecidea granulosa (Hoffm.) Ach.
Lecidea icmalea Ach.
Lepraria candelaris (L.) Fr.
Lepraria incana (L.) Ach.
Micarea denigrata (Fr.) Hedl.
Micarea nitschkeana (Lahm ex Rabenh.) Harm.
Micarea peliocarpa (Anzi) Coppins & R. Sant
Micarea prasina Fr.
Mycoblastus sterilis Coppins & P. James
Ochrolechia androgyna (Hoffm.) Arnold
Ochrolechia arborea (Krey.) Almb.
Ochrolechia subviridis (Høeg) Erichsen
Parmelia acetabulum (Necker) Duby
Parmelia elegantula (Zahlbr.) Szat.
Parmelia exasperatula Nyl.
Parmelia glabratula (Lamy) Nyl.
Parmelia laciniatula (Flagey ex Oliv.) Zahlbr.
Parmelia saxatilis (L.) Ach.
Parmelia subrudecta Nyl.
Parmelia sulcata Taylor
Parmelia tiliacea (Hoffm.) Ach.
Parmeliopsis aleurites (Ach.) Nyl.
Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl.
Parmeliopsis hyperopta (Ach.) Arnold
Pertusaria albescens (Hudson) Choisy & Werner
Pertusaria amara (Ach.) Nyl.
Pertusaria coccodes (Ach.) Nyl.
Pertusaria leucostoma (Bernh.) Massal. em. Erichsen
Pertusaria pertusa (Weigel) Tuck.
Phlyctis argena (Ach.) Flotow
Physcia adscendens (Fr.) H. Olivier
Physcia caesia (Hoffm.) Fűrnrrohr
Physcia dubia (Hoffm.) Lettau
Physcia orbicularis (Necker) Poetsch
Physcia tenella (Scop.) DC.
Physconia grisea (Lam.) Poelt
Physconia pulverulacea Moberg
Platismatia glauca (L.) Culb. & Culb.
Porina aenea (Wallr.) Zahlbr.
Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf

P. furfuracea var. *ceratea* (Ach.) Hawksw.
Ramalina farinacea (L.) Ach.
Ramalina fastigiata (Pers.) Ach.
Ramalina pollinaria (Westr.) Ach.
Scoliciosporum chlorococcum (Graewe ex Stenh.) Vězda
Sphinctrina turbinata (Pers. ex Fr.) de Not.
Strangospora pinicola (Massal.) Koerber
Thelotrema lepadinum (Ach.) Ach.
Usnea filipendula Stirton
Usnea fulvoraegens (Räsänen) Räsänen
Xanthoria candelaria (L.) Th. Fr.
Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.
Xanthoria polycarpa (Hoffm.) Rieber

4. Anthropogene Ursachen des Flechtenrückgangs

Für den Rückgang der Flechtenbestände insbesondere nach dem Zweiten Weltkrieg sind sehr unterschiedliche Entwicklungen und Verursacher verantwortlich zu machen. Der wirtschaftliche Aufschwung brachte eine starke Beanspruchung der Natur durch den Ausbau von Industrie-, Gewerbe- und Siedlungsflächen sowie durch den Neu- bzw. Ausbau vieler Straßen mit sich. So fielen zahlreiche alte Bäume mit hervorragendem Flechtenbewuchs den unterschiedlichsten Baumaßnahmen zum Opfer. Aber auch unabhängig von Bauprojekten wurden vielerorts Einzel- und Allee-bäume beseitigt. Das Abholzen alter Baumbestände führt direkt zur Vernichtung der darauf siedelnden Flechten, wobei die Abnahme der Baumdichte eine Erschwerung der Ausbreitung und Wiederbesiedlung mit sich bringt. Die verringerte Anzahl flechtenbewachsener Bäume bedingt eine Verminderung des Diasporenpotentials mit gleichzeitiger Verlängerung der Transportwege. Unausweichliche Folge ist die Abnahme der Populationen, insbesondere der anspruchsvolleren Arten.

Tritt zu dieser negativen Entwicklung als zusätzlich erschwerender Faktor die Luftverschmutzung hinzu, so ist, wie beispielsweise im nördlichen Westfalen, nur noch wenig Schützenswertes zu finden, und die Flora ist im wesentlichen auf einige Ubiquisten beschränkt.

