

Nachweis der Blattflechte
***Flavoparmelia soledians* (NYLANDER) HALE**
in Monheim am Rhein

Facharbeit
vorgelegt von
Friederike Grimmer
Otto-Hahn-Gymnasium
Monheim am Rhein, 2006

Titel der Facharbeit:

"Nachweis der Blattflechte *Flavoparmelia soledians* (NYLANDER) HALE in Monheim am Rhein"

Grundkurs Biologie
Jahrgangsstufe 12
Otto-Hahn-Gymnasium
Berliner Ring
40789 Monheim
Tel.: 02173/955910
Fax.: 02173/955918
www.ohg.monheim.de

Lehrer:

Stud. Dir. U. Anhut

Anschrift der Autorin:

Friederike Grimmer
Grabenstraße 22
40789 Monheim am Rhein

Bearbeitungszeitraum:

15. Januar bis 13. Februar 2006

Erklärung über die selbständige Anfertigung der Arbeit:

Ich erkläre, dass ich die Facharbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Dieser Bericht umfasst 15 Textseiten mit einer darin eingebundenen Tabelle und zwei Abbildungen. Der vollständige Text (Word2000-Dokument und Portable Document Format) und alle erforderlichen Dateien zur Darstellung der Ergebnisse mittels DIVA-GIS (Kartengrundlage, Shape-Files, Datentabellen, Programm-Installationsdatei) befinden sich zudem auf der beiliegenden Compactdiskette. Die Kartengrundlage wurde auf Basis der digitalen Topografischen Karte von Nordrhein-Westfalen des Landesvermessungsamtes erstellt, weshalb vor einer Veröffentlichung der Karte, auch durch die Schule, die Urheberrechtsbedingungen zu berücksichtigen sind.

Inhalt

Zusammenfassung	4
Summary.....	4
1. Einleitung und Fragestellung.....	5
2. Untersuchungsgebiet und Methodik	8
3. Ergebnisse	9
4. Diskussion	12
5. Zitierte Literatur.....	14

Zusammenfassung

Die erst vor kurzem in Deutschland nachgewiesene nur atlantisch bzw. mediterran verbreitete Blattflechte *Flavoparmelia soledians* (NYLANDER) HALE wurde in Monheim am Rhein (Deutschland, Nordrhein-Westfalen, TK4807 & 4907) kartiert, wobei die verwandte Art *Flavoparmelia caperata* (L.) HALE als Bezugsgröße verwendet wurde. Bei insgesamt 29 epiphytischen *Flavoparmelia*-Funden ist *F. caperata* nur dreimal so häufig wie *F. soledians*, was eine deutliche Zunahme der neu eingewanderten Art bedeutet, die als Folge von Klimaveränderungen interpretiert wird.

Summary

The foliose lichen *Flavoparmelia soledians* (NYLANDER) HALE, formerly limited to the atlantic and mediterranean parts of Europe, had been discovered in Germany a few years ago. Now, it was mapped in Monheim am Rhein (Germany, North Rhine-Westphalia, TK4807 & 4907), using *Flavoparmelia caperata* (L.) HALE as a standard. Of 29 epiphytic *Flavoparmelia* records, about every fourth was identified as *F. soledians*, indicating a strong increase of this neophytic species which is discussed as a result of climatic variations.

1. Einleitung und Fragestellung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Blattflechte *Flavoparmelia soredians* (NYLANDER) HALE und ihre Häufigkeit an freistehenden Bäumen im Stadtgebiet von Monheim am Rhein. *F. soredians* wurde erst 1997 in Deutschland erstmals nachgewiesen (WIRTH 1997). SPIER (1998) berichtet von ersten Funden in Niedersachsen nahe der holländischen Grenze, ABTS (zitiert in HEIBEL 1999) fand sie gegen Ende der 1990er Jahre erstmals in Nordrhein-Westfalen, und 2003, also nur wenige Jahre später, war sie bereits ein fester Bestandteil der epiphytischen (= Bäume bewachsenden) Flora der Landeshauptstadt Düsseldorf (STAPPER & KRICKE 2004) und wurde an 60 von insgesamt 1015 untersuchten Bäumen nachgewiesen. *F. soredians* ist leicht mit der verwandten *F. caperata* (L.) Hale zu verwechseln, jedoch alle historischen Herbarbelege erwiesen sich als *F. caperata*, weshalb *F. soredians* tatsächlich als Neophyt in Deutschland betrachtet werden darf (WIRTH 1997, zitiert in HEIBEL 1999). In der Roten Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen ist *F. caperata* nach Kategorie 3, also als "gefährdet" eingestuft, während *F. soredians* zum Zeitpunkt der Erstellung der Liste lediglich von wenigen Stellen bekannt war, sodass sie mit Kategorie "D" entsprechend "Datenbasis nicht ausreichend" angegeben ist (HEIBEL *et al.* 1999).

