©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 19: 127–151. Göttingen 1999.

Einfluß von Nutzung und Struktur der Fichtenwälder des Hochharzes auf die epiphytische Flechtenflora

– Bettina Günzl –

Zusammenfassung

Die Flechtenflora verschieden strukturierter Fichtenwälder des Hochharzes wird untersucht. Folgende Strukturtypen werden miteinander verglichen: strukturarme Altersklassenforste, strukturreichere Femelwälder und vertikal strukturierte, seit längerer Zeit ungenutzte Bestände. Die Unterschiede bei den Artenzahlen sind eher gering. Ein großer Teil der im Gebiet vorkommenden Flechtenarten zeigt jedoch bezüglich der mittleren Deckung deutliche Unterschiede zwischen den untersuchten Strukturtypen. Als geeignetster Strukturtyp erweisen sich die ungenutzten Bestände, die, bedingt durch den Strukturreichtum, die vielfältigsten Habitate und infolgedessen die größte Artenvielfalt aufweisen. Ergänzend werden die Flechtengesellschaften der Untersuchungsgebiete vorgestellt und Angaben zu den Standortsansprüchen (bezüglich Exposition und Stammabschnitt) der im Gebiet häufigeren epiphytischen Flechten gemacht.

Abstract: Influence of forestry and structure on the epiphytic lichen flora in spruce forests in the „Hochharz"

The object of this study is the epiphytic lichen flora occurring in spruce forests of varied structure in the „Hochharz" The following forest types are compared: uniform forests of one age class, selectively logged forests of a more varied structure, and verticaly-structured forests not used for a longer period of time. There are rather small differences in the number of species. Many lichen species of this area, however, show clear differences in average cover in the examined structural types. The most suitable structure type for epiphytic lichens is the forest not used for forestry. Because of the highly varied structure, they show the greatest diversity of habitats and therefore the greatest variety of lichen species. To complete this study, the epiphytic lichen communities of the regions are introduced. In addition to this, information is given on how the location of the epiphytic lichens on the treetrunks (exposition and high above ground) influenced their growth.

Keywords: Epiphytic lichen communities, epiphytic lichen flora, forest structure, spruce forest.

Einleitung

Das feucht-kühle Klima der Harzhochlagen bietet günstige Voraussetzungen für die Entwicklung zahlreicher epiphytischer Flechtenarten, von denen einige außerhalb des Harzes erst wieder in weit entfernten Gebieten, z.B. im Bayrischen Wald, anzutreffen sind. Die montanen und hochmontanen Fichtenwälder des Harzes besaßen daher ursprünglich wohl eine artenreiche epiphytische Flechtenvegetation, die allerdings durch Luftverschmutzung und forstwirtschaftliche Maßnahmen stark dezimiert wurde. Große Flächen im Nationalpark Harz werden heute von strukturarmen Altersklassenforsten eingenommen. Die Strukturverbesserung der Wälder im Zuge der Waldumbaumaßnahmen dient der Erhöhung der Artenvielfalt und langfristig der Überführung des Altersklassenwaldes zum Naturwald. In der Übergangszeit schaffen plenterartige Strukturen günstige Voraussetzung für die Artenvielfalt. Mit der vorliegenden Arbeit sollen die floristischen Unterschiede zwischen den im Hochharz vorhandenen, verschieden strukturierten Fichtenbeständen qualitativ und quantitativ belegt werden. Die erhobenen Daten sollen eine Bestandsaufnahme und zugleich Grundlage für eine Bewertung der zukünftigen Waldentwicklung im Nationalpark sein. Ergänzend werden die Standortsansprüche der häufigeren Flechtenarten bezüglich der Exposition der besiedelten Stammflächen und des Stammabschnittes untersucht und die epiphytischen Flechtengesellschaften der Fichtenwälder des Hochharzes vorgestellt.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die Ergebnisse sind Teil einer am Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Göttingen angefertigten Diplomarbeit (GÜNZL 1997).

Die Untersuchungsgebiete

1. Geographische Lage und Klima

Für die Untersuchungen wurden drei Gebiete im niedersächsischen Harz ausgewählt. Naturräumlich gehören diese auf dem Acker-Bruchberg-Zug und unterhalb der Achtermannshöhe gelegenen Flächen dem Naturraum Hochharz an, der das zentrale Bergland des Harzes mit Höhen von über 700 m ü. NN umfaßt. Die bearbeiteten Flächen liegen 720–860 m ü. NN, befinden sich also in der montanen bzw. hochmontanen Stufe, deren Grenze im Harz bei 800 bis 900 m ü. NN verläuft (s. BRUELHEIDE 1995).

Das Klima des Westharzes läßt sich als stark atlantisch getöntes Gebirgsklima mit sehr hohen Niederschlags-, Luftfeuchtigkeits- und Nebelwerten bei relativ niedrigen Temperaturen beschreiben (SCHWIETERT 1989). Im Hochharz treten aufgrund der sich dort stauenden, aufsteigenden und abkühlenden Luftmassen besonders hohe Niederschläge von 1400 bis 1600 mm/a auf. Winde aus südwestlichen und westlichen Richtungen sind vorherrschend, während südöstliche Winde am seltensten auftreten (GLÄSSER 1994).

2. Die untersuchten Strukturtypen

Die untersuchten Fichtenbestände sind pflanzensoziologisch überwiegend dem *Calamagrostio villosae-Piceetum* zuzurechnen. Sie wachsen auf bodensauren Standorten über Granit bzw. Quarzit.

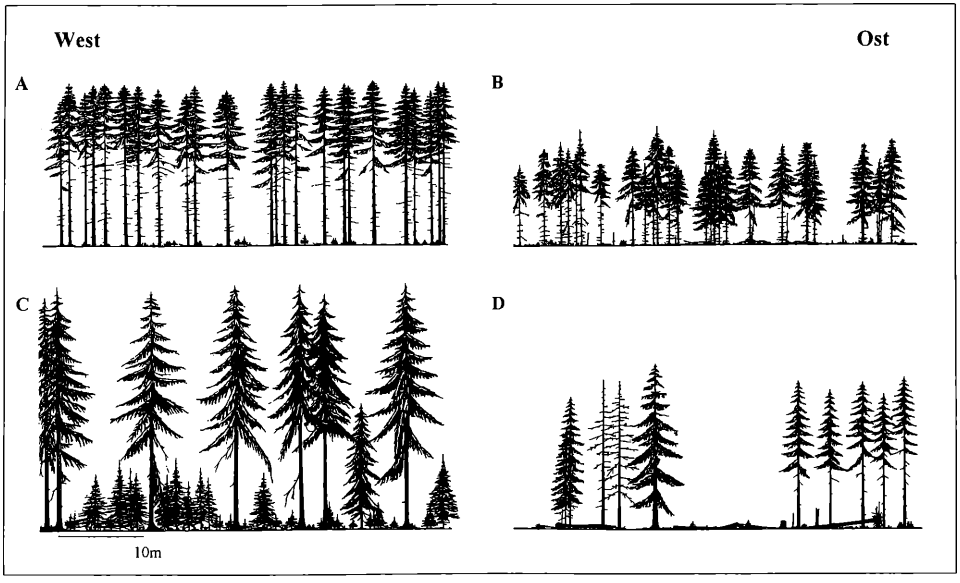


Abb. 1: Vegetationsprofile der untersuchten Strukturtypen: A und B Altersklassenforste; C Femelwald; D ungenutzter Bestand.

2.1. Altersklassenforste (Abb. 1A, B und 2)

Die ausgewählten Bestände sind zwischen 60 und 150 Jahre alt. Je nach Altersklasse variieren die maximalen Brusthöhendurchmesser der untersuchten Fichten. Sie liegen in den

von links nach rechts:

älterer Altersklassenforst (s. Abb. 1A)

junger Altersklassenforst (s. Abb. 1B)

Femelwald (s. Abb. 1C)

ungenutzter Bestand (s. Abb. 1D)

Legende:

- bearbeitete Fichte (BHD ≥ 50 cm)
- bearbeitete Fichte (BHD 15 - 49 cm)
- bearbeitetes, stehendes Totholz
- Jungwuchs (0,5 - 5 m Höhe)
- Jungwuchs (> 5 m Höhe)
- stehendes, nicht bearbeitetes Totholz
- liegendes, dickeres Totholz
- Jungwuchsherden (< 5 m Höhe)

0m 10m

N

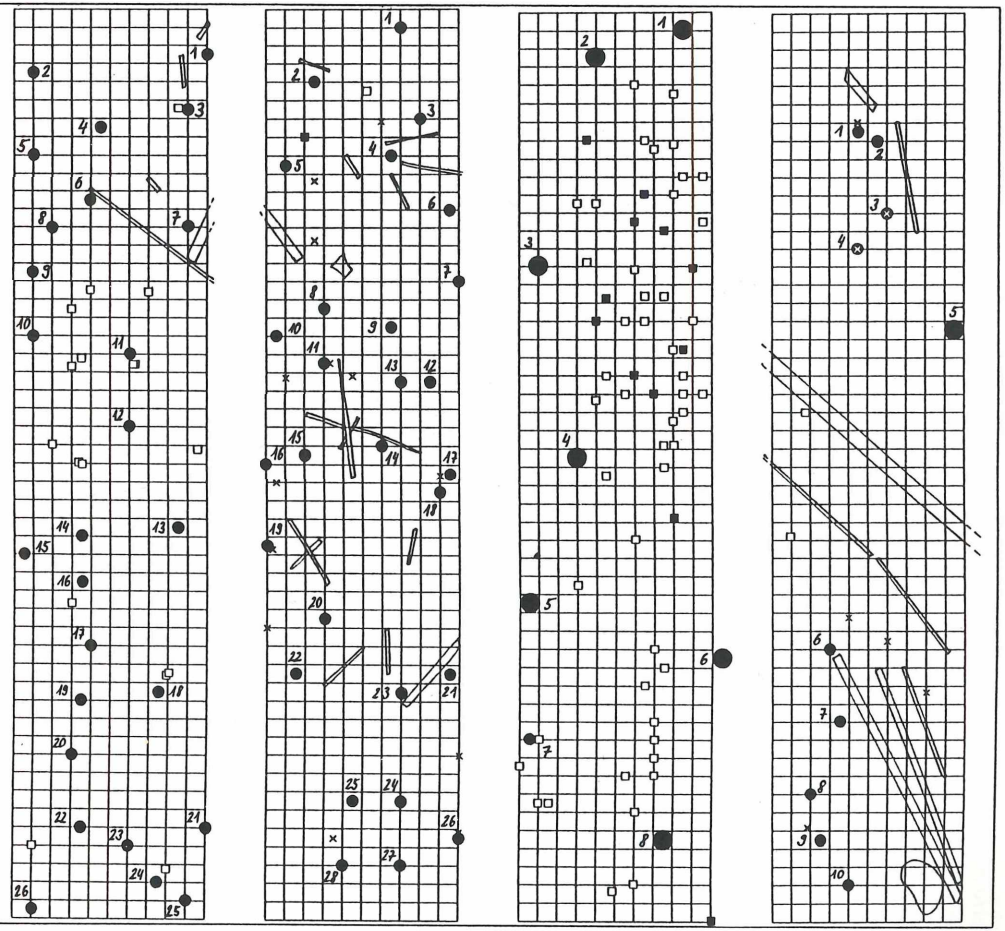


Abb. 2: Grundrißschemata der Strukturtypen

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

relativ jungen Beständen bei etwa 40 cm und erreichen in den älteren Beständen bis zu 68 cm. Die Bäume bilden ein einheitliches Kronendach gleicher Höhe, mit wenigen größeren Lücken. Die Deckung der Baumschicht erreicht in den jungen Forsten Maximalwerte von bis zu 80 %, im Mittel beträgt sie etwa 50 bis 60 %. Die Baumhöhen überschreiten nur in Ausnahmefällen 20 m. Jungwuchs tritt bisweilen sehr zahlreich auf, wurde in diesen Fällen jedoch angepflanzt. Eine Naturverjüngung fehlt weitgehend. Gelegentlich liegt verstreut Totholz auf dem Waldboden. Dabei handelt es sich jedoch meist um schwaches Totholz (Durchforstungsrückstände), das für die Besiedlung mit Kryptogamen von untergeordneter Bedeutung ist.