In früheren Jahrhunderten wirkte sich der Einfluß landwirtschaftlicher Nutzung zu-

nächst vorwiegend positiv auf die Vielfalt der Natur aus. In einer mehr oder weniger eintönigen Waldlandschaft entstanden durch Waldrodungen für Wohnraum und Landwirtschaft die vielfältigen Lebensräume einer reich gegliederten, durch eine extensive landwirtschaftliche Nutzung geprägte Kulturlandschaft.

Demgegenüber stehen die vorwiegend negativen Einflüsse der heutigen Landwirtschaft. Ebenso wie durch Siedlungs- und Straßenbaumaßnahmen wurden in den letzten Jahrzehnten unzählige Einzelbäume, Baumgruppen, Hecken und Baumreihen der intensivierten Landwirtschaft geopfert, dieses leider in nicht unerheblichem Maße mit Hilfe staatlicher Unterstützung, z. B. durch Flurbereinigungsverfahren. Zahlreiche Obstbäume, die noch nicht durch Prämien aus öffentlicher Hand beseitigt wurden, verlieren ihre Attraktivität als ehemals ideale Porophyten zahlreicher Flechtenarten durch den Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln. Reagieren Flechten durch die Abdrift von Herbiziden unmittelbar mit Absterbeerscheinungen, so wirkt sich die leichte Bestäubung mit nitrathaltigen Düngemitteln zunächst fördernd aus. Bei einer Übernitritifizierung kommt es jedoch auch hier zur Verarmung und zum Absterben der Flechtenflora (GROOTEN 1986c, JOHN 1986, WOELM & FUHRMANN 1986).

Da für die Verwendung von Flechten als Bioindikatoren der Luftverunreinigung nur freistehende Bäume außerhalb dichter Waldbestände herangezogen werden, ist ein direkter Einfluß der Forstwirtschaft nicht gegeben. Andererseits üben Waldanteil, Waldverbreitung und Waldbeschaffenheit einen nicht zu verkennenden Einfluß auf die klimatischen Verhältnisse und die Luftqualität (Filterwirkung) einer Region aus. So reicht beispielsweise im Bereich des Forstamtes Steinfurt der Waldanteil von 15% bei weitem nicht aus, um die vorhandenen Luftverunreinigungen zu kompensieren (WOELM & FUHRMANN 1986). Wie groß der Einfluß des Waldes sein kann, zeigt sich in der Untersuchung dieses Forstamtsbereichs daran, daß der Flechtenbewuchs in lichterem Eichen-Birkenwäldern, an Waldwegen und Lichtungen

teilweise deutlich stärker als an freistehenden Bäumen ist. Auf die Gefahren und negativen Einwirkungen intensiver forstlicher Nutzung – auch für die Flechtenvegetation – weisen Veröffentlichungen in neuerer Zeit hin (u. a. WIRTH 1978, JOHN 1986). Mit dem Rückgang natürlicher autochthoner Laubwälder zugunsten von Nadelforsten ist eine deutliche Verarmung der Flechtenflora verbunden. Für viele anspruchsvolle Arten ist hierdurch der Lebensraum zerstört. Der Mangel an überalternden Bäumen sowie regelmäßige Kahlhiebe bei vergleichsweise kurzen Umtriebszeiten (sehr langsames Flechtenwachstum) tragen das Übrige zum Rückgang der Flechten bei.

So beschreibt LAHM (1885b:10) beispielsweise den Wolbecker Tiergarten bei Münster wie folgt: „Keine Waldpartie in Westfalen und ich darf wohl hinzusetzen in ganz Deutschland bietet eine so große Zahl seltener und seltenster Arten in so ungewöhnlicher Fülle“. Während LAHM hier noch ca. 70 epiphytische Arten vorfand, konnte VERHEYEN (1983) 100 Jahre später lediglich 15 Epiphyten ermitteln. Ähnliches zeigt sich im Bereich Münster-Handorf, wo früher ca. 60, heute nur noch 17 siedelnde Arten erfaßt werden konnten. Im Stadtgebiet Münster sind derzeit noch 33 epiphytische Flechtenarten nachweisbar (VERHEYEN mündl.)