F. soredians war in Europa bisher auf warme atlantische Regionen und das Mittelmeergebiet beschränkt. *F. caperata* hingegen war schon immer in Deutschland, wurde jedoch durch Schwefeldioxid-Immissionen stark zurückgedrängt und ist erst seit Mitte bis Ende der 1990er Jahre infolge zurückgegangener SO₂-Immissionen wieder häufiger an Bäumen zu finden (STAPPER *et al.* 2000). Um auf diese erfreuliche Veränderung hinzuweisen, hat die Bryologisch-lichenologische Arbeitsgemeinschaft für Mitteleuropa (BLAM e.V.) *F. caperata* zur Flechte des Jahres 2006 ernannt. Eine ausführliche und illustrierte Dokumentation befindet sich unter www.blam-ev.de.

Carl von Linné bezeichnete die *F. caperata* 1753 aufgrund ihrer runzligen Oberfläche als *Lichen caperatus*, also als Caperat- oder "Runzel"flechte. Das Lager der gelblichgrünen Flechte wird bis zu 12 Zentimeter breit, zur Lagermitte hin von runzlicher Beschaffenheit mit grobkörnigen, punktförmigen Soredien (sterile Verbreitungseinheiten). Die Lagerlappen sind bis zu 1 cm breit und am Rand meist leicht vom Substrat aufsteigend. Die Unterseite der Caperatflechte ist schwarz mit einem ca. 2 Millimeter breiten kastanienbraunen Rand. Sie wächst bei uns vornehmlich an freistehenden Laubbäumen mit mäßig bis ziemlich saurer Borke, zum Beispiel Ahorn, Esche, Eiche, Hainbuche und Linde. Beim Betupfen des Marks mit Kalilauge verfärbt sie sich gelb.

Abbildung 1: *Flavoparmelia caperata* und *soredians*.

Oben links: *F. caperata* (links, etwa 3 cm Durchmesser) und *F. soredians* an einer Linde am Rheinufer in Düsseldorf Benrath. Das Lager von *F. soredians* ist kleiner und liegt enger am Substrat an. Rechts oben: Querschnitt durch einen Fruchtkörper von *F. caperata*, hier Material aus der Bretagne (Frankreich). Unten: Ausschnitt aus dem Lager von *F. caperata* (links) und *F. soredians*, jeweils im gleichen Maßstab dargestellt. Man erkennt die im Vergleich zu *F. caperata* feinkörnigeren vegetativen Verbreitungseinheiten (Soredien) von *F. soredians*. Bildautor: NJ Stapper.



F. soredians ist nicht nur insgesamt kleiner als die Caperatflechte, sondern sie bildet auch feinkörnigere Soredien. Das Lager und die Lappen schmiegen sich eng an das Substrat an. Bei der Reaktion des Marks mit Kalilauge verfärbt sie sich im Unterschied zur Caperatflechte nicht nur gelb sondern nach wenigen Sekunden bis einer Minute blutrot. Grund hierfür ist das artspezifische Spektrum der Inhaltsstoffe. Im Gegensatz zu *F. caperata* enthält sie Salazinsäure, die sich nach Auflösung in Kalilauge erst gelb und dann rot verfärbt (HUNECK & YOSHIMURA 1996). Einen deutschen Namen gibt es für *F. soredians* nicht. Die niederländischen und flämischen Lichenologen haben allen Flechten auch einen Namen in ihrer Landessprache verliehen und nennen sie "Groen Boomschildmos", womit auf die Farbe und Form des Lagers und das bevorzugte Substrat hingewiesen wird (VAN DEN BROECK *et al.* 2004).

