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

Tuexenia 25: 425–443. Göttingen 2005.

Strategien und Artenreichtum von Erdflechten in Sandtrockenrasen

– Helga Bültmann –

Zusammenfassung

Erdflechten stellen in Sandtrockenrasen einen bedeutenden Anteil der Phytodiversität. Sie können zusammen mit Moosen syntaxonomisch und teils auch ökologisch eigenständige Einheiten (Microcoena) bilden. In Vegetation der Klassen *Koelerio-Corynephoretea* und *Ammophiletea* konnten in Deutschland und Dänemark 26 unterschiedliche flechtenreiche Mikrogesellschaften aufgenommen und standörtlich charakterisiert werden. – Erdflechten und Erdflechten-Mikrogesellschaften sind gute Anzeiger v. a. für Mikrohabitat-Faktoren, die die Konkurrenzfähigkeit der Gefäßpflanzen verändern, wie Eutrophierung und unterschiedliche Arten von Störung. Daher sind Flechten-Mikrogesellschaften hervorragende Bioindikatoren für den qualitativen Zustand von Sandtrockenrasen.

Die höchsten Werte für den Artenreichtum von Flechten wiesen Microcoena offener Sandböden auf, v. a. *Cladonietum zopfii* und *C. foliaceae*. Beide Mikrogesellschaften können in Trockenrasen als Anzeiger für gute Qualität dienen. Vorkommen des *Cladonietum nemoxynae* ist zumindest im ozeanischen Klima ein deutlicher Anzeiger anthropo-zoogenen Einflusses. – Auf humusreichen Böden entwickelt sich eine Sukzessionsreihe der Flechtenvegetation mit einer unimodalen Verteilung des Artenreichtums. Dabei ändern sich die vorherrschenden Ausbreitungsmodi von überwiegend Sporen über Soredien zu Fragmentierung und Strategietypen nach Grime von Ruderalstrategen zu Konkurrenzstrategen. – Die artenreichsten Bestände benötigen Sandbewegung, um als Dauergesellschaften erhalten zu bleiben. Bestände in großflächigen Küstendünen (in der vorliegenden Untersuchung Dänemark) oder Flussdünen (Elbetal) sind daher meist in besserem Zustand, mit einem höheren Anteil der seltenen Mikrogesellschaften und mit höherer Flechten-Diversität.

Abstract: Strategies and species richness of terricolous lichens in dry sand grasslands

Terricolous lichens are an important component of phytodiversity in dry sand grasslands. Together with bryophytes, lichens form syntaxonomically and often ecologically independent units, the microcoena. 26 lichen rich microcommunities were recorded in vegetation of the classes *Koelerio-Corynephoretea* and *Ammophiletea* from Germany and Denmark and their habitats characterized. – Terricolous lichens and their microcommunities are sensitive indicators of microhabitat factors, especially those, which change the competitive ability of vascular plants, such as eutrophication and different kinds of disturbance. Therefore lichen microcommunities are excellent bioindicators of the quality of dry sand grasslands.

Highest values of lichen richness were found in microcommunities from open sandy soils, e.g. in the *Cladonietum zopfii* and *C. foliaceae*. Their occurrence indicates high quality of grasslands. The *Cladonietum nemoxynae* indicates, at least within areas of oceanic climate, anthropo-zoogenic influence. – A succession series of lichen vegetation develops on humic soils. It shows a unimodal distribution of species richness and change of mode of dispersal from spores via soredia to fragmentation, and of Grime´s strategies from ruderals to competitors. – The most species rich microcommunities need mobile sand to remain stable as „Dauergesellschaften" Stands in extended coastal (in this study Denmark) or river dunes (Elbe valley) are usually better developed with a higher proportion of the rare microcommunities and with higher lichen richness.

Keywords: bioindicators, dispersal, Grime's strategies, microcommunities, species richness

1. Einleitung

Trockenrasen sind wichtige Refugien für konkurrenzschwache Organismen. Sandtrockenrasen sind oligotrophe Systeme und durch Nährstoffeintrag bedroht (u. a. KETNER-OOSTRA & VAN DER LOO 1998). Eutrophierung fördert Gefäßpflanzen, die die langsam wachsenden Flechten, in Sandtrockenrasen eine wichtige Komponente der Phytodi-

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

versität, verdrängen können. Flechten und Moose sind bereits bekannt als hervorragende Bioindikatoren (u. a. FRAHM 1998, NIMIS et al. 2002, SCUTARI et al. 2004). In Sandtrockenrasen können sie als Anzeiger für Mikrohabitate, für unterschiedliche Arten von Störungen und für Eutrophierung verwendet werden. Oft verändert sich die Kryptogamenflora, weil Störung die Konkurrenzfähigkeit der Gefäßpflanzen verändert. Die Entwicklung einer praktikablen Indikator-Methode für terrestrische Kryptogamen, wie sie für epiphytische Flechten und Luftqualität oder Hemerobie von Wäldern bereits vorliegt (NIMIS et al. 2002), steht noch aus. Die Kenntnisse der unterschiedlichen Mikrohabitat-Anspüche von Flechten-Mikrogesellschaften können bei der Beurteilung von Sandtrockenrasen hilfreich sein.