Die anthropogenen Einflüsse, insbesondere die Verunreinigung der Luft, verursachten jedoch nicht nur eine drastische Reduzierung der Artenvielfalt sondern auch eine Dezimierung anspruchsvoller Arten. Abbil-

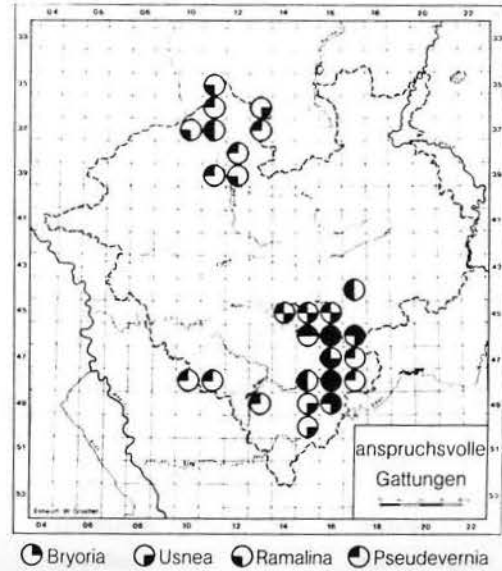


Abb. 7: Verbreitung anspruchsvoller Flechtengattungen 1986

dung 7 zeigt den derzeitigen Kenntnisstand der Verbreitung einiger empfindlicher Flechtengattungen in Westfalen, wobei berücksichtigt werden muß, daß es sich bei den im Norden nachweisbaren Arten um Einzelfunde mit größtenteils so kümmerlicher Wuchsform handelt, daß teilweise nur die Gattung determiniert werden kann.

Es bleibt zu hoffen, daß sich die lufthygienische Situation in Nordwestfalen in den nächsten Jahren parallel zu der des Ruhrgebietes (RABE & WIEGEL 1985) verbessert, so daß sich hier wieder eine üppig ausgeprägte Flechtenvegetation ausbreiten kann.

Tabelle 1 Floristisch/immissionsökologische Arbeiten¹⁾

Jahr	Untersuchungsgebiet	Art der Untersuchung	Autor
1851	Lüdenscheid/Kreis Altena	floristisch	MARCK v. d.
1856a, 1856b, 1857, 1859	Westfalen	floristisch	BECKHAUS
1882, 1883, 1884, 1885a, 1885b	Westfalen/Rheinprovinz	floristisch	LAHM
1893	Bruchhausener Steine/ Sauerland	floristisch/Hinweise	WILMS
1899, 1901, 1902, 1903, 1905, 1914	Paderborn	floristisch	BARUCH

1914	nörtl. Westfalen/ tlw. Niedersachsen	floristisch	SCHULZ
1921	Münster-Wolbeck	floristisch	TOBLER
1931	NSG „Heiliges Meer“ bei Hopsten	floristisch/Hinweise	KOPPE
1933	NSG „Kipshagen“ bei Bielefeld	floristisch/Hinweise	KOPPE
1936	Dortmund	floristisch/Hinweise	SCHEELE
1937	Westfalen/Rheinland	floristisch/Hinweise	KOPPE
1966	Rheinisch-Westf. Industriegebiet	immissionsökologisch/ Stichprobenkartierung	DOMRÖS
1966	NSG „Heiliges Meer“	floristisch	MUHLE
1967	NSG „Heiliges Meer“	floristisch	MUHLE
1972	Nordrhein-Westfalen	immissionsökologisch/ Stichprobenkartierung	SCHÖNBECK
1973	Sauerland	floristisch	WIRTH
1974	Dortmund-Applerbeck	floristisch	HACHENBERG
1975	südl. Münsterland	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	HEIDT
1975	Raum Herford	immissionsökologisch/ Flechtenexponate	Köster*
1975	Füllenbruch/Herford	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	Middelmann*
1975	Werretal/Herford	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	Morgenstern*
1975	Münster-Innenstadt	immissionsökologisch/ Stichprobenkartierung	RUNGE
1975	Herford	immissionsökologisch/ Flechtenexponate	Sohl*
1976	Füllenbruch/Herford	immissionsökologisch/ Flechtenexponate	Büttner*
1976	östl. Münsterland	immissionsökologisch/ Stichprobenkartierung	RUNGE
1978	südl. Münsterland	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	HEIDT
1978	Nord-/Südhang Teutoburger Wald	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	Martens*
1978	Raum Herford	immissionsökologisch/ Flechtenexponate	Weist*
1979	Krs. Herford	immissionsökologisch/ IAP/Flechtenexponate	GERHARDT/ KORFSMEIER
1979	Münster	immissionsökologisch/ Stichprobenkartierung	RUNGE
1980	Bielefeld	immissionsökologisch/ Flechtenexponate	Kronsbein/ Größer*
1980	Senne	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	MASUCH
1981	Bielefeld	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	Halstenberg*