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass Flechten, insbesondere auf Borke oder Rinde wachsende, also epiphytische Flechten, hervorragende Indikatoren für Luftverunreinigungen und Klimaveränderungen sind. Schon vor über 100 Jahren wurden Flechten aus diesen Gründen als Bioindikatoren genutzt. Bereits NYLANDER (1866) hat Flechten im Jardin de Luxembourg zur Bioindikation der Luftbelastung verwendet. Eigentlich hat jeder schon Flechten gesehen –wenn auch nur unbewusst- denn sie wachsen beinahe überall: auf Bäumen, Mauern, Dächern und Grabsteinen. Doch die wenigsten Leute wissen, was es mit diesen Organismen auf sich hat und wozu sie imstande sind. Was sind eigentlich Flechten? Die Flechte ist eine kombinierter Organismus aus Alge und einem für die jeweilige Art spezifischen Pilz, die in Symbiose zusammen leben, das heißt die beiden Organismen führen ein Zusammenleben zu gegenseitigem Nutzen: Der Pilz bezieht von der Alge Kohlenhydrate, die sie bei der Fotosynthese herstellt. Die Alge wiederum erhält vom Pilz Wasser und Mineralsalze. Außerdem schützt das Pilzgeflecht sie vor Austrocknung, intensiver Sonneneinstrahlung und algenfressenden Tieren. Diese Kombination der Lebensweisen von Alge und Pilz bietet viele Vorteile, vor allem bezüglich der Ansiedlung in den besonders exponierten Lebensräumen. Die Symbiose macht es der Flechte möglich, sich dort anzusiedeln, wo Alge und Pilz einzeln gesehen keine Überlebenschance hätten. Und die Besiedlung neuer Lebensräume kann aufgrund der sehr kleinen Verbreitungseinheiten ungeheuer rasch erfolgen. Besonders artenreich treten sie in feuchten, niederschlagsreichen Gebieten auf. Das liegt daran, dass Flechten ihren Wasserhaushalt nicht eigenständig regulieren können; das heißt sie müssen Regenwasser wie eine Art Schwamm aufsaugen. So lässt sich nicht vermeiden, dass unkontrolliert Schadstoffe ins Flechteninnere gelangen, die sich dort ansammeln, da die Flechte sie nicht ausscheiden kann. Somit ist leicht zu verstehen, weshalb Flechten die idealen, rasch reagierenden Bioindikatoren für Luftschadstoffe und klimatische Veränderungen sind (VAN HERK *et al.* 2002): Zum einen reagieren sie sehr empfindlich auf die oben genannten Faktoren, zum anderen stellen sie ein sehr kostengünstiges Messgerät dar. Im vorliegenden Fall wird die Flechte *F. soredians* als "Sonde" für eventuelle Klimaveränderungen verwendet.

2. Untersuchungsgebiet und Methodik

Epiphytische Vorkommen der beiden *Flavoparmelia*-Arten wurden im gesamten rechtsrheinischen Gebiet der Stadt Monheim am Rhein kartiert, wobei die Grenzen im Norden Hellerhof, im Osten die BAB 59, im Süden der Stadtteil Blee und im Westen der Rhein sind. Das auf der Karte (Abbildung 2) sichtbare linksrheinische Gebiet wurde demnach nicht berücksichtigt. Die Karte ist in 30 gleichgroße Rasterquadrate unterteilt, die sich an der Gauß-Krüger-Darstellung orientiert, Gitterweite 1 km.

Im Untersuchungsgebiet wurden freistehende Laubbäume (überwiegend Ahorne und Eichen) auf das Vorkommen der beiden Flechtenarten überprüft. Dazu waren etwa 5 Nachmittage mit jeweils 2-3 Stunden Geländearbeit nötig. Nach der Entdeckung einer potenziellen *F. caperata* oder *F. soredians* wurde die Flechte zunächst visuell mit Hilfe einer zehnfach vergrößernden Lupe begutachtet. Erste Vermutungen über die Flechtenart konnten aufgrund der unterschiedlichen Lappengrößen und Körnungen gemacht werden. Eine genaue Bestimmung ist aber nur chemisch möglich. Deshalb wurde ein Lappen der Flechte mit einem Messer angekratzt, bis das weiße Mark zum Vorschein kam. Dieses wurde nun vorsichtig mit 10%-iger KOH (Kalilauge) betupft. Färbte sich das Mark nach einer Reaktionszeit von ca. einer Minute rot, war es eine *F. soredians*, färbte es sich gelblich, dann handelte es sich um *F. caperata*. In einigen Fällen wurde Belegmaterial für spätere Untersuchungen entnommen. Wenigstens ein Lager einer Art wurde als ein "Vorkommen" gewertet, zuweilen waren auch mehrere Exemplare dergleichen Art an einem Baum vertreten oder auch beide Arten gemeinsam.