2.2. Femelwälder (Abb. 1C und 2)

Hinsichtlich ihres Alters sind alle in dieser Arbeit untersuchten Femelbestände recht einheitlich. Die Fichten sind maximal 168 Jahre alt. Sie erreichen Brusthöhendurchmesser von 70 bis 80 cm und Baumhöhen bis an die 30 m. Auf den Flächen kommt Jungwuchs verschiedenen Alters vor, der meist in Gruppen auftritt. Die Bestände weisen daher neben der von den Altbäumen gebildeten, lückigen ersten, noch eine zweite Baumschicht sowie eine Strauchschicht aus jungen Fichten auf. Die Deckung der ersten Baumschicht liegt im Mittel zwischen 15 und 50 %. Sie schwankt innerhalb der Bestände, da immer wieder größere Lichtungen eingestreut sind. Die Baumzahl pro Fläche liegt deutlich unter den Zahlen der Altersklassenforsten. Die Femelbestände enthalten vereinzelt Totholz, darunter jedoch kaum stehende Baumleichen.

2.3. Ungenutzte Bestände (Abb. 1D und 2)

Bestände, die seit längerer Zeit aus der Nutzung genommen sind, finden sich im Nationalparkgebiet nur an wenigen Stellen, z.B. im Naturwaldreservat Bruchberg. Charakteristisch für die ungenutzten Bestände ist, daß sie einen hohen Anteil an liegendem und stehendem, dickstämmigem Totholz aufweisen. Auf den Flächen wechseln Gruppen von lebenden Bäumen verschiedenen Alters und stehenden Baumleichen mit stellenweise großflächigen Lichtungen ab. Dementsprechend findet sich in den Beständen meist kein geschlossenes Kronendach. Das Höchstalter der dortigen Fichten liegt zwischen 146 und 253 Jahren. Die Deckung der Baumschicht liegt bei maximal 40 %. Die Fichten sind schlechtwüchsiger als in den Femelwäldern und erreichen höchstens 20 m Höhe. Es sind jedoch vereinzelt sehr dickstämmige Exemplare darunter (Brusthöhendurchmesser bis 63 cm). Ganz junge Bäumchen treten nur gelegentlich auf.

Methoden

1. Auswahl der Untersuchungsflächen

Die Untersuchungen beschränken sich auf reine Fichtenbestände des Hochharzes. Es wurden überwiegend solche Höhenlagen berücksichtigt, die als ursprüngliche Fichtenstandorte gelten und schon seit mindestens dem 15. Jh. mit Fichten bewachsen sind. Lediglich vier in 720–740 m ü. NN gelegenen Flächen wachsen auf Standorten, die von Natur aus, ohne die anthropogene Begünstigung der Fichte, Bergmischwälder aus Buche und Fichte tragen würden (s. NATIONALPARK HARZ 1996). Die Untersuchungsgebiete liegen in räumlicher Nähe zueinander und weisen daher ein ähnliches Lokalklima auf. Hauptkriterium der Flächenauswahl war, daß die Bestände den benötigten Strukturtypen entsprachen und der Strukturtyp auf größerer Fläche deutlich ausgebildet war. Bearbeitet wurden:

12 Flächen in Femelwälder (F)
12 Flächen in Altersklassenforsten unterschiedlichen Alters (AF)
5 Flächen in ungenutzten Beständen (UG)

Es wurden nur süd-, südost- bzw. südwestexponierte, flachgeneigte, seltener ebene Hänge untersucht, die nicht oder kaum vermoort sind. Weiterhin sollten die verwendeten Waldgebiete keine

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

übermäßigen Waldschäden aufweisen und in jüngerer Zeit keinen starken forstwirtschaftlichen Eingriffen unterzogen worden sein. Um einen möglichst repräsentativen Ausschnitt des jeweiligen Strukturtyps zu erhalten, wurden keine quadratischen, sondern langgestreckte Versuchsflächen mit jeweils 10 m Breite und 50 m Länge angelegt. In den ausgewählten Fichtenbeständen wurden die Untersuchungsflächen mit ihren Schmalseiten in Ost-West-Richtung orientiert und so angelegt, daß sie nicht durch Wege oder Schneisen gestört waren und wenn möglich größeren Abstand zu anderen Strukturtypen oder Lichtungen hatten. Die Baumschicht sollte nicht in erster Linie homogen, sondern für den jeweiligen Strukturtyp repräsentativ sein, also z.B. im Falle eines Femelwaldes auch Lücken oder Verjüngungsinseln enthalten.

2. Aufnahme der Flechten

Bearbeitet wurden alle Bäume in den Untersuchungsflächen, sofern ihr Brusthöhendurchmesser (BHD) mehr als 15 cm betrug. Dünnere Stämme sind kaum von Flechten besiedelt. Stehende Baumleichen mit mehreren Metern Höhe und mehr als 15 cm Brusthöhendurchmesser wurden ebenfalls mit untersucht. Die auf Wurzeln wachsenden Flechten blieben, mit Ausnahme der an Vertikalflächen nahe der Stammbasis auftretenden Thalli, unberücksichtigt.

Damit die erhobenen Daten später unter verschiedenen Fragestellungen auswertet werden konnten, wurde jeder Stamm in 8 Teilflächen unterteilt: in 2 Stammabschnitte und je 4 Expositionen. Der untere Stammabschnitt beinhaltet den Bereich von der Stammbasis bis in 1 m Höhe, der obere den Abschnitt von 1 m bis 2 m Höhe. Die Stämme zeigen aufgrund der im Gebiet vorherrschenden Winde aus westlichen Richtungen meist eine stärker beregnete Westhälfte und eine etwas geschütztere Osthälfte. Um 4 verschieden exponierte aber möglichst homogene Teilflächen zu erhalten, erwies es sich daher als sinnvoll, die Ost- und Westhälften des Stammabschnitts weiter zu unterteilen und die Mitten der Teilflächen nach Nordwest, Nordost, Südwest bzw. Südost zu orientieren.

Für jeden Stamm wurde die Berindung der Teilflächen in Prozent notiert und in 1,3 m Höhe der Brusthöhenumfang zum späteren Errechnen des Durchmessers ermittelt. Die Schätzung der Artmächtigkeiten erfolgte in Prozent der Teilfläche. Arten, mit einer Deckung von weniger als 1 % bekamen für die spätere statistische Auswertung den Deckungswert 0,5 % zugeordnet. Da die häufigste Art *Lecanora conizaeoides* oft sehr undeutlich abgrenzbare Krusten bildet, deren Deckung nur schwer zu schätzen ist, wurde bei der Schätzung der Deckungsgrade folgendermaßen vorgegangen: Zunächst wurde die Gesamtdeckung aller Arten auf der Teilfläche in 5 %-Schritten geschätzt, dann die Deckung der einzelnen Arten. Die Differenz zwischen der Deckung aller anderen Arten und der Gesamtdeckung wurde *Lecanora conizaeoides* zugewiesen. Die untersuchten Kryptogamenbestände sind nicht geschichtet, so daß die Summe der Deckungswerte der einzelnen Arten grundsätzlich mit der Gesamtdeckung identisch ist. Insgesamt wurden auf den 29 Untersuchungsflächen 3360 Teilflächen bearbeitet (420 Bäume mit je 8 Teilflächen).

Die pflanzensoziologischen Aufnahmen erfolgten nach der Methode von Braun-Blanquet. Die Aufnahmeflächen wurden unabhängig von den Teilflächen der Strukturuntersuchungen nach Homogenität des Flechtenbewuchses ausgewählt. Es wurde eine 8-teilige Abundanz-Dominanz-Skala verwendet (s. WIRTH 1972). Die Tabellenarbeit erfolgte mit dem von PEPPLER (1988) entwickelten Computerprogramm TAB. Die Aufnahmen wurden nach floristisch-soziologischen Kriterien geordnet. Die Nomenklatur der Flechten richtet sich nach WIRTH (1995b). Kritische Flechten-Exemplare wurden dünnschichtchromatographisch auf charakteristische Inhaltsstoffe hin untersucht (Methode nach CULBERSON & AMMAN 1979). Die Nomenklatur der Flechtengesellschaften und die Angaben zu Charakterarten richten sich nach DREHWALD (1993) und WIRTH (1995a).

3. Methoden der Auswertung und Statistische Testverfahren

Die Statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistik-Computerprogramm SAS (Version 6.04). Für die Frage nach dem Einfluß der Waldnutzung bzw. -struktur wurden als Untersuchungseinheiten die 500 m² großen Flächen gewählt. Diese 29 Werte der Untersuchungsflächen wurden mit der W-Statistik nach Shapiro & Wilk (SAS INSTITUTE 1987) auf Normalverteilung geprüft. Die Werte sind überwiegend nicht normalverteilt. Für die Prüfung der Daten wurde daher der nichtparametrische, d.h. verteilungsfreie H-Test (Kruskal-Wallis-Test) verwendet. Die Ergebnisse werden als signifikant betrachtet, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit $a < 0,05$ beträgt. Für die Einzelvergleiche wurde der Paarvergleich nach SCHAICH & HAMERLE (1984, zitiert in BORTZ et al. 1990, S. 230) verwendet.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die in den Tabellen und Abbildungen dargestellten Mittelwerte und Standardabweichung sollen lediglich der Beschreibung des Datenmaterials dienen, sie wurden nicht für die statistischen Berechnungen verwendet. Die Ergebnisse des Paarvergleichs sind in den Tabellen und Abbildungen mit Buchstaben angegeben; verschiedene Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede.

Mittlere Deckung pro Baum in den Strukturtypen

Bei dieser Fragestellung wurden alle Flechtenarten berücksichtigt, die auf mindestens zehn Untersuchungsflächen auftreten. Die Werte der Teilflächen jeder Untersuchungsfläche mußten zusammengefaßt werden, um einen Wert pro Untersuchungsfläche zu erhalten – die mittlere Deckung pro Baum (mD/B).

Sie wird nach folgender Formel berechnet:

$$mD/B = \frac{1}{8n} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{8} D_{ij}$$

n Anzahl Untersuchungsbäume der Untersuchungsfläche
8n Anzahl untersuchter Teilflächen der Untersuchungsfläche
D_{ij} Deckung einer Flechtenart auf der Teilfläche j von Baum i

Absolute Deckungen in den Strukturtypen

Die mittlere Deckung gibt den prozentualen Anteil einer Art an der zur Verfügung stehenden Substratfläche an. Die unterschiedliche Anzahl bearbeiteter Stämme pro Untersuchungsfläche und deren unterschiedliche Brusthöhendurchmesser bleiben dabei unberücksichtigt. Mit den absoluten Deckungswerten (D abs) soll daher geprüft werden, ob bei einem Vergleich der Untersuchungsflächen deren unterschiedliche Stammzahlen und Brusthöhendurchmesser eine Rolle spielen. Der absolute Deckungswert gibt an, wieviel cm² alle auf den Teilflächen einer Untersuchungsfläche vorkommenden Thalli einer Art nebeneinandergelegt bedecken würden. Er wurde nur für die häufigeren und mit mehr als 1 % Deckung auftretenden Flechtenarten berechnet. Dabei werden die Stammabschnitte der einfacheren Berechenbarkeit halber als Zylinder mit dem Umfang π x BHD und der Höhe 200 cm betrachtet. Die absolute Deckung errechnet sich nach der Formel:

$$D\,abs = \sum_{i=1}^{n} \frac{200\,\pi\,BHD_i}{800} \sum_{j=1}^{8} D_{ij}$$

D_{ij} Deckung einer Flechtenart auf der Teilfläche j von Baum i
n Anzahl Untersuchungsbäume der Untersuchungsfläche
BHD_i Brusthöhendurchmesser des Baumes i

Expositionen und Stammabschnitte

Die 19 häufigsten Flechtenarten (Vorkommen auf mindestens 45 Teilflächen) wurden auf ihre Standortsansprüche bezüglich Exposition und Stammhöhe untersucht. Für jede Art mußten die Teilflächenwerte so zusammengefaßt werden, daß man für jeden Untersuchungsbaum pro Flechtenart 6 Dekkungswerte erhält, je einen für die vier Expositionen und die zwei Stammabschnitte. Für die Auswertung der Exposition (Untersuchungseinheit = 1/4 Stammoberfläche) wurden also die jeweils in der selben Exposition übereinanderliegenden, für die Auswertung der Stammabschnitte (Untersuchungseinheit = 1/2 Stammoberfläche) die jeweils in der selben Höhe nebeneinanderliegenden Teilflächen zusammengefaßt.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Ergebnisse

1. Epiphytische Flechtengesellschaften (Tab. 1)

1.1. Hypogymnietea physodis Follmann 1974 (Aufn. 1–35)

Die Klassencharakterart *Hypogymnia physodes* trennt die *Hypogymnietea*-Gesellschaften von der zur Klasse der *Chrysotrichetea candelaris* gehörenden Assoziation *Chaenothecetum melanophaeae* ab.