1981	Altkreis Tecklenburg (Krs. Steinfurt)	floristisch	WOELM/ KELLER-WOELM
1982	Paderborn	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	MASUCH
1982a	NSG „Heiliges Meer“	Hinweise auf einz. Arten	RUNGE
1982b	Westfalen	Hinweise auf einz. Arten	RUNGE
1982	Tecklenburger Land	floristisch	WOELM
1983	Bielefeld	floristisch/ immissionsökologisch	GERHARDT/GROSSER- HELLRIEGEL
1983	Raum Bielefeld	floristisch	Goldbeck*
1983	Nordrhein-Westfalen	immissionsökologisch/ Stichprobenkartierung	KNABE et al
1983	Münster	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	Verheyen*
1983	Altkreis Tecklenburg	floristisch	WOELM
1984	Ravensberger Hügelland	immissionsökologisch/ floristisch	Gayk*
1984	Münster	immissionsökologisch/ Flechtenexponate	Grooten*
1984	Eggegebirge	immissionsökologisch/ Besiedlungssukzession Hypogymnia physodes	MASUCH
1984	Sander Bruch/Dreihausen, Paderborn	immissionsökologisch/ floristisch	Verheyen*
1984a	Tecklenburger Land	Erstnachweis <i>Bacidia subtilis</i>	WOELM
1984b	NSG „Deipe Briäke“ bei Halen/Krs. Steinfurt	floristisch	WOELM
1985	Münster	immissionsökologisch/ Flechtenexponate	GROOTEN
1985	Eggegebirge	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	MASUCH
1985	Ruhrgebiet	immissionsökologisch/ Stichprobenkartierung	RABE/WIEGEL
1985	Nordrhein-Westfalen	immissionsökologisch/ Flechtenexponate/ Stichprobenkartierung	SCHOLL
1985	NSG „Heiliges Meer“	floristisch	WOELM
1986a	Münster-Süd	immissionsökologisch/ Flechtenexponate	GROOTEN
1986b	Kernmünsterland	immissionsökologisch/ Flechtenexponate/ Stichprobenkartierung	Grooten*
1986	Bielefeld	floristisch	Hippe*
1986	Münster-Süd	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	Hirschmann*
1986	Forstamt Steinfurt	immissionsökologisch/ IAP-Kartierung	Woelm/ Fuhrmann*

In Druckvorbereitung

1987	Westfalen	Aufruf zur Flechtenkartierung Westfalens	WOELM
1987	Sauerland	floristisch/ Stichprobenkartierung	HÜBSCHEN/JOHN

¹⁾ soweit den Verf. zur Kenntnis gelangt

* Unveröffentlicht (Diplomarbeiten, Staatsexamensarbeiten, Gutachten)

Anmerkung:

Für Literatur- und Artenhinweise danken wir den Mitarbeitern des „Flechtenkundlichen Arbeitskreises Westfalen“, insbesondere Frau Prof. Dr. A. Gerhardt, C. Funk, A. Hippe, U. Simon sowie den Herren Dr. P. Mathé, F. Wettig und T. Verheyen.