Die mittels GPS (Garmin 12, Garmin, Olathe, KS, USA) ermittelten Koordinaten der Fundpunkte (Gauß-Krüger Rechts/Hochwert, Potsdam-Datum) wurden in eine Exceltabelle eingetragen (Microsoft EXCEL2000). Diese wurde in das dBase-III-Format überführt, das von dem Geografischen Informationssystem DIVA-GIS Vers. 5.2 akzeptiert wird, wodurch die Verknüpfung der Funddaten mit einer digitalen Karte des Untersuchungsgebietes möglich ist. DIVA-GIS verfügt über alle wesentlichen Merkmale professioneller GIS-Programme und ähnelt sehr dem Programm ArcVIEW3 von ESRI, ist jedoch frei verfügbar und kann im Internet von der Homepage <http://www.diva-gis.org/> runtergeladen werden. Die Kartengrundlage wurde hergestellt, indem Ausschnitte der digitalen Topografische Karte 1:50000 des Landes Nordrhein-Westfalen (TOP50, CD-Ausgabe, Version 3.0) mittels PaintShopPro 5.0 (JASC-Software) am Computer zusammengefügt und georeferenziert wurden. Die entsprechenden Grafikdateien (*.tif und *.tfw), die Shape-files und dBase-Datentabellen sowie die komprimierte Installationsdatei von DIVA-GIS 5.2 sind auf der beiliegenden Datendiskette

enthalten. Selbstverständlich können in dieser Karte auch andere Kartierungsergebnisse aus zukünftigen Erhebungen im Untersuchungsgebiet dargestellt werden.

3. Ergebnisse

Beide Flechtenarten kommen im Untersuchungsgebiet vor, wobei es insgesamt 29 Vorkommen gibt. Davon sind sieben *Flavoparmelia soledians* und die restlichen 22 gehören zu *Flavoparmelia caperata*. Somit ist *F. caperata* dreimal so häufig wie *Flavoparmelia soledians*, d. h., *F. soledians* ist in Bezug auf *F. caperata* inzwischen doppelt so häufig, wie 2003 in Düsseldorf (STAPPER & KRICKE 2004). Alle Lager waren steril.

Beide Flechten wurden an praktisch allen untersuchten Baumarten Ahornen, Eichen, Eschen und Linden gefunden, wobei keine dieser Baumarten erkennbar von den Flechten bevorzugt zu werden scheint. Die untersuchten Bäume haben Durchmesser zwischen 15 und 90 Zentimetern, wobei der durchschnittliche Durchmesser der Stämme in Sichthöhe bei 44 Zentimetern liegt. Das ist auch nicht anders zu erwarten, da Flechten sich an älteren, größeren Bäumen leichter ansiedeln können, weil die Borke dann rissiger ist. Es kommt in Monheim auch vor, dass eine der beiden Flechten mehrmals am selben Baum vertreten ist oder dass sogar beide Flechtenarten sich am selben Baum befinden: Zum Beispiel am Lerchenweg und auf dem Parkplatz an der Rheinuferstraße nahe "Kielsgraben" (siehe Tabelle 1).