1.1.1. Psoretum ostreatae Hilitzer 1925 (Aufn. 1–3)

Die einzige Assoziationscharakterart *Hypocenomyce scalaris* (Syn. *Psora ostreata*) ist zugleich dominante Art der Gesellschaft. Sie bildet ausgedehnte Lager. Die Aufnahme mit *Parmeliopsis ambigua* leitet zur *Alectorietalia*-Gesellschaft über. In den luftfeuchten Harzhochlagen kommen als Begleiter hygrophytische Flechtenarten wie *Cladonia digitata* und *Cladonia polydactyla* im *Psoretum* vor.

Im Untersuchungsgebiet kann die Gesellschaft in guter Ausprägung nur sehr vereinzelt, z. B. in den Femelwäldern unterhalb der Achtermannshöhe, nachgewiesen werden. Sie besiedelt die Stammbasen einiger mächtiger, frei- oder an Waldrändern stehender Fichten, also relativ lichtreiche, meist südwestexponierte Standorte. Die photophile und leicht xerophytische Assoziation gilt als typischer Stammfußverein.

1.1.2. Alectorietalia-Gesellschaft (Aufn. 4–23)

Es handelt sich hierbei um eine Basalgesellschaft, die gegenüber dem *Parmelietum furfuraceae* durch das Fehlen der Artengruppe aus *Pseudevernia furfuracea* (der Assoziationscharakterart des *Parmelietum furfuraceae*) und *Bryoria fuscescens* gekennzeichnet ist. Die Ordnungscharakterarten der *Alectorietalia, Platismatia glauca* und *Parmeliopsis ambigua,* treten aber mit hoher Stetigkeit auf. Es lassen sich drei Varianten unterscheiden, die Typische Variante, die *Parmeliopsis hyperopta-Vulpicida pinastri*-Variante und die *Mycoblastus fucatus-Lecanora symmicta*-Variante. Letztere wird zusammen mit der *Mycoblastus fucatus-Lecanora symmicta*-Variante des *Parmelietum furfuraceae* beschrieben.

Parmeliopsis hyperopta-Vulpicida pinastri-Variante (Aufn. 14–18)

Diese Variante ist gegenüber der Typischen Variante (Aufn. 4–13) gekennzeichnet durch das Auftreten der Verbandscharakterart *Vulpicida pinastri* (Verband *Cetrarion pinastri* Ochsner 1928, Ordnung *Alectorietalia*) und *Parmeliopsis hyperopta,* einer Assoziationscharakterart des *Parmeliopsidetum ambiguae* (WIRTH 1995a). Als weitere Charakterart dieser Assoziation nennt DREHWALD (1993) *Parmeliopsis ambigua,* die im Hochharz jedoch auch hochstet in der *Alectorietalia*-Gesellschaft und im *Parmelietum furfuraceae* vorkommt und deshalb nicht zur Abgrenzung des *Parmeliopsidetum ambiguae* herangezogen werden kann. *Vulpicida pinastri* und *Parmeliopsis hyperopta* sind in den Untersuchungsgebieten so selten, daß sie sich ebenfalls nicht als Differenzialarten dieser Gesellschaft eignen. Die Aufnahmen werden daher nicht als *Parmeliopsidetum ambiguae,* sondern lediglich als Variante der *Alectorietalia*-Gesellschaft eingestuft. Die Variante wird weiterhin gekennzeichnet durch das Auftreten der vorwiegend die Stammbasis besiedelnden Art *Micarea botryoides.* Diese ist insgesamt in den Aufnahmen selten, zeigt aber einen Schwerpunkt in der *Parmeliopsis hyperopta-Vulpicida pinastri*-Variante.

Da die Lichtverhältnisse innerhalb der Bestände am Stamm für *Pseudevernia furfuracea* ungünstig sind, stellt die *Alectorietalia*-Gesellschaft ein Dauerstadium dar. Bei verbesserten Lichtverhältnissen könnte sich *Pseudevernia furfuracea* auch am Stamm häufiger ansiedeln und die *Alectorietalia*-Gesellschaft in ein *Parmelietum furfuraceae* übergehen. Die *Alectorietalia*-Gesellschaft wurde in den Untersuchungsgebieten vor allem in den Femelwäldern

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 1: Epiphytische Flechtengesellschaften

A *Hypogymnietea physodis*

1 *Psoretum ostreatae*

2 *Alectorietalia*-Gesellschaft
- 2a Typische Variante
- 2b *Parmeliopsis hyperopta*-*Vulpicida pinastri*-Variante
- 2c *Mycoblastus fucatus*-*Lecanora symmicta*-Variante

Einheit	A																	
	1			2														
				2a										2b				
laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Höhe ü. NN	790	790	740	740	750	790	740	740	740	740	790	790	790	830	840	840	830	850
Strukturtyp	F	F	WR	AF	AF	F	AF	WR	WR	AF	F	F	F	AF	AF	AF	AF	UG
Abteilungsnummer	353	353	394	394	443	353	394	394	437	394	353	353	353	358	358	358	358	315
Aufnahmefläche, Höhe	9,7	4,5	6,1	8,5	4,6	17	10	8,4	11	14	15	16	9,2	1,2	3,6	0,8	1,4	3,3
über dem Boden [dm]	-13	-7,5	-8,6	-16	-8,2	-19	-20	-19	-21	-17	-18	-20	-14	-3,7	-5,5	-4,3	-3,9	5,8
Breite Aufnahmefläche [dm]	2,2	1,8	2,5	2,5	2,7	2,5	3,5	3	3,5	3,5	2	2	3,2	2,5	2,3	2	2,5	2,5
Brusthöhendurchmesser [cm]	66	86	53	53	36	53	45	50	58	58	63	60	72	43	33	35	44	46
Exposition am Stamm	ssw	ssw	nw	nw	ssw	nw	w	wnw	nnw	n	wnw	wnw	nw	sw	sw	ssw	w	sw
Gesamtdeckung [%]	90	95	30	20	45	60	65	50	50	65	60	40	85	35	50	65	50	75
Neigung [°]	5	0	5	5	10	10	5	5	10	5	10	10	10	0	5	5	0	0
Artenzahl	3	4	6	9	8	6	5	7	7	4	7	7	7	8	8	8	8	6
Hypogymnietea:																		
KC Hypogymnia physodes	2b	1	+	1	3	+	2a	1	1	3	2a	2a	2a	1	3	2a	2a	r
Psoretum ostreatae:																		
AC Hypocenomyce scalaris	5	5	2b	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alectorietalia:																		
OC Parmeliopsis ambigua	.	.	1	1	1	.	+	1	r	.	1	1	1	1	1	1	2a	+
OC Platismatia glauca	.	.	.	2a	.	+	r	2b	3	2a	2b	2a	2a	.	2a	+	1	.
Parmelietum furfuraceae:																		
AC Pseudevernia furfuracea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
OC/D3 Bryoria fuscescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chaenothecetum melanophaeae:																		
AC Chaenotheca ferruginea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D4 Hypocenomyce caradocensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d Variante 2b:																		
Vulpicida pinastri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	1	.
Parmeliopsis hyperopta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
Micarea botryoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2a	1	.
d Variante 2c, 3a:																		
Mycoblastus fucatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Lecanora symmicta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Begleiter:																		
Lecanora conizaeoides	.	.	.	1	2a	4	3	2a	1	2a	2b	2b	2a	3	2a	2b	1	3
Lepraria jackii	.	.	1	1	+	1	1	2a	1	2a	1	1	1	.	.	.	.	.
Cladonia digitata	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	4	1	.	.	1	3
Cladonia polydactyla	1	+	1	2a	.	1	.	2a	.	.	2b	1	2a	.	.	+	.	.
Cladonia pyxidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2b	3	1
Cetraria chlorophylla	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Parmelia saxatilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia coniocrea	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Placynthiella icmalea	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia spec.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Trapeliopsis flexuosa	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mycoblastus sanguinarius	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypogymnia tubulosa	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Micarea prasina	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Abkürzungen: F Femelwald; AF Altersklassenforst; UG ungenutzter Bestand; WR Wegrand

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

3 *Parmelietum furfuraceae*
3a *Mycoblastus fucatus* - *Lecanora symmicta*-Variante
3b Typische Variante

B ***Chrysotrichetea candelaris***
4 *Chaenothecetum melanophaeae*

A																B					
2					3											4					
2c					3a						3b										
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
790	750	790	750	830	790	790	830	830	790	840	800	740	800	830	830	840	790	790	790	790	770	770
F	F	F	F	WR	F	F	WR	WR	F	AF	WR	WR	WR	WR	UG	AF	F	F	F	F	F	AF
353	443	353	443	358	353	353	357	358	353	358	357	397	357	358	315	358	353	353	354	354	512	512
8,2	6,6	13	9,5	4	11	14	8	14	6,1	7	4,4	9,5	9,3	9,1		7,1	7,2	12	11	12	5	13
-13	-15	-17	-14	-8	-14	-17	-12	-17	-11	-16	-9,9	-16	5	-14	3,5	-13	-16	-17	-15	-14	-8,5	-17
2,6	3,3	2	3,6	2	2	3	2	2,5	2,7	2,2	1,8	3,5	0,5	3	2,5	3,4	1,4	2,4	2	3,4	2,5	2,5
70	40	76	59	35	60	59	35	50	63	41	26	47	Ast	48	-	45	79	71	53	53	63	62
nw	w	nw	w	w	wnw	n	w	n	nnw	wnw	wsw	sw	wsw	w	-	wnw	nnw	no	no	no	no	no
75	60	60	60	40	55	75	45	25	60	65	50	70	65	50	65	50	25	40	20	20	40	40
10	5	10	5	0	10	5	0	0	10	5	0	10	60	0	-	5	0	5	0	0	0	0
8	6	9	9	5	8	11	8	9	9	11	5	5	6	6	10	9	5	3	3	3	3	3
2a	2a	1	1	1	2a	+	+	2a	1	2b	2b	1	3	2b	2b	3	+	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
r	.	1	1	2a	.	.	1	+	1	1	2b	1	2a	1	3	+	.	.	.	.	.	.
1	2b	1	2b	.	r	2a	+	+	2b	1	1	.	2a	1	1	1	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	+	1	+	r	r	+	r	4	2b	1	1	1	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1	+	+	.	1	.	.	1	1	+	1	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	2b	1	3	3
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	2a	2a	2a
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
1	1	+	1	2a	2a	+	2b	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	r	1	2a	.	.	1	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2a	2b	4	2b	2b	2b	2a	2b	1	2b	3	2a	1	1	1	2a	2a	+	2a	2a	2b	1	1
1	1	1	+	.	1	2a	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
3	.	.	1	.	2b	1	.	.	2a	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
2b	.	1	1	.	1	+	.	r	1	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

unterhalb der Achtermannshöhe gefunden. In Altersklassenforsten tritt sie nur sehr selten und nur an exponiert stehenden Stämmen auf. Die Gesellschaft besiedelt überwiegend westexponierte Standorte. Sie ist meist auf Fichten größeren Durchmessers anzutreffen. Die Typische Variante der *Alectorietalia*-Gesellschaft siedelt im Mittelstammbereich, die *Parmeliopsis hyperopta-Vulpicida pinastri*-Variante tritt an der Stammbasis auf. Im Hochharz wurde die *Parmeliopsis hyperopta-Vulpicida pinastri*-Variante nur in den Altersklassenforsten am Südwesthang der Achtermannshöhe sowie in den ungenutzten Beständen beobachtet. Die *Mycoblastus fucatus-Lecanora symmicta*-Variante ist ebenfalls am Südwesthang der Achtermannshöhe anzutreffen und in den Femelwäldern.

1.1.3. Parmelietum furfuraceae Hilitzer 1925 (Aufn. 24–35)

Die lichtliebende Charakterart der Assoziation, *Pseudevernia furfuracea* (Syn. *Parmelia furfuracea*) trennt gemeinsam mit der Ordnungscharakterart *Bryoria fuscescens* das *Parmelietum furfuraceae* gegen die *Alectorietalia*-Gesellschaft ab. Hohe Stetigkeiten in dieser Flechtengesellschaft erreichen auch die Klassencharakterart *Hypogymnia physodes* sowie die Ordnungscharakterarten *Platismatia glauca* und *Parmeliopsis ambigua.* Die Aufnahmen können aufgrund des Auftretens von *Parmeliopsis ambigua* in den Beständen größtenteils der Subassoziation *Parmelietum furfuraceae parmeliopsidetosum ambiguae* (Aufn. 26–35) zugeordnet werden. *Parmeliopsis ambigua* fehlt lediglich in den Aufnahmen Nr. 24 und 25; diese Bestände entsprechen dem *Parmelietum furfuraceae typicum* (s. DREHWALD 1993). Das *Parmelietum furfuraceae* läßt sich in zwei Varianten untergliedern.