Literatur

a) den westfälischen Raum betreffend

Baruch, M. (1899): Aus der Kryptogamenflora von Paderborn. – Jahrb. Westf. Prov.-Ver. f. Kunst u. Wissensch. Jahrb. d. Bot. Sect. 27: 102
 – (1901–1903): Aus der Kryptogamenflora von Paderborn. – Jahrb. Westf. Prov.-Ver. f. Kunst u. Wissensch. Jahrb. d. Bot. Sect. 29: 61–65, 30: 95–100, 31: 251, 252, 275
 – (1905): Register zur Flora von Paderborn B. – Jahrb. Westf. Prov.-Ver. f. Kunst u. Wissensch. Jahrb. d. Bot. Sect. 33: 105–107
 – (1914): Ergänzungen und Nachträge zur Flora von Paderborn. – Jahrb. Westf. Prov.-Ver. f. Kunst u. Wissensch. Jahrb. d. Bot. Sect. 42: 205–206
Beckhaus, C. (1856a): Beiträge zur Kryptogamenflora Westfalen's. – Verh. Naturh. Ver. Rheinl. Westf. XIII: 12–28
 – (1856b): Erster Nachtrag zur Kryptogamenflora von Westfalen. – Verh. Naturh. Ver. Rheinl. Westf. XIII: 153–157
 – (1857): Beiträge zur Kryptogamenflora Westfalen's. II. Nachtrag. – Verh. Naturh. Ver. Rheinl. Westf. XIV: 52–68
 – (1859): Zur Kryptogamenflora Westfalen's. Lichenen, welche bis jetzt in Westfalen gefunden. – Verh. Naturh. Ver. Rheinl. Westf. XVI: 426–448
Büttner, B. (1976): Untersuchungen zur Immissionsbelastung mit Hilfe der Flechtenexpositionsmethode im Gebiet des Füllenbruchs nordwestlich von Herford. – Examensarbeit PH Bielefeld
Domrös, M. (1966): Luftverunreinigung und Stadtklima im Rheinisch-Westfälischen Industriegebiet und ihre Auswirkung auf den Flechtenbewuchs der Bäume. – Arb. z. Rhein. Landeskd. 23, Bonn
Gayk, L. (1984): Untersuchungen zur Flechtenvegetation im Ravensberger Hügelland. – Examensarbeit Univ. Bielefeld
Gerhardt, A. u. K. Korfmeier (1979): Untersuchungen zur Luftverunreinigung im Kreis Herford mit Flechten als Bioindikatoren. – Mitt. LÖLF 4(1): 4–12
Gerhardt, A. u. C. Größer-Hellriegel (1983): Untersuchungen zur epiphytischen Flechtenvegetation im Raum Bielefeld. – Ber. Naturw. Ver. Bielefeld 26: 161–206
Goldbeck, U. (1983): Ökologische Untersuchung zur Flechtenvegetation im Raum Bielefeld. – Examensarbeit Univ. Bielefeld

Grooten, W. (1984): Dauerbeobachtungen an Flechtenexponaten im Stadtbereich Münster zur Beurteilung der Luftqualität. – Diplomarbeit am Lehrstuhl Landschaftsökologie. Münster
 – (1985): Zur lufthygienischen Situation in der Stadt Münster. – Arb. Ber. AG Angew. Geogr. Münster e.V. 8
 – (1986a): Die Luftqualität im Einflusbereich eines Fluoremittenten im Raum Hiltrup-Amelsbüren. – Arb. Ber. AG Angew. Geogr. Münster e.V. 9
 – (1986b): Immissionsökologische Belastungsanalyse des Kernmünsterlandes. – Gutacht. Stellungn. z. GEP Zentrales Münsterland im Auftr. d. LÖLF
Grumman, V. (1963): Catalogus Lichenum Germaniae. Stuttgart
Hachenberg, W. (1974): Beitrag zur Dortmunder Flechtenflora. – Dortm. Beitr. Landeskd. Naturw. Mitt. 7: 47–52
Halstenberg, R. (1981): Untersuchungen zur Immissionsbelastung im Raum Bielefeld mit Flechten als Bioindikatoren. – Examensarbeit Univ. Bielefeld
Heidt, V. (1975): Die Belastung des südlichen Münsterlandes mit Immissionen aus dem Ruhrgebiet, aufgezeigt an einer Flechtenkartierung. – Natur u. Landschaftskde. 11: 70–77
 – (1978): Flechtenkartierung und die Beziehung zur Immissionsbelastung des südlichen Münsterlandes. – Biogeographica XII. The Hague-Boston-London
Hippe, A. (1986): Untersuchungen zur epiphytischen Flechtenvegetation im Stadtgebiet von Bielefeld. – Examensarbeit Univ. Bielefeld
Hirschmann, L. (1986): Kartierung der epiphytischen Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität im Süden der Stadt Münster. Diplomarbeit am Lehrstuhl Landschaftsökologie. Münster
Hübschen, J. u. V. John (1987): Notizen zur Verbreitung epiphytischer Flechten im Sauerland. Natur u. Heimat 47 (in Druckvorber.)
Knabe, W. et al (1983): Fichten und Flechten als Zeiger der Waldgefährdung durch Luftverunreinigungen. – Forschung u. Beratung Reihe C. Wiss. Ber. u. Diskussionsbeitr. 57
Köster, V. (1975): Untersuchungen zur Immissionsbelastung im Stadtgebiet Herford mit Hilfe der Flechtenexpositionsmethode. – Examensarbeit PH Bielefeld
Koppe, F. (1931): Die Moosflora des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ bei Hopsten. – Abh. Prov. Mus. Naturk. Münster 2: 103–120
 – (1933): Pilze, Flechten und Moose im Schutzgebiet Kipshagen. – Ber. Naturw. Ver. Bielefeld u. Umgebung 6: 165–167
 – (1937): *Racomium rupestre* Pers. und *Choenogonium nigrum* (Huds.) Zahlbr. in Westfalen und Rheinland. – Decheniana 94: 215–220
Kronsbein, S. u. C. Größer (1980): Untersuchung zur Luftverunreinigung im Raum Bielefeld mit Flechten als Bioindikatoren. – Examensarbeit PH Bielefeld