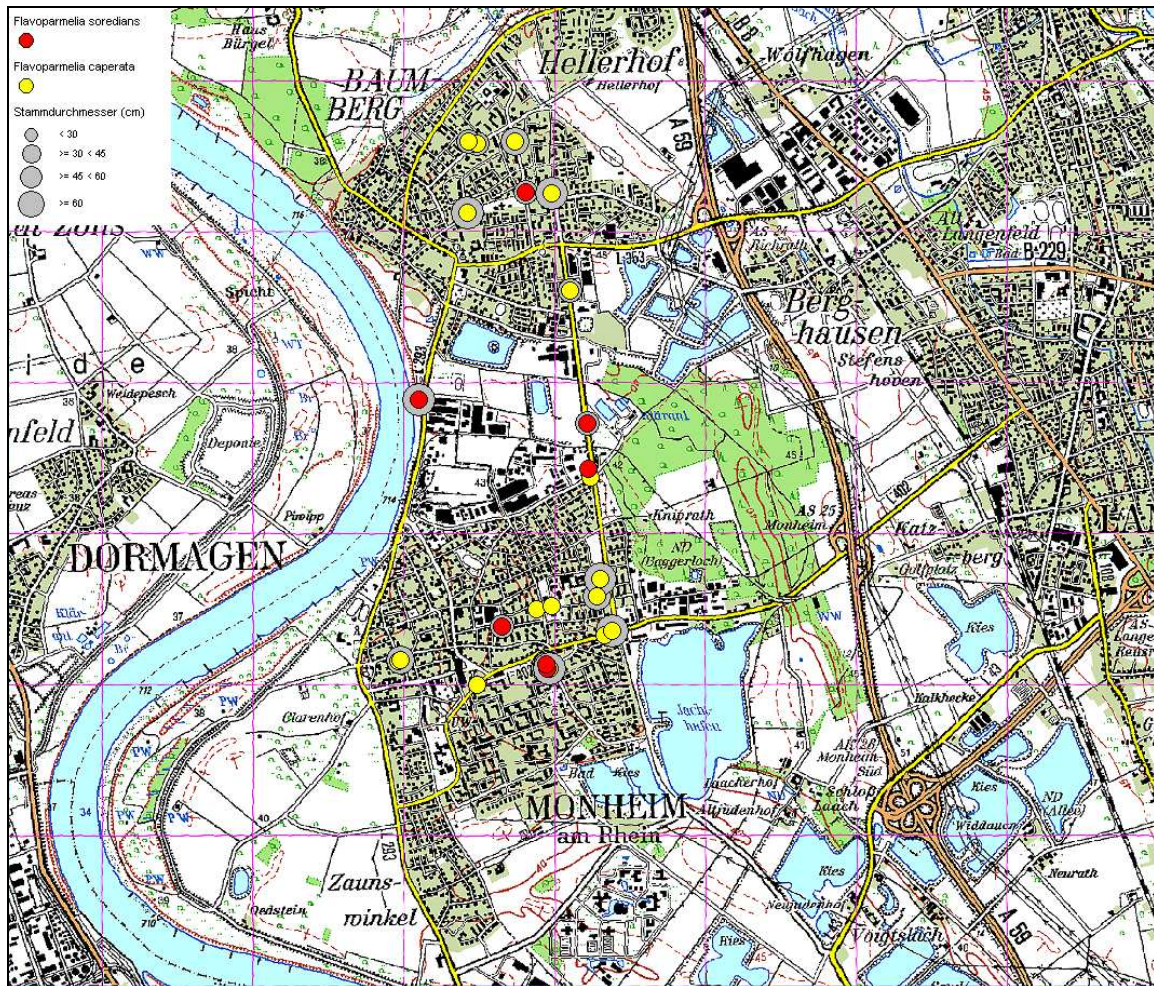
Tabelle 1: Vorkommen von *F. caperata* und *F. soredians* im Stadtgebiet von Monheim am Rhein.

Angegeben sind die Koordinaten als Rechts- und Hochwerte im Gauß-Krüger-System, Potsdam-Kartendatum, die Baumart und der Stammdurchmesser in Sichthöhe. *n.d.*, Baumart war nicht mit Sicherheit zu bestimmen, gehörte aber zu einer der anderen genannten mit Ausnahme Bergahorn.