Für das Vorkommen der poikilohydren und wurzellosen Kryptogamen sind Mikrohabitat-Faktoren entscheidend, die von den für Gefäßpflanzen wichtigen Habitatfaktoren abweichen können. Das äußert sich in einer syntaxonomischen Eigenständigkeit von Kryptogamen-Mikrogesellschaften. BARKMAN (1973) spricht in diesem Zusammenhang von syntaxonomischer Nicht-Spezifität.

Neben Arten und Mikrogesellschaften lassen sich auch funktionelle Parameter wie Ausbreitungsmodi oder Strategietypen als Indikatoren nutzen. Die Untersuchung funktioneller Parameter ist momentan eines der zentralen Themen in der vegetationskundlichen Forschung, dem zahlreiche Publikationen gewidmet sind (u. a. GONDARD et al. 2003, RUSCH et al. 2003, DÍAZ et al. 2004, HUNT et al. 2004). Auch Strategietypen sind funktionelle Typen (GRIME et al. 1997). GRIME (1974, 1979) entwickelte das CSR-Modell für höhere Pflanzen. Es wurde aber bereits auf eine Auswahl von Flechten angewendet (ROGERS 1990, JAHNS & OTT 1997). Strategiesysteme fokussieren meist entweder auf die etablierte Pflanze (GRIME 1979) oder die generative Phase (DURING 1992), da vegetative und generative Merkmale oft nur schwach korreliert sind (GRIME 1979). Da das System der Strategietypen von Grime besonders Unterschiede in Intensität von Stress und Störung aufzeigt, ist es für die Charakterisierung von Erdflechten in Trockenrasen geeignet.

In der hier vorliegenden Arbeit werden Flechten-Mikrogesellschaften in Sandtrockenrasen und ihre Habitatansprüche verglichen, Artenreichtum, Ausbreitungsmodi und Strategietypen nach Grime quantitativ ausgewertet.

2. Untersuchungsgebiete

Untersuchungsgebiete lagen in Nord-Deutschland (Schwerpunkte Emsland und Elbetal) und Nord-Dänemark (Schwerpunkt Nord-Jütland). Tab. 1 listet Details zu den einzelnen Lokalitäten auf. Die klimatischen Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten bedingten nur geringfügige Unterschiede in der Kryptogamen-Flora. So kommen in den Aufnahmen aus Dänemark bereits Arten mit nordischem Schwerpunkt, *Cladonia stellaris*, *Flavocetraria nivalis* und *Ochrolechia frigida*, vor (s. a. PURVIS et al. 1992, WIRTH 1995, BIERMANN 1999).

In Deutschland sind die untersuchten Sandtrockenrasen meist deutlich anthropogen beeinflusst und eutrophiert (oft Wegränder, Kiesgruben). Großflächige oligotrophe Sandgebiete sind selten geworden. Gut ausgeprägt und großflächig wurden sie in der vorliegenden Untersuchung nur in Elbe-Dünen aufgenommen (v. a. Untersuchungsgebiet SEE, Tab. 1).

Die nordjütländischen Küstendünen sind ausgedehnt und Spuren des Tourismus gering. Die norddänische Küste ist gekennzeichnet durch ausgedehnte, oft kiesreiche Strandwälle und -ebenen. Die Dünen werden nicht durch Anpflanzung befestigt. Die weiter im Lande liegenden kalkhaltigen Graudünen sind oft, anders als die vorher genannten im Wesentlichen unbeeinflussten Sandflächen, durch Ferienhaus-Kolonien beeinträchtigt.

3. Methodik

Die hier vorgestellten Aufnahmen sind ein Ausschnitt aus einer explorativen Studie über von Erdflechten dominierte Vegetation von der temperaten bis zur arktischen Zone. Die in Beständen der *Koelerio-Corynephoretea* und *Ammophiletea* aufgenommen Microcoenosen werden hier ausgewertet. Da in

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

Tab. 1: Aufnahme-Lokalitäten mit kurzer Charakterisierung der untersuchten Habitate. (Die Abkürzungen der Lokalitäten werden in Tab. 4 verwendet).