- Lahm, G.** (1882–1885a): Zusammenstellung der in Westfalen beobachteten Flechten. – Jahresb. Bot. Sect. Westf. Prov.-Ver. f. Kunst und Wissensch. 10: 117–170. 11: 98–153. 12: 126–149. 13: 57–85
– (1885b): Zusammenstellung der in Westfalen beobachteten Flechten unter Berücksichtigung der Rheinprovinz. – Münster
- Marck, von der** (1851): Flora Lüdenscheids und des Kreises Altena als Beitrag zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse des Sauerlandes. – Ver. Naturh. Ver. Rheinl. Westf. VII: 377–503
- Martens, W.** (1978): Flechtenkartierung zur Feststellung von Immissionsbelastungen am S-Hang und N-Hang des Teutoburger Waldes. – Examensarbeit PH Bielefeld
- Masuch, G.** (1980): Epiphytische Rindenflechten der Senne als Bioindikatoren der Luftqualität. – Ber. Naturw. Ver. Bielefeld. Sonderheft II: 75–94
– (1982): „An ihren Flechten sollt ihr sie erkennen“. Flechtenkartierung im Stadtgebiet Paderborn. – Die Warte. Paderborn
– (1984): Besiedlungssukzessionen der Flechte *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. entlang eines Höhengradienten im Eggegebirge. – Staub-Reinh. Luft 44: 492–496
– (1985): Flechtenkartierung entlang eines Niederschlagsgradienten im Eggegebirge. – Staub-Reinh. Luft 45: 573–578
- Middelmann, K.** (1975): Untersuchungen an rindenbewohnenden Flechten mit Hilfe der IAP-Methode im Gebiet des Füllenbruchs/Herford. – Examensarbeit PH Bielefeld
- Morgenstern, E.** (1975): Untersuchungen an rindenbewohnenden Flechten mit Hilfe der IAP-Methode im Gebiet des Werretales zwischen Herford und Löhne-Ort. – Examensarbeit PH Bielefeld
- Muhle, H.** (1966): Die Flechte *Cladonia rappii* Evans neu in Westfalen. – Natur u. Heimat 26: 74–76
– (1967): Zur Flechtenflora des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ bei Hopsten (Westfalen). – Abh. Landesmus. Naturk. Münster 29: 40–45
- Rabe, R. u. H. Wiegel** (1985): Wiederbesiedlung des Ruhrgebiets durch Flechten zeigt Verbesserung der Luft an. – Staub-Reinh. Luft 45: 124–126
- Runge, F.** (1967): Geschichte der botanischen Erforschung Westfalens. – Abh. Landesmus. Naturk. 29: 27–43
– (1975): Flechtenverbreitung und Luftverunreinigung im Stadttinnern Münsters. – Natur u. Heimat 35: 14–16
– (1976): Unsere Luft ist ziemlich rein. – Heimatkalender Warendorf: 32–34
– (1979): Flechtenverbreitung und Luftverunreinigung in der Umgebung Münsters. – Natur u. Heimat 39: 53–57
– (1982a): Abundanzschwankungen in einer nordwestdeutschen trockenen Heide. – Tuexenia 2: 69–71
– (1982b): Die Naturschutzgebiete Westfalens und des früheren Regierungsbezirks Osnabrück. Münster
- Scheele, K.** (1936): Die Vegetation in zwei Mergelkuhlen Dortmunds. – Abh. Westf. Prov. Mus. Naturk. 7: 16, 24, 34
- Schönbeck, H.** (1972): Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen über Flechten als Indikatoren für Luftverunreinigungen. – Schriftenr. LIB 26: 99–104
- Scholl, G.** (1985): Die Belastung der Vegetation durch Luftverunreinigungen im Lande Nordrhein-Westfalen. – Schriftenr. LIS 62: 7–22
- Schulz, A.** (1914): Friedrich Ehrhards Anteil an der floristischen Erforschung Westfalens I. – Jahresb. Westf. Prov.-Ver. f. Kunst und Wissensch. Jahresb. d. Bot. Sect. 42: 114–151