Nr. Flechte	R	H	Baumart	BaumDiam (cm)	Anmerkungen
1	2563217	5663721	Spitzahorn	40	Baumberger Chaussee
2	2562810	5665248	Spitzahorn	35	Geschwister-Scholl-Straße
3	2562651	5662374	Eiche	30	Mittelstraße
4 <i>F. soredians</i>	2563224	5663416	<i>n.d.</i>	15	Baumberger Chaussee, Ecke Niederstraße
5	2562957	5662091	Eiche	50	Oranienburger Straße, gegenüber Feuerwache
6	2562949	5662125	Eiche	50	Oranienburger Straße, gegenüber Feuerwache
7	2562102	5663873	<i>n.d.</i>	65	Parkplatz Rheinuferstraße, gleicher Baum
8	2562102	5663873	<i>n.d.</i>	65	Parkplatz Rheinuferstraße, gleicher Baum
9	2562425	5665111	<i>n.d.</i>	60	Parkplatz Humboldtstraße
10	2563333	5662317	<i>n.d.</i>	15	Opladener Straße, gegenüber Polizeiwache
11	2563386	5662344	<i>n.d.</i>	80	Opladener Straße, gegenüber Polizeiwache
12	2562966	5662091	Spitzahorn	60	Gartzenweg, Vorgarten
13	2562487	5661983	<i>n.d.</i>	20	Opladener Straße
14	2562882	5662489	<i>n.d.</i>	25	Schwalbenstraße, Ecke Sperberstraße
15	2562487	5665572	Bergahorn	30	Holzweg
16	2562981	5665242	Esche	65	Benrather Straße, Im Park
17	2561969	5662145	Linde	35	Baumberger Chaussee
18 <i>F. caperata</i>	2563288	5662572	Eiche	45	Wachtelstraße, Ecke Sperberstraße
19	2563307	5662691	Eiche	90	Wachtelstraße, Spielplatz
20	2562986	5662511	<i>n.d.</i>	20	Lerchenweg, Ecke Sperberstraße, gleicher Baum
21	2562986	5662511	<i>n.d.</i>	20	Lerchenweg, Ecke Sperberstraße, gleicher Baum
22	2562958	5662100	Eiche	65	Oranienburger Straße, gegenüber Feuerwache
23	2561985	5662152	<i>n.d.</i>	45	Oranienburger Straße, Ecke Brahmsstraße
24	2562952	5662115	Eiche	50	Oranienburger Straße, gegenüber Feuerwache
25	2562966	5662091	<i>n.d.</i>	60	Parkplatz Grunewaldstraße
26	2562739	5665587	Eiche	50	Geschwister-Scholl-Straße
27	2563105	5664601	Spitzahorn	40	Baumberger Chaussee, Ecke Nelly-Sachs-Straße
28	2563243	5663363	<i>n.d.</i>	15	Baumberger Chaussee, Ecke Niederstraße
29	2562429	5665584	<i>n.d.</i>	40	Moosweg, schiefer Baum, ca.70°

Abbildung 2: Karte der Vorkommen von *F. caperata* und *F. soredians* im Untersuchungsgebiet.

Dargestellt sind die Vorkommen von *F. caperata* als gelbe Punkte und *F. soredians* als rote Punkte, die Größe der grauen Kreise gibt den Stammdurchmesser der Trägerbäume wieder. Einige Vorkommen, z.B. im Berliner Viertel, liegen räumlich so nah beieinander, dass sie nur bei hoher Auflösung getrennt dargestellt werden (siehe beiliegende Daten-CD). Kartografie: Stapper & Grimmer. Maßstab: 1:50000. Kartengrundlage: Topografische Karte 1:50000 des Landes Nordrhein-Westfalen, digitale Ausgabe TOP50 Version 3.0. Kartenausschnitte wurden mittels PaintShopPro 5.0 (JASC-Software) zusammengefügt und georeferenziert.



4. Diskussion

Anlass für die vorliegende Untersuchung ist der Umstand, dass zwei auffällige, aber hinsichtlich der klimatischen Ansprüche und ihres ursprünglichen Areals sehr unterschiedliche Blattflechten nebeneinander vorkommen und somit eine eventuelle Klimafluktuation erkennbar machen könnten.

Man mag kritisieren, dass die hier vorgenommene Verhältnisbildung der Vorkommen der beiden Flavoparmelien eine arge Vereinfachung ist. In der vorliegenden Arbeit wurde die optische Auffälligkeit der Arten genutzt, um möglichst viele von ihnen zu finden. Und man darf davon ausgehen, dass *F. caperata* in Monheim und in Düsseldorf bei gleichem Trägerbaumartenspektrum in etwa gleich häufig auf den Bäumen vorkommt. Andere als die zitierten Arbeiten liegen nicht vor, weil bei anderen Kartierungen in Deutschland die Flavoparmelien nicht getrennt erfasst wurden.