Deutschland	
AKA:	Alt-Kaliß, Dömitz, Mecklenburg-Vorpommern, 20 m. ü.NN, Sandtrockenrasen unter Hochspannungsleitung (1 Aufn.)
BOE:	Börger, Börger Sand, Emsland, Niedersachsen, 30 m ü.NN, Sandtrockenrasen (15 Aufn.)
BOP:	NSG Borkener Paradies, Meppen, Emsland, Niedersachsen, 15 m ü.NN, beweideter Sandtrockenrasen (12 Aufn.)
GUT:	Guteborn, Brandenburg, Niederlausitz, 115 m ü.NN, Sandtrockenrasen (1 Aufn.)
HLM:	NSG Heiliges Meer, Hopsten, Nordrhein-Westfalen, 45 m ü.NN, Wegrand in Heide; magere Weide; Sandtrockenrasen auf ehemaligem Acker, obere Erdschicht 1987 abgeschoben (6 Aufn.)
LAA:	Laasche, nördlich alter Ziegelei, Wendland, Niedersachsen, 20 m ü.NN, Sandtrockenrasen (2 Aufn.)
MTH:	Munster, Trauener Heide, Lüneburger Heide, 75 m ü.NN, Niedersachsen, Heide und Sandtrockenrasen (3 Aufn.)
MUE:	Münster, Geistviertel, Preussenstadion, stillgelegter Gleiskörper, Nordrhein-Westfalen, 60 m ü.NN, Trockenrasen auf Bahnschotter (3 Aufn.)
PRE:	Prezelle, Prezeller Forst nördlich Prezelle, Wendland, Niedersachsen, 25 m ü.NN, Sandtrockenrasen, Straßenrand (1 Aufn.)
SEE:	NSG Untere Seegeniederung, Bereich nördlich Laascher See, Wendland, Niedersachsen, 20–22 m ü.NN, Sandtrockenrasen (19 Aufn.)
SFB:	Senftenberg, Senftenberger See, Brandenburg, Niederlausitz, 100 m ü.NN, sandiges Seeufer (1 Aufn.)
WAL:	Wallen, Remberg, Sauerland, Nordrhein-Westfalen, 310 m ü.NN, Felsgrus, Diabashalde (2 Aufn.)
Dänemark	
HOS:	Westdänemark, Ringkøbing Fjord, Houstrup Strand, 15 m ü.NN, Dünen (2 Aufn.)
HVS:	Westdänemark, Ringkøbing Fjord, Hvide Sande, 10 m ü.NN, Dünen (1 Aufn.)
TVE:	Vendsyssel, Tversted, Tannisby, 5–8 m ü.NN, Dünen (17 Aufn.)
RAB:	Vendsyssel, Råbjerg bei Råbjerg Kirke, 15–18 m ü.NN, Dünen (3 Aufn.)
RAS:	Vendsyssel, Råbjerg Steene, 10–13 m ü.NN, angehobener Strand, Kiesfläche (16 Aufn.)
KIL:	Vendsyssel, Skagens Odde, Skagen Klitplantage, Kildeklitten, 10–15 m ü.NN, Dünen, z. T. mit Kiefern aufgeforstet (4 Aufn.)
SMI:	Vendsyssel, Skagens Odde, Skagen Klitplantage, Sandmilen, 5 m ü.NN, Dünen (1 Aufn.)
SKA:	Vendsyssel, Skagens Odde, Nordspitze, 5 m ü.NN, Düne (1 Aufn.)
LCE:	Læsø, Mitte der Insel, Skoven, bei Flugplatz, 10 m ü.NN, Sandtrockenrasen in Lichtung in Eichenforst (1 Aufn.)
LHO:	Læsø, Holtemmen, 2 m ü.NN, angehobener Strand mit kieshaltigen Strandwällen (4 Aufn.)
LJO:	Læsø, Nordosten der Insel, Jegens Odde, 8 m ü.NN, Dünen (5 Aufn.)
LWE:	Læsø, Westküste, Vester Nyland, 2 m ü.NN, Strandebene genutzt als extensive Weide (1 Aufn.)

der Untersuchung Flechten-Mikrogesellschaften repräsentativ aufgenommen wurden, aber nicht gezielt in Trockenrasen, spiegeln sich hier nur sehr grob die Häufigkeiten der unterschiedenen Mikrogesellschaften wider. Insgesamt wurden 64 Aufnahmen aus den deutschen, 56 aus den dänischen Untersuchungsgebieten verarbeitet.