Mycoblastus fucatus-Lecanora symmicta-Variante

(Aufn. 30–35 und Aufn. 19–23 der *Alectorietalia*-Gesellschaft)

Gegenüber der Typischen Variante (Aufn. 24–29) ist die *Mycoblastus fucatus-Lecanora symmicta*-Variante durch das Auftreten der Krustenflechten *Mycoblastus fucatus* und *Lecanora symmicta* gekennzeichnet. Diese Variante wird hier erstmals beschrieben. Sie stellt eine Besonderheit dar und ist vor allem auf randlich stehenden Fichten des Südwesthanges der Achtermannshöhe zu beobachten: dort kommen *Mycoblastus fucatus* und *Lecanora symmicta* in auffallend hoher Deckung vor. In der Regel trifft man von diesen Arten nur stellenweise einzelne Exemplare an. In seltenen Fällen jedoch werden sie kleinflächig in Beständen, die nach ihrer sonstigen Artzusammensetzung dem *Parmelietum furfuraceae* und der *Alectorietalia*-Gesellschaft zuzuordnen sind, dominierend. Die betreffenden Trägerbäume stehen randlich, die Stämme erhalten relativ viel Licht. Die Standorte der Variante liegen meist westexponiert, wobei im Gegensatz zur Typischen Variante des *Parmelietum* keine südwestexponierten Standorte unter den betreffenden Aufnahmen zu finden sind.

Nach BARKMAN (1958) ist das *Parmelietum furfuraceae parmeliopsidetosum ambiguae* relativ hygrophytisch und ist daher im Gegensatz zum *Parmelietum furfuraceae typicum* in Niedersachsen vor allem in den höheren, niederschlagsreicheren Lagen des Harzes anzutreffen (DREHWALD 1993). Das *Parmelietum furfuraceae* des Hochharzes ist weitgehend auf randlich stehende Bäume beschränkt. In den Untersuchungsgebieten kommt die Gesellschaft an den Stämmen fast ausschließlich nur in den Femelwäldern und den lichten Altersklassenforsten am Südwesthang der Achtermannshöhe vor. In dichten Beständen verhindert dagegen ein stark verschlechterter Licht- und Wassergenuß die Ausbildung eines solchen Flechtenbewuchses. Diese ombrophile Assoziation stellt hohe Ansprüche an Luftfeuchtigkeit und Regenzufuhr und ist in der Regel auf die Regenseite der Stämme beschränkt (BARKMAN 1958). Sie konzentriert sich daher im Beobachtungsgebiet auf die Westseite (Wetterseite) der Stämme. Die Gesellschaft tritt bevorzugt im Mittelstammbereich, auf Ästen und in der Baumkrone auf.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

1.2. Chrysotrichetea candelaris Wirth 1980

Den Beständen dieser Klasse fehlen weitgehend die *Hypogymnietea*-Klassencharakterart *Hypogymnia physodes* sowie Arten der *Alectorietalia*-Gesellschaft bzw. des *Parmelietum furfuraceae.* Eigene Charakterarten der *Chrysotrichetea candelaris* kommen in den vorliegenden Aufnahmen nicht vor. Im Gebiet tritt nur die folgende Assoziation auf:

Chaenothecetum melanophaeae Barkman 1958 (Aufn. 36–41)

Beim *Chaenothecetum melanophaeae* handelt es sich um sehr artenarme, in der Regel ausschließlich aus Krustenflechten aufgebaute Bestände. Assoziationscharakterart ist *Chaenotheca ferruginea* (Syn. *Chaenotheca melanophaea*), die stellenweise kleinflächig auf den Stämmen zur dominierenden Art wird. Typische Arten des Verbandes *Calicion hyperelli* Cern. & Hadac in Klika & Hadac 1944 fehlen. Bemerkenswert ist, daß im Hochharz fast stets *Hypocenomyce caradocensis* dem *Chaenothecetum melanophaeae* beigemischt ist. *Hypocenomyce caradocensis* und *Chaenotheca ferruginea* scheinen im Hochharz ähnliche Standortsansprüche zu haben. Sie teilen sich die geeigneten Stammoberflächen: *Chaenotheca* siedelt in Borkenrissen, *Hypocenomyce* dagegen mehr auf den Borkenleisten. Als Differenzialarten trennen sie die Gesellschaft von den *Hypogymnietea*-Gesellschaften ab.

Die Gesellschaft tritt in der Regel an der Stammbasis auf, durchschnittlich zwischen 0,5 und 1,7 m über dem Boden (BARKMAN 1958, WILMANNS 1965/66). Im Hochharz bevorzugt sie den Stammabschnitt von etwa 1,0 bis 1,5 m Höhe. Nur dickstämmige Fichten weisen eine Borke mit genügend tiefen Rissen auf und bieten so dem *Chaenothecetum melanophaeae* geeignete Habitate. Diese anombrophytische Gesellschaft (BARKMAN 1958) tritt in den Untersuchungsgebieten fast ausschließlich an der regengeschützten Nordostseite auf. Andere Expositionen besiedelt sie nur, wenn herabhängende Äste den Regen abhalten oder der Stamm nach Westen hin geneigt und die Wetterseite somit ebenfalls regengeschützt ist. Das *Chaenothecetum melanophaeae* gilt als Gesellschaft von dauerhaftem Charakter (BARKMAN 1958). Im Hochharz ist die Gesellschaft fast ausschließlich in Femelwäldern und ungenutzten Beständen anzutreffen, in denen sie günstige Lichtverhältnisse und dickstämmige Fichten als geeignetes Substrat vorfindet.

1.3. Weitere, nicht bearbeitete Flechtengesellschaften der Untersuchungsgebiete

Außer den in dieser Arbeit beschriebenen Flechtengesellschaften kommt in den Untersuchungsgebieten, vor allem in den Altersklassenforsten, das *Lecanoretum pityreae* Barkman 1958 vor, eine extrem artenarme Assoziation, die häufig nur aus *Lecanora conizaeoides* (Syn. *Lecanora pityrea*), der Charakterart der Gesellschaft, besteht. An der Stammbasis einiger Fichten in strukturreicheren, lichten Beständen treten Kryptogamengemeinschaften auf, die nach ihrer Artenzusammensetzung der Klasse der *Cladonio-Lepidozietea reptantis* Jezek & Vondracek 1962 zugerechnet werden können.

2. Einfluß des Strukturtyps auf die epiphytische Kryptogamenflora

2.1. Mittlere Artenzahlen (Abb. 3)

Einige der Flechtenarten finden sich, und sei es nur als Kümmerexemplare, auf fast allen Untersuchungsflächen. Daher zeigen die Artenzahlen insgesamt nur relativ geringe Unterschiede. Die höchste mittlere Artenzahl weist der Strukturtyp UG auf. Sein Mittelwert von 19,6 ist signifikant höher als der Wert der Altersklassenforste (mAZ 15,1) und deutlich, wenn auch nicht signifikant höher als der Wert der Femelwälder (mAZ 16,3). Die geringsten Artenzahlen finden sich in den jüngsten und dichtesten Altersklassenforsten und in älteren, besonders strukturarmen Beständen mit dicht stehenden Stämmen. Abgelegene, weniger intensiv genutzte Altersklassenforsten sind artenreicher.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

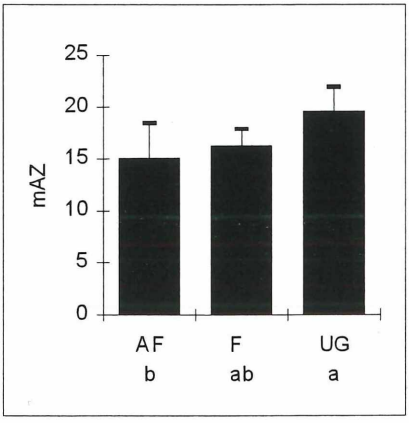


Abb. 3: Mittlere Artenzahlen der Flechten in den Strukturtypen

2.2. Gesamtdeckungen und Stetigkeiten der Flechten

Gesamtdeckung der Flechten (Abb. 4)

Bei der Gesamtdeckung aller Flechtenarten sind zwischen den verschiedenen Strukturtypen keine Unterschiede erkennbar. Die mittlere Deckung beträgt in allen drei Strukturtypen durchschnittlich rund 45 %. Ursache dafür ist die auf allen Flächen dominierende Krustenflechte *Lecanora conizaeoides,* die in der Regel so hohe Deckungen erreicht, daß sie die Gesamtdeckung bestimmt. Bei der absoluten Deckung sind Unterschiede zwischen den Strukturtypen erkennbar. Bei gleicher Gesamtdeckung wirkt sich die höhere Stammzahl der Altersklassenforsten gegenüber den Femelwäldern und ungenutzten Beständen offensichtlich stärker aus als die größeren Brusthöhendurchmesser und somit größeren Stammflächen der anderen beiden Strukturtypen. Allerdings ist nur der Unterschied zwischen Altersklassenforst und Femelwald signifikant. Femelwälder und ungenutzte Bestände unterscheiden sich kaum.

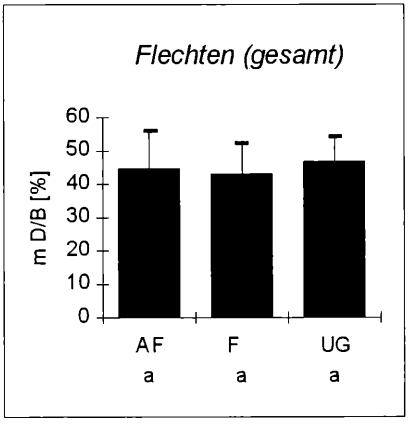
Deckung ohne *Lecanora conizaeoides* (Abb. 5)

Im Gegensatz zu den Gesamtdeckungen ist bei der Deckung aller Flechten ohne *Lecanora conizaeoides* ein signifikanter Unterschied zwischen den Altersklassenforsten und den Femelwäldern erkennbar, wobei die Femelwälder den höchsten mittleren Deckungswert erreichen. Die ungenutzten Bestände unterscheiden sich ebenfalls deutlich, wenn auch nicht signifikant, von den beiden anderen Strukturtypen. Sie liegen bezüglich der Deckung ohne *Lecanora conizaeoides* zwischen Altersklassenforsten und Femelwäldern. Das Ergebnis der absoluten Deckung gleicht dem der mittleren Deckung pro Baum. Dies bedeutet, daß die gegenüber den anderen Strukturtypen höhere Baumzahl je Untersuchungsfläche den geringen Wert der Altersklassenforste nicht verändert.