Während *F. caperata* schon immer zur Flechtenartenausstattung Nordrhein-Westfalens gehörte, ist *F. soredians* um 1995 wahrscheinlich von Westen her eingewandert, da sie zunächst in den Niederlanden entdeckt wurde (VAN HERK & APTROOT 1996) und sich dort rasant ausgebreitet hat. Inzwischen ist *F. soredians* in den Niederlanden ebenso häufig wie *F. caperata*, nämlich auf 15 % der untersuchten Bäume auf Immissionsmessflächen ("monsterpunten") in der Provinz Zeeland (VAN HERK 2004). In Düsseldorf wurde *F. soredians* an 60 von insgesamt 1015 untersuchten Bäumen gefunden, und war somit insgesamt sechsmal seltener als *F. caperata* (STAPPER & KRICKE 2004). Nach Osten hin scheint die Art seltener zu werden: So wurde *F. soredians* in Gütersloh (STAPPER 2005) nur an 1,2 % der Bäume nachgewiesen, *F. caperata* hingegen war mit 9,4 % deutlich häufiger, aber sogleich seltener als in Düsseldorf. Diese Verbreitung stimmt mit der Vorstellung überein, dass die ursprünglich "warm-atlantisch" bzw. mediterran verbreitete Flechte die wärmeren, strenggenommen winter-milderen Lagen im Westen des Landes bevorzugt. Dass Klimaveränderungen die Flechtenflora verändern können, wird zwar gemeinhin angenommen, doch gibt nur wenige wissenschaftlichen Untersuchungen hierzu (VAN HERK *et al.* 2002). *F. soredians* ist nur ein Beispiel einer Flechte, die aufgrund von Klimaveränderungen ihr Areal verlagert. Es gibt noch weitere, für die dies ebenfalls zutrifft, z.B. *Hyperphyscia adglutinata* (STAPPER 2005a). Ob die häufig erwähnte Erwärmung ("global warming") oder eher ein Anstieg der relativen Feuchte Ursache für die Ausbreitung sogenannter "wärmeliebender" Flechten ist, wird derzeit diskutiert (Stapper, persönl. Mittlg.).

Die Ursachen der klimatischen Veränderungen sind immer noch umstritten, jedoch führen viele Klimaforscher die Erwärmung der Atmosphäre auf einen erhöhten Ausstoß verschiedener Treibhausgase, besonders CO₂, zurück. Die Folgen dieser Erwärmung sind gravierend: Es wurden vor Jahren schon sowohl Fluten als auch längere Dürreperioden, die schnellere Verbreitung von Krankheitserregern und Artenverschiebungen vorausgesagt. Dafür gibt es inzwischen zahlreiche Beispiele, die man u.a. in der Internetenzyklopädie Wikipedia nachlesen kann (WIKIPEDIA 2006). Es gibt sie z.B. bei einigen Fischarten, die in der Nordsee beheimatet sind. Denn nicht nur die Atmosphäre hat sich erwärmt (HANSEN 2005), sondern auch die Meere erwärmen sich: Das Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven berichtet über eine Erwärmung der Nordsee um 1,2 °C seit 1962. Als Folge dieser Erwärmung weichen Kabeljau, Schellfisch und 16 weitere Arten immer weiter nach Norden aus. Forscher befürchten sogar, dass mehrere Fischarten wie Wittling und Rotbarsch innerhalb der nächsten 50 Jahre komplett aus der Nordsee verschwinden, was auch kommerzielle Verluste in der Fischindustrie zur Folge hätte. Ein weiterer Grund für das Aussterben vieler Fischarten ist der Zusammenbruch ganzer Nahrungsketten, der von Planktonsterben verursacht wird. Bestimmte Algenarten, die als Primärproduzenten Sauerstoff und Glucose liefern, sind in den letzten Jahren infolge klimatischer Veränderungen deutlich zurückgegangen. Dadurch finden z. B. die Ruderfußkrebse, von denen sich Arten wie Kabeljau, Hering oder Holzmakrele ernähren, keine Nahrung mehr. Auch bei den Zugvögeln lassen sich deutliche Reaktionen auf die Klimaerwärmung bzw. die milder werdenden Winter feststellen. Es wurden nicht nur späterer Wegzug und ein früherer Heimzug sondern auch häufigeres Überwintern im Brutgebiet beobachtet (BERTHOLD 2001).

Das plötzliche Auftreten neuer Flechten infolge von Klimaveränderungen mag auf den ersten Blick unwesentlich erscheinen. Wenn man jedoch bedenkt, dass Flechten die biologische Oberfläche auf dem Baum erheblich vergrößern und Tieren Lebensraum bieten und ggf. Nahrung, dann erscheinen solche Veränderungen in einem ganz neuen Licht.