- Sohl, K.** (1975): Untersuchungen zur Immissionsbelastung im Raum Herford mit Hilfe der Flechtenexpositionsmethode. – Examensarbeit PH Bielefeld
- Tobler, F.** (1921): Die Wolbecker Flechten-Standorte. – Hedwegia 63: 7–10
- Verheyen, T.** (1983): Erfassung der qualitativen und quantitativen Verbreitung der epiphytischen Flechtenflora als Indikatoren für die lufthygienischen Verhältnisse im Raum Münster. – Diplomarbeit am Lehrstuhl Landschaftsökologie. Münster
– (1984): Untersuchung der epiphytischen Flechtenflora im Raum Sander Bruch/Dreihausen. In: **Schreiber, K.-F.** (1984): Landschaftsökologisches Gutachten zum geplanten Industriegebiet Sander Bruch/Dreihausen: 142–165. Münster
- Weist, S.** (1978): Langzeituntersuchung zur Immissionsbelastung mit Hilfe der Flechtenexpositionsmethode im Raum Herford. – Examensarbeit PH Bielefeld
- Wilms** (1873): Pflanzengeographische Skizze der Flora der Bruchhauser Steine und einiger anderer Punkte des oberen Sauerlandes. – Verh. Naturh. Ver. d. preuß. Rheinl. u. Westph. 30. Jahrg. 3. Folge. Corresp.-Bl.: 69–72
- Wirth, V.** (1973): Zur Floristik mitteleuropäischer Flechten. II. Sauerland. – Herzogia 3: 131–139
- Woelm, E. u. P. Keller-Woelm** (1981): Nachweis einiger Flechten im Altkreis Tecklenburg (Kreis Steinfurt). – Natur u. Heimat 41: 87–88
- Woelm, E.** (1982): Ein Vorkommen der Schriftflechte *Graphis scripta* (L.) Ach. im Tecklenburger Land (Kreis Steinfurt). – Natur u. Heimat 42: 93
– (1983): Einige bemerkenswerte Flechten aus dem Altkreis Tecklenburg (Westfalen). – Osnabrücker naturwiss. Mitt. 10: 61–70
– (1984): *Bacidia subtilis* Vězda – eine neue Flechte in Nordrhein-Westfalen. – Natur u. Heimat 44: 67–68
– (1984b): Zur Flechtenflora des Naturschutzgebietes „Deipe Briäke“ bei Halen im Kreis Steinfurt (Westfalen). – Natur u. Heimat 44: 83–93
– (1985): Beobachtungen zur Veränderung der Flechtenflora des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ bei Hopsten im Kreis Steinfurt (Westfalen). – Natur u. Heimat 45: 20–25
- Woelm, E. u. B. Fuhrmann** (1986): Flechtenverbreitung und Luftverunreinigung im Forstamt Steinfurt. Bericht über eine Untersuchung des Forstamtes Steinfurt. – Manuskript
- Woelm, E.** (1987): Rasterkartierung der Flechten Westfalens. – Ein Aufruf zur Mitarbeit. – Natur u. Heimat 47: (in Druckvorbereitung)
- Zopf, W.** (1900): Zur Kenntnis der Flechtenstoffe. – Liebigs Ann. d. Chemie 313: 317–344
– (1903): Vergleichende Untersuchungen über Flechten in Bezug auf ihre Stoffwechselprodukte. – Beih. z. Bot. Centralbl. XIV, Jena
- b) zusätzlich im Text zitiert
- Grooten, W.** (1986c): Flechtenkartierung im Raum Büchel (Eifel). – Manuskript. Traben-Trarbach
- John, V.** (1986): Verbreitungstypen von Flechten im Saarland. – Abh. Dellatinia 15. Saarbrücken
- Wirth, V.** (1978): Die Kartierung von Flechten in Baden-Württemberg und ihr Beitrag zum Schutz von Arten und Biotopen. – Beih. Veröff. Natursch. u. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 11: 135–154
– (1980): Flechtenflora. – UTB 1062. Stuttgart