Stetigkeiten der Flechten (Tab. 2)

Wenige der gefundenen Flechten beschränken sich auf einen Strukturtyp. So treten nur drei Arten ausschließlich im Typ AF, keine Art ausschließlich im Typ F, dagegen aber immerhin fünf Arten ausschließlich im Typ UG auf. Von diesen nur im Typ UG auftretenden Arten stehen vier in Niedersachsen auf der Roten Liste: *Hypogymnia farinacea, Chaenotheca chrysocephala, Chaenatheca brunneola* und *Calicium viride* (HAUCK 1992). Zwei Flechten kommen nur in den vertikal strukturierten Femelwäldern und ungenutzten Beständen vor. Die meisten Flechten wurden in allen drei bearbeiteten Strukturtypen angetroffen, jedoch oft mit beträchtlichen Unterschieden bezüglich ihrer Deckung.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at



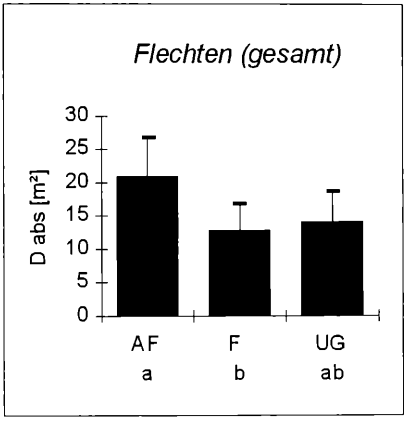
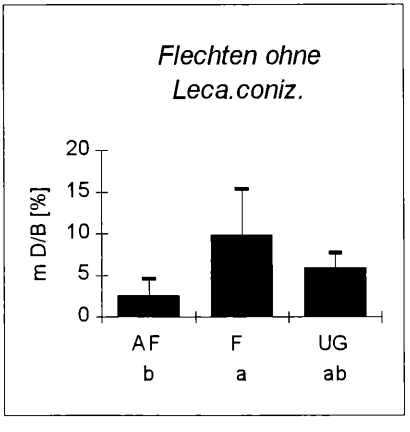


Abb. 4: Mittlere und absolute Deckung der Flechten



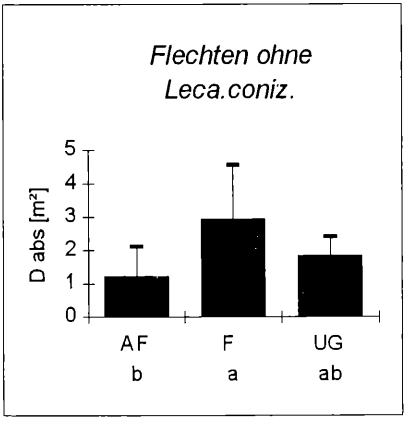


Abb. 5: Mittlere und absolute Deckung der Flechten ohne *Lecanora conizaeoides*

2.3. Deckung der einzelnen Flechtenarten (Tab. 3 und 4, Abb. 6)

Von den insgesamt 21 bei der Fragestellung nach dem Einfluß der Waldstruktur untersuchten Flechtenarten verhielten sich 11 bezüglich der Bestandesstruktur indifferent, d.h. es waren keine signifikanten Unterschiede nachweisbar. 3 treten mit höherer mittlerer Dekkung in Altersklassenforsten, 5 mit höherer mittlerer Deckung in Femelwäldern und 2 Arten mit höherer mittlerer Deckung in ungenutzten Beständen auf.

Flechtenarten mit Schwerpunkt in Femelwäldern

Die beiden hochstet auf den Untersuchungsflächen auftretenden Becherflechten *Cladonia digitata* und *Cladonia polydactyla* zeigen sowohl bei der mittleren als auch bei der absoluten Deckung in den Femelbeständen signifikant höhere Werte als in den Altersklassenforsten. Bei *Cladonia digitata* ist darüber hinaus auch der Unterschied zwischen dem mittleren Deckungswert in Femeln und dem geringeren mittleren Deckungswert in ungenutzten

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 2: Prozentuale Stetigkeiten der Flechtenarten in den Strukturtypen

	F	UG	AF		F	UG	AF
Cladonia digitata	100	100	100	Cladonia spec.	0	40	83
Hypogymnia physodes	100	100	100	Bryoria fuscescens	33	60	17
Lecanora conizaeoides	100	100	100	Cladonia coniocraea	8	20	50
Lepraria jackii	100	100	100	Trapeliopsis flexuosa	25	20	33
Parmeliopsis ambigua	100	100	100	Parmeliopsis hyperopta	0	60	17
Micarea botryoides	92	100	100	Mycoblastus sanguinarius	8	60	0
Cladonia pyxidata	92	100	92	Chaenotheca brunneola	0	40	0
Cladonia polydactyla	100	100	83	Lepraria spec.	8	0	25
Hypocenomyce caradocensis	100	100	58	Parmelia saxatilis	8	20	0
Placynthiella icmalea	83	100	75	Micarea lignaria	17	0	8
Hypocenomyce scalaris	100	100	25	Chaenotheca chrysocephala	0	20	0
Micarea prasina	92	40	92	Chaenotheca spec.	0	20	0
Chaenotheca ferruginea	83	100	50	Calicium viride	0	20	0
Pseudevernia furfuracea	83	100	50	Hypogymnia farinacea	0	20	0
Mycoblastus fucatus	67	80	50	Vulpicida pinastri	0	0	17
Platismatia glauca	50	80	50	Cladonia squamosa	8	0	8
Lecanora symmicta	33	80	42	Cetraria chlorophylla	0	0	8
Lepraria elobata	42	40	58	Dimerella pineti	0	0	8

Beständen signifikant. Zu bemerken ist, daß beide Arten fast ausschließlich nur in den Femelwäldern reichlich fruchten; in den anderen Strukturtypen sind häufig nur die Grundschuppen ausgebildet. Eine weitere in den Untersuchungsgebieten hochstete Art ist *Lepraria jackii,* die ebenfalls in den Femelwäldern einen signifikant höheren mittleren Deckungswert aufweist als in den Altersklassenforsten. Bei den absoluten Deckungswerten der Art konnten, obwohl auch hier der Wert der Femelbestände deutlich höher liegt als in den beiden anderen Strukturtypen, keine Signifikanzen gefunden werden. Die beiden Krustenflechten *Hypocenomyce caradocensis* und *Hypocenomyce scalaris* zeigen schon bei der Betrachtung der Stetigkeiten in den Altersklassenforsten wesentlich geringere Werte als in den reicher strukturierten Beständen. Sowohl bei der mittleren als auch bei der absoluten Deckung liegen die Werte in den Femelwäldern signifikant höher als in den Altersklassenforsten, während die ungenutzten Bestände zwar deutliche, aber nicht signifikant niedrigere Werte gegenüber den Femeln aufweisen.

Flechtenarten mit Schwerpunkt in ungenutzten Beständen

Bei den Flechtenarten *Chaenotheca ferruginea* und *Pseudevernia furfuracea* zeigt sich sowohl bei den Stetigkeiten als auch bei der mittleren Deckung ein schwerpunktmäßiges Auftreten in ungenutzten Beständen. Ihre mittleren Deckungswerte sind dort signifikant höher als in den Altersklassenforsten. Die Femelbestände nehmen bei beiden Arten eine Mittelstellung ein. Der signifikante Unterschied zwischen den Strukturtypen UG und AF wird bei *Chaenotheca ferruginea* auch bei den absoluten Deckungswerten sichtbar.

Flechtenarten mit Schwerpunkt in Altersklassenforsten

Cladonia pyxidata und *Micarea botryoides* zählen zwar zu den auf allen untersuchten Flächen häufigen Arten, treten jedoch in den Altersklassenforsten mit einer deutlich höheren mittleren und absoluten Deckung auf. Bei *Micarea botryoides* ist der Schwerpunkt des Auftretens in den strukturarmen Altersklassenforsten am auffallendsten: beide Unterschiede,

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 3: Mittlere Deckungen der Flechtenarten in den Strukturtypen [%]
Mittelwerte mit Angabe der Standardabweichungen und Signifikanzen

	F		UG		AF	
Cladonia digitata	4,07 ± 2,10	a	2,95 ± 1,25	a	0,57 ± 0,69	b
Cladonia polydactyla	2,57 ± 2,44	a	0,79 ± 0,35	ab	0,27 ± 0,40	b
Hypocenomyce caradoc.	1,08 ± 0,85	a	0,30 ± 0,25	ab	0,32 ± 0,67	b
Hypocenomyce scalaris	0,69 ± 0,96	a	0,11 ± 0,20	ab	0,01 ± 0,03	b
Lepraria jackii	0,66 ± 0,54	a	0,26 ± 0,12	ab	0,17 ± 0,10	b
Chaenotheca ferruginea	0,12 ± 0,12	ab	0,44 ± 0,41	a	0,06 ± 0,17	b
Pseudevernia furfuracea	0,01 ± 0,01	ab	0,03 ± 0,03	a	0,01 ± 0,01	b
Cladonia pyxidata	0,08 ± 0,10	b	0,12 ± 0,08	ab	0,37 ± 0,33	a
Micarea botryoides	0,08 ± 0,08	b	0,06 ± 0,03	b	0,29 ± 0,21	a
Micarea prasina	0,06 ± 0,05	ab	<0,01 ± 0,00	b	0,06 ± 0,05	a
Bryoria fuscescens	<0,01 ± 0,01	a	<0,01 ± 0,00	a	<0,01 ± 0,00	a
Cladonia coniocraea	<0,01 ± 0,00	a	<0,01 ± 0,01	a	0,02 ± 0,03	a
Hypogymnia physodes	0,77 ± 0,71	a	1,35 ± 0,75	a	0,69 ± 0,88	a
Lecanora conizaeoides	33,71 ± 13,42	a	41,08 ± 7,97	a	42,19 ± 12,36	a
Lecanora symmicta	0,01 ± 0,02	a	0,01 ± 0,00	a	0,01 ± 0,01	a
Lepraria elobata	0,01 ± 0,01	a	<0,01 ± 0,00	a	0,05 ± 0,15	a
Mycoblastus fucatus	0,02 ± 0,02	a	0,02 ± 0,02	a	0,01 ± 0,01	a
Parmeliopsis ambigua	0,09 ± 0,06	a	0,09 ± 0,06	a	0,07 ± 0,09	a
Placynthiella icmalea	0,06 ± 0,07	a	0,09 ± 0,15	a	0,05 ± 0,08	a
Platismatia glauca	0,08 ± 0,19	a	0,05 ± 0,06	a	0,04 ± 0,08	a
Trapeliopsis flexuosa	<0,01 ± 0,00	a	<0,01 ± 0,00	a	<0,01 ± 0,00	a

Tab. 4: Absolute Deckungen der Flechtenarten in den Strukturtypen [cm²]
Mittelwerte mit Angabe der Standardabweichungen und Signifikanzen

	F		UG		AF	
Cladonia digitata	12471,3 ± 7201,2	a	8863,0 ± 3113,4	ab	2596,4 ± 3124,5	b
Cladonia polydactyla	7373,5 ± 6277,4	a	2621,7 ± 1229,5	ab	1239,2 ± 1893,4	b
Hypocenomyce caradoc.	3076,1 ± 2243,6	a	858,4 ± 580,7	ab	1414,6 ± 3007,5	b
Hypocenomyce scalaris	2182,8 ± 3111,0	a	384,8 ± 676,9	ab	41,9 ± 104,0	b
Chaenotheca ferruginea	377,3 ± 377,5	ab	1407,0 ± 1169,9	a	324,9 ± 971,2	b
Cladonia pyxidata	236,5 ± 280,5	b	390,0 ± 308,4	ab	1765,6 ± 1544,1	a
Lecanora conizaeoides	100212,8 ± 49733,8	b	122690,7 ± 45236,2	ab	198812,2 ± 59699,1	a
Micarea botryoides	251,0 ± 271,5	b	203,7 ± 166,2	b	1385,5 ± 1061,6	a
Micarea prasina	168,2 ± 177,7	ab	10,5 ± 14,6	b	285,3 ± 253,4	a
Hypogymnia physodes	2301,7 ± 2273,1	a	4399,2 ± 3033,7	a	3394,9 ± 4462,7	a
Lepraria elobata	28,1 ± 44,7	a	6,8 ± 9,3	a	223,7 ± 700,9	a
Lepraria jackii	1978,9 ± 1600,2	a	843,3 ± 428,5	a	790,3 ± 546,7	a
Parmeliopsis ambigua	292,0 ± 216,2	a	317,8 ± 256,5	a	334,7 ± 450,9	a
Placynthiella icmalea	175,3 ± 232,7	a	242,3 ± 334,3	a	246,3 ± 377,0	a
Platismatia glauca	208,2 ± 535,9	a	145,5 ± 199,8	a	185,1 ± 396,4	a

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

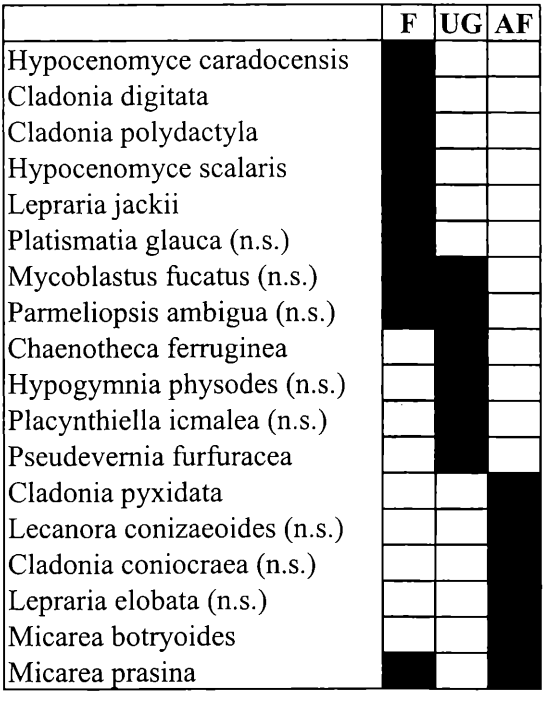


Abb. 6: Mittlere Deckung der häufigeren Flechtenarten in den Strukturtypen. Je dunkler das Kästchen desto höher der Wert.
n.s.: bei dieser Art keine signifikanten Unterschiede festgestellt

AF/F und AF/UG, sind signifikant. *Micarea prasina,* die dritte für Altersklassenforste typische Art, weist einen deutlichen Unterschied zwischen den Strukturtypen AF und UG auf und zwar nicht nur bei den Deckungswerten sondern auch bei den Stetigkeiten.