In flechtenreichen Beständen wurden konstant 50 cm x 50 cm große Probeflächen untersucht. Mit Hilfe eines Holzrahmens wurde die Deckung der einzelnen Arten in Prozent für die Berechnung von Spektren und für die Vegetationstabellen nach folgender **Abundanz-Dominanz-Skala** geschätzt: <5 % Deckung: r bei 1–2 Individuen, + bei 3–10 Individuen, 1a bei 11–50 Individuen, 1b bei 51–100 Individuen, 2m bei >100 Individuen; Deckung 5–12,5 %: 2a, >12,5–25 %: 2b; >25–50 %: 3, >50–75 %: 4, >75–100 %: 5. Übliche Vegetationsparameter wurden notiert (siehe Tab. 4 im Anhang).

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

Die folgend genannten Standorteigenschaften wurden gemessen oder geschätzt. Aus Proben der obersten Bodenschicht, inklusive des O-Horizontes (ca. zwischen 0–5 cm) wurden die pH-Werte (in H_2O), die spezifischen Leitfähigkeiten und Glühverluste nach Standardverfahren analysiert. Die Probennahme erfolgte hier abweichend von den Standardverfahren nur in dem obersten Horizont, da Eigenschaften des Flechtensubstrates und nicht des Wurzelhorizontes der Gefäßpflanzen erfasst werden sollten. Die Bestimmung der Bodenart (s. Tab. 4) folgt AG BODEN (1996).
Geschätzt wurden die folgenden Parameter:

Wasserversorgung: 1: trocken (windexponierte Kammlage) ; 2: „normal" (für Flechten, relativ trocken für Mesophyten) ; 3: feucht (hier: Kapillarwasser von nahem Gewässer).

Frequenz der Störung: 1: nie ; 2: selten (weniger als alle 10 Jahre) ; 2,5: mäßig (ca. alle 10 Jahre) ; 3: oft (alle 1–5 Jahre) ; 4: sehr oft (mehr als einmal pro Jahr).

Intensität der anthropo-zoogenen Störung: 1: unbeeinflusst ; 2: Einfluss gering (z. B. sehr extensive Beweidung) ; 3: mäßig (z. B. Straßenböschungen, Weide) ; 4: stark (auf Weg).

Intensität der nicht-biogenen Störung (Erosion): 1: (fast) keine ; 2: gering ; 3: mäßig

Variabilität des Mikroreliefs (basierend auf Zahl der Störstellen wie abgestorbene Moospolster): 1: keine ; 2: 1–2 ; 3: 3–10 ; 4: >10 Störstellen.

Die nicht sicher im Gelände anzusprechenden Kryptogamen wurden zur Untersuchung durch mikroskopische oder dünnschichtchromatographische Standardverfahren gesammelt.

Die **Nomenklatur der Flechten** richtet sich in der Regel nach SCHOLZ (2000), für die dort fehlenden Taxa *Alectoria sarmentosa* ssp. *vexillifera*, *Cetraria islandica* ssp. *crispiformis* nach SANTESSON et al. (2004). Auch die bei SCHOLZ (2000) weit gefasste Gruppe von *Cladonia pyxidata* wird hier, SANTESSON et al. (2004) folgend, aufgespalten in *Cladonia chlorophaea* s. str., *Cl. cryptochlorophaea*, *Cl. grayi*, *Cl. merochlorophaea*, *Cl. novochlorophaea* und *Cl. pyxidata*. Bei *Cl. pyxidata* handelt es sich in allen Fällen um die Form, die auch als separate Art *Cl. monomorpha* Aptroot, Sipman & van Herk beschrieben wurde. Die heutige *Cl. macilenta* ssp. *macilenta* umfasst zwei Chemotypen, die früher auf Artebene getrennt wurden in *Cl. bacillaris*, den Chemotyp mit Barbatsäure, und *Cl. macilenta*, den Chemotyp mit Thamnol- und Barbatsäure. In Tab. 4 sind die beiden Chemotypen mit den Zusätzen „bacillaris" bzw. „macilenta" gekennzeichnet.

Die **Nomenklatur der Moose** folgt KOPERSKI et al. (2000), die der **Gefäßpflanzen** WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998). Die Einteilung der Syntaxa richtet sich nach POTT (1995) und nicht nach neueren Werken, da in der Arbeit alle in der vorliegenden Untersuchung aufgenommen Pflanzengesellschaften genannt sind.