5. Zitierte Literatur

- BERTHOLD, P., 2001: Vogelzug als Modell der Evolutions- und Biodiversitätsforschung.- Überarbeitete Fassung des Festvortrags anlässlich der Hauptversammlung der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin am 22. Juni 2001.
http://www.mpg.de/pdf/jahrbuch_2001/jahrbuch2001_027_048.pdf (Februar 2006).
- BROECK, D. VAN DEN, HERK, C.M. VAN, APTROOT, A., JORDAENS, D., SPARRIUS, L.B., POECK, J., 2004: Nederlandse namen van korstmossen. – Natuurpunt Studie, BLWG en VWBL. – Mechelen (B). 48 S.
- HANSEN, J. E., 2005: Global Temperature Trends: 2005 Summation. -
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/2005/>
- HEIBEL, E., MIES, B., FEIGE, G.B., 1999: Rote Liste der in NRW gefährdeten Flechten (liche- nisierte Ascomyceten), 1. Fassung, S. 225-258. - In: LÖBF NRW [Hrsg.]: Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere. - LÖBF-Schr.R. 17. Reck- linghausen.
- HERK, C.M. VAN, APTROOT, A., DOBBEN, H.F. VAN, 2002: Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. *Lichenologist*, 34 (2), 141-154.
- HERK, C.M. VAN, 2004: Monitoring van ammoniak met korstmossen in Zeeland, 1997–2003. - Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON) in opdracht van Provincie Zee- land Directie Ruimte, Milieu en Water. 63 S.
- HUNECK, S., YOSHIMURA, I., 1996: Identification of Lichen Substances. – Berlin, Heidelberg, Springer Verlag. 493 S.
- NYLANDER, W., 1866: Les lichens du Jardin du Luxembourg. – Bull. Soc. Bot. France 13 : 364 -372. Zitat aus LEBLANC, F. & RAO, D. ,1973: Evaluation of the pollution and drought hypothesis in relation to lichens and bryophytes in urban environments. – The Bryologist 76, 1-19.
- SPIER, L., 1998: *Parmelia soredians* and *Skyttea buelliae* in Germany. - Herzogia 13, 230.
- STAPPER, N. J., 2005: Luftbelastung in Gütersloh 2004 ermittelt mit epiphytischen Flechten und Moosen als Bioindikatoren. – Untersuchung im Auftrag der Stadt Gütersloh, Fachbereich Umweltschutz (unveröffentlicht).
- STAPPER, N.J., 2005a: Bioindikation mit Epiphyten – Veränderungen der Flechten- und Moosflora im Ruhrgebiet. - [Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet 1.5 \(2005\): 1-11](#). - Kurzfassung eines Vortrages auf der Tagung „Flora und Fauna im westlichen Ruhrgebiet“ am Sonntag den 30. Januar 2005 der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet ([BSWR](#)) und des NABU Oberhausen. Veröffentlicht auf der [Internetseite](#) der BSWR im Februar 2005.
- STAPPER, N.J., KRICKE, R., 2004: Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren von städtischer Überwärmung, Standorteutrophierung und verkehrsbedingten Immissionen. - *Limprichtia* (Bonn) 24, 187 - 208.
- STAPPER, N.J., FRANZEN, I., GOHRBANDT, S., FRAHM, J.P., 2000: Epiphyten kehren ins Ruhr- gebiet zurück. Ergebnisse einer Moos- und Flechtenkartierung entlang von Transekten durch Duisburg, Bochum und Dortmund. - LÖBF-Mitteilungen 2/2000, 12-21
- WIKIPEDIA 2006: Globale Erwärmung. -
<http://de.wikipedia.org/wiki/Klimaerw%C3%A4rmung> .

Danksagung

Bei meinem Biologielehrer, Herrn Stud. Dir. U. Anhut möchte ich mich bedanken für die Vergabe des Themas und dass er mir ein Mikroskop zur Verfügung gestellt hat.

Besonders herzlich danke ich Herrn Dr. Norbert Stapper, Monheim, der mir die Arten im Gelände erklärt, meine Funde überprüft und bei der Erstellung der Karte mittels GIS geholfen hat.