Flechtenarten, die sich indifferent verhalten

Unter den Arten, die sich bezüglich des Strukturtyps indifferent verhalten, finden sich die in den Untersuchungsgebieten häufigen bis sehr häufigen Arten *Hypogymnia physodes, Lecanora conizaeoides, Parmeliopsis ambigua* und *Placynthiella icmalea.* Die Untersuchung ihres Datenmaterials ließ bei den Deckungen keine signifikanten Unterschiede erkennen. Lediglich bei *Lecanora conizaeoides* zeigt sich bei der absoluten Deckung ein signifikanter Unterschied zwischen einem höheren Wert in den Altersklassenforsten und einem geringeren in den Femelwäldern. Die Flächen, die von den Lagern dieser Krustenflechte bedeckt werden, sind beachtlich: in den Altersklassenforsten beansprucht sie durchschnittlich knapp 20 m² pro Untersuchungsfläche.

Im Gegensatz dazu stehen einige mit geringer Stetigkeit und/oder geringer Deckung auftretende Flechten, deren Datenmaterial für eine statistische Auswertung ungenügend ist. Dazu zählen *Bryoria fuscescens, Cladonia coniocraea, Lecanora symmicta, Lepraria elobata, Mycoblastus fucatus, Platismatia glauca* und *Trapeliopsis flexuosa.*

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

3. Abhängigkeit der Flechtenvorkommen von Exposition und Stammabschnitt

3.1. Abhängigkeit von der Exposition (Tab. 5 und 6)

Im folgenden Abschnitt werden die Flechtenarten geordnet nach der Exposition besprochen, in der sie ihren höchsten Mittelwert erreichen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Mittelwerten sind jedoch nicht immer signifikant. Die Signifikanzen können Tabelle 6 entnommen werden.

Flechtenarten, die ihre höchste mittlere Deckung auf der Wetterseite, also im Nordwesten bzw. Südwesten erreichen

Sechs Flechtenarten erreichen ihre höchste mittlere Deckung auf den nordwestexponierten Stammseiten: *Cladonia digitata, Cladonia polydactyla, Lepraria jackii, Micarea botryoides, Micarea prasina* und *Placynthiella icmalea*. Bis auf *Placynthiella icmalea* bevorzugen alle Arten dieser Gruppe bezüglich Deckung und Stetigkeit die beiden Westseiten. Die *Micarea*-Arten kommen besonders auf der Nordwestseite mit hoher Stetigkeit vor, die beiden Cladonien, sowie *Lepraria jackii* im Nordwesten und im Südwesten. Ebenfalls sechs Flechtenarten kommen auf den Südwestseiten mit der höchsten mittleren Deckung vor: *Cladonia pyxidata, Hypogymnia physodes, Lecanora symmicta, Mycoblastus fucatus, Parmeliopsis ambigua* und *Platismatia glauca. Lecanora symmicta* erreicht im Südwesten sogar einen Dekkungswert der signifikant höher ist als alle Werte der anderen Expositionen. *Parmeliopsis ambigua* siedelt bevorzugt auf der besonnten Stammhälfte und erreicht ihren zweithöchsten Deckungswert im Südosten, während sie auf der schattigen und relativ wenig beregneten Nordostseite ihren signifikant geringsten Wert aufweist. Alle diese Arten haben auf den Südwestseiten ihren höchsten Stetigkeitswert.

Flechtenarten, die ihre höchste mittlere Deckung auf der windgeschützteren Stammhälfte im Nordosten und Südosten erreichen

Auf der geschützteren Stammhälfte treten deutlich weniger Flechtenarten schwerpunktmäßig auf als auf der westexponierten Wetterseite. Immerhin vier Arten weisen jedoch ihren höchsten mittleren Deckungswert auf der schattigen und relativ trockenen Nordostseite auf. Signifikant sind die Unterschiede zwischen der Nordostseite und den anderen Stammseiten bei *Chaenotheca ferruginea* und *Hypocenomyce caradocensis.* Beide Arten treten auf der Nordostseite mit deutlich höherer Stetigkeit auf, als auf den anderen Stammseiten. Auf den Südostseiten finden nur drei Flechtenarten geeignete Bedingungen vor: *Hypocenomyce scalaris, Lecanora conizaeoides* und *Pseudevernia furfuracea.* Signifikant sind bei den ersten beiden Arten jeweils die Unterschiede in der mittleren Deckung zwischen den nordexponierten, weniger besiedelten und den südexponierten, dichter besiedelten Flächen. Signifikante Unterschiede zeigen sich bei *Lecanora conizaeoides* und *Pseudevernia furfuracea* dagegen nicht. Ihre höchsten Stetigkeitswerte hat *Pseudevernia* wie *Hypocenomyce scalaris* auf den südexponierten Stammflächen.

3.2. Abhängigkeit von der Höhe am Stamm (Tab. 5 und 7)

Typische Bewohner der Stammbasis

Im Gebiet erreichen 12 Flechten an der Stammbasis signifikant höhere Deckungen als am Mittelstamm. Beim überwiegenden Teil dieser Arten sind die Unterschiede bei der mittleren Deckung zwischen den Stammabschnitten „oben" und „unten" sehr groß. Typische Stammbasisbewohner sind neben den *Cladonia*-Arten auch die drei krustigen Arten *Micarea botryoides, Micarea prasina* und *Placynthiella icmalea.* Ihre mittleren Deckungen und Stetigkeiten sind auf den unteren Teilflächen wesentlich höher sind als auf den oberen. Ein Vergleich zwischen den beiden *Lepraria*-Arten zeigt, daß *Lepraria jackii* häufiger auch auf den oberen Teilflächen auftritt als *Lepraria elobata.*

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 5: Prozentuale Stetigkeiten der Flechtenarten auf den Teilflächen in den vier Expositionen und den zwei Stammabschnitten

	NW	SW	NO	SO	oben	unten
Lecanora conizaeoides	99	99	99	99	99	99
Hypogymnia physodes	52	58	36	47	47	50
Cladonia digitata	41	41	37	36	8	69
Cladonia polydactyla	34	34	28	25	11	49
Lepraria jackii	35	30	27	24	13	45
Micarea botryoides	30	25	23	16	1	46
Hypocenomyce caradoc.	23	15	33	20	25	20
Cladonia pyxidata	16	21	13	17	1	32
Parmeliopsis ambigua	14	27	4	17	10	20
Micarea prasina	14	10	9	6	1	18
Placynthiella icmalea	12	8	12	6	1	18
Hypocenomyce scalaris	4	12	7	12	6	11
Chaenotheca ferruginea	8	<1	16	4	7	7
Platismatia glauca	6	7	1	1	4	3
Lepraria elobata	3	4	3	3	1	6
Mycoblastus fucatus	3	4	1	2	2	3
Pseudevernia furfuracea	1	3	2	3	2	3
Cladonia coniocraea	1	2	2	2	0	3
Lecanora symmicta	1	4	<1	1	1	1
Bryoria fuscescens	<1	1	<1	<1	1	<1
Trapeliopsis flexuosa	<1	1	<1	<1	<1	1

Tab. 6: Ergebnisse der Expositionsuntersuchung
mittlere Deckung [%] mit Angabe der Standardabweichungen und Signifikanzen

	NW		SW		NO		SO	
Lepraria jackii	0,65 ± 1,34	a	0,38 ± 0,92	ab	0,29 ± 0,52	b	0,29 ± 1,15	b
Micarea botryoides	0,42 ± 0,64	a	0,29 ± 0,43	b	0,24 ± 0,36	b	0,14 ± 0,23	c
Micarea prasina	0,19 ± 0,27	a	0,14 ± 0,24	b	0,12 ± 0,14	b	0,07 ± 0,12	c
Placynthiella icmalea	0,24 ± 0,54	a	0,11 ± 0,14	b	0,21 ± 0,27	a	0,09 ± 0,17	b
Cladonia polydactyla	1,95 ± 4,63	ab	1,44 ± 3,09	a	1,06 ± 1,89	ab	0,76 ± 1,41	b
Cladonia pyxidata	0,42 ± 0,92	bc	0,80 ± 1,35	a	0,19 ± 0,41	c	0,30 ± 0,58	b
Hypogymnia physodes	1,26 ± 2,66	ab	1,47 ± 2,47	a	0,40 ± 0,85	c	0,77 ± 1,83	b
Lecanora symmicta	0,03 ± 0,08	b	0,25 ± 0,16	a	<0,01 ± 0,04	b	0,06 ± 0,13	b
Mycoblastus fucatus	0,13 ± 0,19	ab	0,17 ± 0,15	a	0,03 ± 0,09	b	0,07 ± 0,13	b
Parmeliopsis ambigua	0,15 ± 0,22	b	0,31 ± 0,27	a	0,04 ± 0,10	c	0,18 ± 0,19	b
Platismatia glauca	0,48 ± 1,66	a	0,59 ± 1,05	a	0,02 ± 0,11	b	0,08 ± 0,41	b
Chaenotheca ferruginea	0,53 ± 1,67	b	<0,01 ± 0,06	c	1,49 ± 2,67	a	0,09 ± 0,22	bc
Hypocenomyce caradoc.	0,91 ± 2,42	b	0,71 ± 2,52	c	1,39 ± 2,71	a	0,95 ± 2,48	bc
Hypocenomyce scalaris	0,10 ± 0,28	b	1,31 ± 3,71	a	0,37 ± 1,03	b	1,53 ± 4,84	a
Lecanora conizaeoides	39,23 ± 21,12	b	43,29 ± 20,09	a	33,53 ± 20,67	c	44,88 ± 19,30	a
Cladonia digitata	2,62 ± 5,10	a	2,09 ± 3,72	a	1,85 ± 2,89	a	1,48 ± 2,41	a
Cladonia coniocraea	0,09 ± 0,15	a	0,18 ± 0,32	a	0,23 ± 0,36	a	0,13 ± 0,16	a
Lepraria elobata	0,14 ± 0,16	a	0,42 ± 0,73	a	0,62 ± 2,65	a	0,36 ± 1,13	a
Pseudevernia furfuracea	0,05 ± 0,10	a	0,10 ± 0,15	a	0,06 ± 0,12	a	0,13 ± 0,15	a

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 7: Mittlere Deckungen [%] der Flechtenarten auf den beiden Stammabschnitten mit Signifikanzen

	oben		unten	
Hypocenomyce caradocensis	1,31	a	0,67	b
Lecanora conizaeoides	42,27	a	38,20	b
Cladonia coniocraea	0	b	0,31	a
Cladonia digitata	0,18	b	3,84	a
Cladonia polydactyla	0,24	b	2,37	a
Cladonia pyxidata	0,01	b	0,85	a
Hypocenomyce scalaris	0,41	b	1,24	a
Lepraria elobata	0,04	b	0,73	a
Lepraria jackii	0,17	b	0,63	a
Micarea botryoides	0,01	b	0,54	a
Micarea prasina	0,03	b	0,23	a
Parmeliopsis ambigua	0,12	b	0,22	a
Placynthiella icmalea	0,02	b	0,31	a
Pseudevernia furfuracea	0,07	b	0,10	a
Chaenotheca ferruginea	0,47	a	0,60	a
Hypogymnia physodes	0,95	a	0,99	a
Lecanora symmicta	0,09	a	0,09	a
Mycoblastus fucatus	0,09	a	0,11	a
Platismatia glauca	0,30	a	0,28	a

Bewohner des Mittelstammbereiches und indifferente Arten

Nur zwei der untersuchten Flechtenarten haben auf den oberen Teilflächen signifikant höhere mittlere Deckungen: *Hypocenomyce caradocensis* und *Lecanora conizaeoides*. Während bei *Hypocenomyce* auch bei den Stetigkeiten ein Unterschied zwischen oberen und unteren Teilflächen besteht, sind bei *Lecanora conizaeoides* nur die mittleren Deckungen verschieden hoch. Fünf Flechten zeigen bei der mittleren Deckung und bei den Stetigkeiten keine deutlichen Unterschiede zwischen den Stammabschnitten. Es sind dies: *Chaenotheca ferruginea, Hypogymnia physodes, Lecanora symmicta, Mycoblastus fucatus* und *Platismatia glauca.*

Diskussion

Mittlere Artenzahlen und Gesamtartenzahlen der Flechten

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß die epiphytische Flechtenflora hinsichtlich ihrer Zusammensetzung von der Bestandesstruktur der Wälder abhängig ist. Der Artenreichtum der ungenutzten Bestände hängt wesentlich mit dem hohen Totholzanteil der Flächen und den darauf siedelnden, zum Teil als gefährdet eingestuften Epixylen zusammen. Darüber hinaus wurden diese Bestände seit jeher weniger intensiv genutzt (GREGER 1992).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Flechtenarten mit Schwerpunkt in Altersklassenforsten

Bezüglich der Feuchtigkeits- und Lichtverhältnisse sind Altersklassenforsten ungünstige Lebensräume für Flechten. Daher ist dort der Wert der Gesamtdeckung der Flechten ohne *Lecanora conizaeoides* niedrig. Aufgrund der dicht stehenden Stämme und des geschlossenen Kronendaches gelangt nur wenig Licht in den Stammbereich. Die Feuchtigkeitsschwankungen sind wegen der Homogenität und Dichte der Bestände gering. Die Wasserversorgung der Epiphyten am Stamm ist schlecht, da der Regen größtenteils von den Kronen zurückgehalten wird und die Stämme von *Picea abies,* bedingt durch den zentrifugalen Kronentyp, generell nur wenig Stammabflußwasser erhalten (BARKMAN 1958). Die Feuchtigkeitsverhältnisse spielen jedoch eine wichtige Rolle für die Epiphytenverbreitung. Bei verbesserten hygrischen Bedingungen können zudem die Auswirkungen von Schadstoffimmissionen innerhalb gewisser Grenzen kompensiert werden (SCHUSTER 1985).

In Fichtenpflanzungen nimmt die Lichtintensität mit zunehmendem Bestandesalter zu (BARKMAN 1958), skiophytische Krustenflechten werden durch photophytische foliose und fruticose Arten ersetzt (LIOU-TCHEN-NGO 1929 zitiert in BARKMAN 1958). Gleiches ist auch bei einer Veränderung der Waldstruktur weg von gleichförmigen Altersklassenforsten hin zu vertikal strukturierten Beständen zu vermuten. In der Regel sind Strauch- und Blattflechten den Krustenflechten überlegen (BARKMAN 1958). In welchem Maße Konkurrenzeffekte für das in Altersklassenforsten schwerpunktmäßige Auftreten der krustigen Arten *Micarea botryoides* und *Micarea prasina* eine Rolle spielen, kann nur vermutet werden. Wahrscheinlich werden diese Arten aber in den Strukturtypen UG und F von konkurrenzstärkeren Blatt- und Strauchflechten sowie Moosen verdrängt, die dort günstige Besiedelungsmöglichkeiten vorfinden. An der Stammbasis vieler mächtiger Fichten in den Femeln bilden *Cladonia*-Arten eine dichte Decke, die alle Borkenrisse überwuchert. *Micarea botryoides* gehört ebenso wie die *Cladonien* zu den typischen Stammbasisbewohnern, kann sich gegen diese aber wohl kaum durchsetzen. Für beide *Micarea*-Arten finden sich in den Altersklassenforsten geeignete Wuchsbedingungen. Sie werden von WIRTH (1995a) als Halbschatten- bis Tiefschattenpflanzen bezeichnet. *Micarea prasina* ist zudem eine Pionierart an jungen Fichtenstämmchen in dichten Forsten (WIRTH 1995a) und ist daher im Gebiet vor allem in jungen Altersklassenforsten anzutreffen.

Wahrscheinlich weicht auch die dritte schwerpunktmäßig in Altersklassenforsten vorkommende Flechtenart, *Cladonia pyxidata,* aufgrund dieser zwischenartlichen Konkurrenz auf den Strukturtyp AF aus. In den anderen Strukturtypen kann sie sich, obwohl die dortigen Standortbedingungen für ihr Gedeihen vermutlich durchaus geeignet wären, nicht gegen die dominierenden Becherflechten *Cladonia digitata* und *Cladonia polydactyla* behaupten. Die Ergebnisse der Expositionsuntersuchungen unterstützen die Annahme, daß *Cladonia pyxidata* nicht deshalb schwerpunktmäßig in Altersklassenforsten auftritt, weil ihr die dortigen Bedingungen am ehesten zusagen, sondern weil sie in anderen Strukturtypen von *Cladonia digitata* und *Cladonia polydactyla* verdrängt wird. Die Vorliebe der Art für die südwestexponierten, also hellen und gut wasserversorgten Flächen, ist auffallend deutlich. Es ist nicht anzunehmen, daß *Cladonia pyxidata* in den Femelwäldern, die ja im Gegensatz zu den Fichtenforsten heller sind und deren Stämme besser mit Regenwasser versorgt werden, für ihr Wachstum ungünstigere Bedingungen vorfindet als in den Altersklassenforsten.

Die Altersklassenforste stellen also Rückzugsgebiete für einige konkurrenzschwache Arten dar, die in den Strukturtypen F und UG von konkurrenzstärkeren Flechten verdrängt werden. Allerdings sind diese Arten entweder euryök oder an die für Flechtenbewuchs ungünstigen Bedingungen in den Altersklassenforsten angepaßt. *Cladonia pyxidata* ist eine solche euryöke Art (WIRTH 1995a).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab.8: Zusammenfassung der gefundenen Präferenzen der Flechtenarten

Angegeben sind jeweils die signifikanten Unterschiede. Bei den **Strukturtypen** bedeutet z.B. „F u. UG/AF", daß in Femelbeständen und ungenutzten Beständen signifikant höhere Werte als in Altersklassenforsten erreicht wurden. Bei Arten, die zu selten auftraten, als daß sie hätten statistisch mit ausgewertet werden können, sind in Klammern die Strukturtypen angegeben, in denen sie gefunden wurden. Ein Strich bedeutet, daß die entsprechende Fragestellung bei der Art nicht untersucht wurde.
Bei den **Expositionen** ist nur die Exposition (oder die beiden Expositionen) aufgelistet, in der die jeweilige Art den signifikant höchsten mittleren Deckungswert hat. Es bedeutet z.B. „SW", daß der Wert im SW signifikant höher ist als die drei anderen Werte (bei zwei Angaben wie z. B. „SW u. NW" entsprechend beide signifikant höher als die zwei anderen Werte). Bestehen nicht zu allen anderen Werten signifikante Unterschiede, so ist der jeweils signifikante mit angegeben (z.B. „SW/NO u. SO", d.h. Unterschied SW/NW nicht signifikant).

Art	Strukturtyp m D/B [%]	Strukturtyp D abs. [cm²]	Exposition am Stamm	Stamm-abschnitt oben/unten
Bryoria fuscescens	keine	-	-	-
Bryoria implexa	Streufunde	Streufunde	Streufunde	Streufunde
Calicium viride	(UG)	-	-	-
Cetraria chlorophylla	(AF)	-	-	-
Chaenotheca brunneola	(UG)	-	-	-
Chaenotheca chrysocephala	(UG)	-	-	-
Chaenotheca ferruginea	UG/AF	UG/AF	NO	keine
Cladonia coniocraea	keine	-	keine	unten
Cladonia digitata	F u. UG/AF	F/AF	keine	unten
Cladonia polydactyla	F/AF	F/AF	SW/SO	unten
Cladonia pyxidata	AF/F	AF/F	SW	unten
Cladonia squamosa	(AF,F)	-	-	-
Dimerella pineti	(AF)	-	-	-
Hypocenomyce caradocensis	F/AF	F/AF	NO	oben
Hypocenomyce scalaris	F/AF	F/AF	SO u. SW	unten
Hypogymnia farinacea	(UG)	-	-	-
Hypogymnia physodes	keine	keine	SW/NO u. SO	keine
Hypogymnia tubulosa	Streufunde	Streufunde	Streufunde	Streufunde
Lecanora conizaeoides	keine	AF/F	SO u. SW	oben
Lecanora symmicta	keine	-	SW	keine
Lepraria elobata	keine	keine	keine	unten
Lepraria jackii	F/AF	keine	NW/NO u. SO	unten
Micarea botryoides	AF/F u. UG	AF/F u. UG	NW	unten
Micarea lignaria	(AF,F)	-	-	-
Micarea prasina	AF/UG	AF/UG	NW	unten
Mycoblastus fucatus	keine	-	SW/NO u. SO	keine
Mycoblastus sanguinarius	(F,UG)	-	-	-
Parmelia saxatilis	(F,UG)	-	-	-
Parmeliopsis ambigua	keine	keine	SW	unten
Parmeliopsis hyperopta	(AF,UG)	-	-	-
Placynthiella icmalea	keine	keine	NW u. NO	unten
Platismatia glauca	keine	keine	SW u. NW	keine
Pseudevernia furfuracea	UG/AF	-	keine	unten
Trapeliopsis flexuosa	keine	-	-	-
Vulpicida pinastri	(AF)	-	-	-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Flechtenarten mit Schwerpunkt in Femelwäldern bzw. ungenutzten Beständen

Die vertikal strukturierten Bestände der Strukturtypen UG und F weisen ein weniger geschlossenes Kronendach auf als die Altersklassenforsten. Dadurch kann mehr Licht und Regen an die Stämme gelangen. Außerdem sind in diesen Strukturtypen dickstämmige Fichten zahlreicher vorhanden als im Typ AF. Die dickstämmigen, alten Fichten bieten besonders den langsam wachsenden Epiphyten geeignete Entwicklungsmöglichkeiten. Ihre tiefen Borkenrisse stellen darüber hinaus spezielle Mikrohabitate dar (schattig, feucht, vor Wind und Schnee geschützt). Da die Borke dort nicht abschuppt, bilden sie zudem ein stabiles Substrat (BARKMAN 1958). Außerdem wirkt die rissige und rauhe Stammoberfläche begünstigend auf die Flechtenansiedlung (MASUCH 1993).

Für das im Strukturtyp F schwerpunktmäßige Auftreten der Becherflechten *Cladonia digitata* und *Cladonia polydactyla* sind die guten hygrischen Bedingungen von großer Bedeutung. *Cladonia digitata* gilt als mäßig bis ziemlich substrathygrophytisch. *Cladonia polydactyla* ist hygrisch noch anspruchsvoller als vorige Art (WIRTH 1995a). Beide Flechten zählen zu den typischen Stammbasisbewohnern. Es wird allgemein angenommen, daß die Borke der Stammbasis eine höhere Wasserkapazität hat, also größere Wassermengen über längere Zeit halten kann als die Borke im Mittelstammbereich, außerdem ist die Evaporation durch geringere Winde und die Evaporation des Bodens reduziert. Der pH-Wert der Stammbasis kann weitgehend dem des Bodens entsprechen (BARKMAN 1958). Von diesen Standortbedingungen an der Stammbasis profitieren alle untersuchten *Cladonia*-Arten. Die alten Bäume stehen in den Femelwäldern oft sehr weit auseinander, so daß bei Regen reichlich Wasser auf die Stämme gelangen kann, besonders wenn diese leicht geneigt sind. Aufgrund der dadurch auch im Mittelstammbereich verbesserten hygrischen Bedingungen besiedeln dort die Cladonien und verschiedene Moosarten neben der Stammbasis auch höher gelegene Stammabschnitte.

Vermutlich ist das reichliche Wasserangebot in den Femelbeständen auch der Grund dafür, daß *Lepraria jackii* in den Femelwäldern ihre höchste mittlere Deckung erreicht, obwohl die Leprarien Regenwasser nicht aufnehmen können. Der lepröse Thallus der *Lepraria*-Arten stellt eine Anpassung an regengeschützte oder schwach beregnete Habitate dar und ermöglicht die rasche Aufnahme von Wasserdampf (WIRTH & HEKLAU 1995). Tatsächlich war im Gelände zu beobachten, daß *Lepraria jackii* auf den Fichten der Femelbestände überwiegend in den Borkenrissen siedelt, also vor direkter Beregnung geschützt ist. Das läßt darauf schließen, daß die Art nicht direkt vom Regen, sondern indirekt von der dadurch erhöhten Luftfeuchtigkeit profitiert. Auch *Lepraria jackii* erreicht nur auf diesen Flächen im Mittelstammbereich hohe Deckungsgrade, während sie sonst in der Regel auf der Stammbasis zahlreicher auftritt und dort eine höhere mittlere Deckung aufweist. Es ist anzunehmen, daß ihr Vorkommen an der Stammbasis ebenfalls vom guten Wasserangebot gefördert wird. Wie *Cladonia digitata* und *Cladonia polydactyla* besiedelt *Lepraria jackii* die gut wasserversorgten Westexpositionen („Wetterseiten") häufiger als die trockeneren Ostseiten. Dies spricht ebenfalls dafür, daß die günstigen hygrischen Bedingungen für das schwerpunktmäßige Auftreten dieser Arten in den Femelwäldern wichtig sind. Bezüglich ihrer Lichtansprüche ist *Lepraria jackii* dagegen als (ziemlich –) mäßig photophytisch bis ziemlich skiophytisch einzustufen (WIRTH 1995a), toleriert also sehr unterschiedliche Lichtverhältnisse. Das reichliche Lichtangebot in den Femelwäldern wirkt sich günstig auf das Gedeihen der photophilen Art *Hypocenomyce scalaris* (RITSCHEL 1977) aus. *Hypocenomyce scalaris* siedelt im Gegensatz zu einigen anderen typischen Flechten der Femelwälder bevorzugt an mäßig beregneten bis ziemlich regengeschützten Stellen (WIRTH 1985/1995a). Ihre Präferenz bei den Expositionen bestätigt, daß die Art von den günstigen Lichtverhältnissen in den Femelbeständen profitiert: *Hypocenomyce scalaris* hat ihren Schwerpunkt auf den südexponierten Stammflächen. Diese photophile Krustenflechte erträgt stärkere Austrocknung (RITSCHEL 1977), sie kann daher auch auf den für viele hygrisch anspruchsvollere Flechtenarten ungünstigen Südostseiten gedeihen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Für das schwerpunktmäßige Auftreten der beiden typischen Flechtenarten der ungenutzten Bestände sind unterschiedliche Faktoren von Bedeutung. *Pseudevernia furfuracea* gedeiht nur an ziemlich windoffenen, niederschlags- und nebelreichen Orten optimal und hat von allen beobachteten Arten die höchsten Ansprüche an die Lichtverhältnisse (WIRTH 1992/95a). Die stellenweise extrem verlichteten Bestände am Bruchberg stellen daher für diese Art ideale Habitate dar. Ihre höheren mittleren Deckungswerte auf den Südseiten der Stämme lassen ebenfalls darauf schließen, daß für das Auftreten bzw. Fehlen von *Pseudevernia furfuracea* der Lichtfaktor von entscheidender Bedeutung ist. Funde in der Streu und Beobachtungen an umgestürzten Fichten zeigen, daß im Inneren der Wälder gut entwickelte Exemplare in größerer Menge nur auf Ästen und in den Baumwipfeln vorkommen.

Die zweite typische Art der ungenutzten Bestände ist *Chaenotheca ferruginea.* Ihren Wasserbedarf deckt sie, analog zu den *Lepraria*-Arten, aus der Luftfeuchtigkeit (WILMANNS 1965/66). *Chaenotheca ferruginea* zeigt zwar sehr spezifische Ansprüche an die Exposition der besiedelten Stammfläche und bevorzugt die Nordostseiten, in der sie selten direkt beregnet und allenfalls morgens direkt von der Sonne beschienen wird, die geeigneten Bedingungen hierfür sind aber nicht nur in den von ihr stärker besiedelten ungenutzten Beständen zu finden. Für ihr Vorkommen scheint daher, neben günstigen Lichtverhältnissen, auch das bessere Substratangebot an dickstämmige Fichten und zahlreichen stehenden Totholzstämmen eine Rolle zu spielen. In den anderen Strukturtypen tritt *Chaenotheca ferruginea* vor allem dann auf, wenn genügend dicke Fichten mit tiefen Borkenrissen zur Verfügung stehen und das Kronendach größere Lücken aufweist. Dies ist in den Femelwäldern häufiger der Fall als in Altersklassenforsten.

Flechtenarten, die sich weitgehend indifferent verhalten

Unter den Arten, die sich bezüglich des Strukturtyps indifferent verhalten, finden sich euryöke Arten wie *Lecanora conizaeoides, Cladonia coniocraea* und *Hypogymnia physodes.* Sie verfügen über eine sehr weite ökologische Amplitude und können sich auch in den für das Flechtenwachstum ungünstigen dichten Altersklassenforsten ansiedeln. Der hohe absolute Deckungswert von *Lecanora conizaeoides* in den Altersklassenforsten läßt sich damit erklären, daß diese streßtolerante Art den ihr zur Verfügung stehenden Raum sehr effektiv ausnutzt, sofern sie nicht durch andere, konkurrenzstärkere Arten verdrängt oder durch extrem ungünstige Verhältnisse (z.B. extreme Lichtarmut) an der Besiedlung gehindert wird. Da viele der Blattflechten, durch die sie verdrängt werden könnte, auf den Flächen der Altersklassenforsten seltener oder gar nicht auftreten und zudem die vielen Bäume pro Fläche eine große Oberfläche zur Besiedelung bieten, kann sie in diesem Strukturtyp hohe absolute Deckungswerte erreichen. Die Art zählt also, zumindest was die Werte der absoluten Deckung betrifft, ebenfalls zu den konkurrenzschwachen, in anderen Strukturtypen verdrängten und auf Altersklassenforste ausweichenden euryöken Arten.

Schlußbetrachtung zur Waldentwicklung im Nationalpark Harz

Die Entwicklung der Fichtenwälder im Nationalpark vom Altersklassenforst zum Naturwald wird sich günstig auf die Flechtenflora auswirken. Die Flechtenflora ist heute zwar stark verarmt, jedoch gibt es vereinzelt, z.B. am Bruchberg und in den seit alters her wegen ihrer schlechten Zugänglichkeit wenig genutzten Altersklassenforsten am Südwesthang der Achtermannshöhe Bereiche, wo seltene Arten überdauern konnten. Diese Waldgebiete sollten auch in Zukunft möglichst unbeeinträchtigt bleiben. Es besteht die Hoffnung, daß sich die Flechten von dort wieder ausbreiten können, wenn geeignete Wälder in der Nähe der jetzigen Refugien entstehen. Wichtig ist der Strukturreichtum der Wälder, das Nebeneinander von verschieden alten Bäumen, Totholz und Lichtungen, so daß sich sowohl Pionierarten, wie auch Flechten, die auf ältere Stämme angewiesen sind ansiedeln können. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß der mit Femelschlag bewirtschaftete Wald ein aus lichenologischer Sicht brauchbares Übergangsstadium zum Naturwald darstellt, mit

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

der Einschränkung, daß der Totholzanteil in diesen Wäldern gesteigert werden sollte. Durch eine Erhöhung des Totholzanteils in allen Strukturtypen, könnten für einige seltene Arten, wie z.B. *Vulpicida pinastri, Hypogymnia farinacea, Parmeliopsis hyperopta* und die *Bryoria*-Arten, neue Standorte geschaffen werden. Für die heute selten gewordenen, auf Totholz siedelnden Flechten *Calicium viride, Chaenotheca brunneola* und *Chaenotheca chrysocephala* sind besonders die stehenden, entrindeten Überreste abgestorbener Altbäume wichtig. Liegende, vermorschende Totholzstämme werden, bedingt durch die direkte Beregnung, schnell von hygrophytischen *Cladonia*-Arten und Moosen überwachsen und stellen daher für coniocarpe, anombrophytische Flechten kein geeignetes Habitat dar.

Abschließend bleibt zu hoffen, daß sich die Luftqualität weiter verbessert und somit die wenigen im Hochharz verbliebenen immissionsempfindlichen Flechten nicht noch stärker geschädigt werden.

Danksagung

Für die Anregung zu diesem Thema und die vielfältige Hilfe beim Entstehen der Arbeit danke ich Herrn Dipl.-Biol. Markus Hauck. Herrn Dr. Helge Bruelheide möchte ich herzlich danken für die Hilfe bei der statistischen Auswertung und die stets vorhandene Bereitschaft zur Diskussion. Bei Herrn Prof. Dr. Hartmut Dierschke und Herrn Prof. Dr. Volkmar Wirth bedanke ich mich für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Literatur

BARKMAN, J.J. (1958): Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. – Assen: 628 S.
BORTZ, J., LIENERT, G.A., BOEHNKE, K. (1990): Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. – Springer. Berlin: 939 S.
BRUELHEIDE, H. (1995): Grünlandgesellschaften des Harzes und ihre Standortsbedingungen. Mit einem Beitrag zum Gliederungsprinzip auf der Basis von statistisch ermittelten Artengruppen. – Diss. Bot. 244. Lehre: 338 S.
CULBERSON, C.F., AMMANN, K. (1979): Standardmethode zur Dünnschichtchromatographie von Flechtensubstanzen. – Herzogia 5: 1–24. Berlin, Stuttgart.
DREHWALD, U. (1993): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandesentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme – Flechtengesellschaften. – Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen 20/10: 1–122. Hannover.
GLAESSER, R. (1994): Das Klima des Harzes. – Kovac. Hamburg: 341 S.
GREGER, O. (1992): Erfassung von Relikten des autochthonen Fichtenvorkommens im Hochharz. – Aus dem Walde 44: 1–319. Hannover.
GÜNZL, B. (1997): Einfluß von Nutzung und Struktur der Fichtenwälder des Hochharzes auf die epiphytische Flechtenflora und -vegetation. – Diplomarbeit Albrecht-von-Haller-Inst. für Pflanzenwissenschaften, Universität Göttingen: 177 S.
HAUCK, M. (1992): Rote Liste der gefährdeten Flechten in Niedersachsen und Bremen, 1. Fassung vom 1.1.1992. – Informationsd. Naturschutz Niedersachs. 12 (1): 1–44. Hannover.
MASUCH, G. (1993): Biologie der Flechten. – Quelle und Meyer. Heidelberg, Wiesbaden: 411 S.
NATIONALPARK HARZ (1996): Nationalparkplan. Entwurf. Stand 01.07.1996.
PEPPLER, C. (1988): TAB - Ein Computerprogramm für die pflanzensoziologische Tabellenarbeit. – Tuexenia 8: 393–406. Göttingen.
RITSCHEL, G. (1977): Verbreitung und Soziologie epiphytischer Flechten in Nordwestbayern. – Bibl. Lichenologica 7. Cramer. Vaduz: 192 S.
SAS INSTITUTE (1987): Guide for Personal Computers. 6th ed. – Cary, NC, USA.
SCHUSTER, G. (1985): Die Jugendentwicklung von Flechten – ein Indikator für Klimabedingungen und Umweltbelastung. – Bibl. Lichenologica 20. Cramer. Vaduz: 206 S.
SCHWIETERT, B. (1989): Geologie, Klima und Forststandorte des Harzes. – Allgemeine Forstzeitschrift 44 (18–20): 449–453. München.
WILMANNS, O. (1965/66): Anthropogener Wandel der Kryptogamenvegetation in Südwestdeutschland. – Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 37: 74–87. Zürich.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

WIRTH, V. (1972): Die Silikatflechten-Gemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa. – Diss. Bot. 17. Lehre: 335 S.
– (1985): Zur Ausbreitung, Herkunft und Ökologie anthropogen geförderter Rinden- und Holzflechten. – Tuexenia 5: 523–535. Göttingen.
– (1992): Zeigerwerte von Flechten. – In: ELLENBERG et al.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. – Scripta Geobotanica 18: 215–237. Göttingen.
– (1995a): Die Flechten Baden-Württembergs, Verbreitungsatlas, Teile 1+2. 2. Aufl. – Ulmer. Stuttgart: 1006 S.
- (1995b): Flechtenflora. 2. Aufl. – Ulmer. Stuttgart (UTB 1062): 661 S.
– , HEKLAU, M. (1995): Die epiphytischen Arten der Flechtengattungen *Lepraria* und *Lephroloma* in Baden-Württemberg. – Bibl. Lichenologica 57: 443–457. Cramer. Berlin, Stuttgart.

Dipl.-Biol. Bettina Günzl
Abteilung für Vegetationskunde und Populationsbiologie
Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften
Universität Göttingen
Wilhelm-Weber-Straße 2
37073 Göttingen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: NS_19

Autor(en)/Author(s): Günzl Bettina

Artikel/Article: Einfluß von Nutzung und Struktur der Fichtenwälder des Hochharzes auf die epiphytische Flechtenflora 127-151