Die Untersuchungsgebiete liegen in dem Areal, das von der gründlichen Bearbeitung der Erdflechten von PAUS (1997) erfasst wurde, so dass hier im Wesentlichen die Einheiten und charakteristischen Arten unverändert übernommen werden konnten. Bis auf das *Cladonietum nemoxynae* Looman 1964 richten sich die **Namen der Mikro-Syntaxa** der Klasse *Ceratodonto-Polytrichetea* nach PAUS (1997) und der Klasse *Hypogymnietea* nach WIRTH (1995). Auch die Verwendung der Begriffe Fragment-(Mikro-)Gesellschaft und Dominanzbestand folgt hier den bei PAUS (1997) verwendeten Prinzipien.

In der Literatur wird oft der Begriff Synusie anstelle von Mikrogesellschaft verwendet. Der Synusialbegriff sollte aber auf ökologisch homogene Einheiten identischer Schicht und Lebensform beschränkt sein, als Beispiel sei hier der Anteil der Rentierflechten oder der pleurocarpen Moose in einer Phytocoenose genannt (s. a. BARKMAN 1973, BIAZROV 1990, BÜLTMANN 2005).

In der vorliegenden Arbeit werden die in der Pflanzensoziologie üblichen Begriffe mit dem Zusatz Mikro- verwendet, z. B. Microcoenose, Microcoenon, Mikrohabitat usw. Es handelt sich dann um selbstständige Einheiten, die unabhängig aufgenommen werden können. Allerdings gehen nur die poikilohydren Flechten, Moose und gelegentlich auch bereits Algen (s. PAUS 1997) in die charakteristische Artenkombination ein. In der temperaten Klimazone kommen Microcoenosen oft nur kleinflächig vor, mit geeigneten Aufnahmeflächen in der Größenordnung von 1000–2500 cm².

Die Korrelation von Aufnahmen mit Standortfaktoren kann am besten über eine direkte **Gradientenanalyse** wie die CCA (kanonische Korrespondenzanalyse) erfolgen. Die CCA ist aber empfindlich gegen „Rauschen" in den verwendeten Standortdaten (MCCUNE 1997).

In der vorliegenden Untersuchungen wurden mehrere Standortparameter nur geschätzt und außerdem auch einige für die Differenzierung der Vegetationseinheiten vermutlich wichtige Standortfaktoren wie Stickstoff- oder Kationengehalte der Böden nicht gemessen, da sie für die großräumige Studie nicht benötigt wurden. Daher wurde hier mit einer Arten-Aufnahme-Matrix aus den in Tab. 4 genannten Kryptogamen (67 Arten) eine DCA („detrended correspondence analysis") als indirekte Gradientenanalyse durchgeführt. Gefäßpflanzen und im Tabellenfuß genannte Kryptogamen gingen nicht in die

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

Analyse ein. Die Deckungswerte von r bis 5 wurden in eine Skala von 1 bis 9 transformiert, wie von VAN DER MAAREL (1979) empfohlen. Die ersten beiden der extrahierten Achsen wurden mit Standortfaktoren und den Verbänden der Phytocoenosen korreliert. Alle Analysen wurden mittels des Programmes CANOCO 4.5 für Windows (TER BRAAK & ŠMILAUER 2002) durchgeführt.

Der für eine Art wichtigste **Ausbreitungsmodus** (generativ mittels Sporen und vegetativ mittels Soredien, Isidien oder Fragmentierung) wurde anhand von mindestens 10 gut entwickelten Thalli pro Art und pro Untersuchungsgebiet ermittelt. Pycnosporen wurden nicht als Hauptvermehrung eingestuft, obwohl über die tatsächliche Rolle noch wenig bekannt ist (LAWREY 1984, PURVIS 1997). Die meisten Erdflechten besitzen mehrere Ausbreitungswege, einer überwiegt aber in der Regel gegenüber den anderen. Hier dargestellt wird der jeweils für die Art wichtigste Ausbreitungsmodus folgend den eigenen Geländebeobachtungen. In einigen Fällen wurden zwei Ausbreitungsmodi gleichwertig eingestuft, meist wenn eine Art viele Soredien und gleichzeitig viele Sporen ausbildete.

GRIME (1979) ordinierte Arten in einem gleichseitigen **Dreieck** mit der unteren und der rechten Seite des Dreiecks als Achsen der Ordination (Abb. 1). Auf der unteren Seite trug er von links nach rechts ansteigen die maximale relative Wachstumsrate (RWRmax) von Arten auf. Auf der rechten Seite verwendete er mit von unten nach oben ansteigenden Werten einen Morphologie-Index, der sich aus maximaler Blätterdach-Höhe, seitlicher Ausdehnung und Streu-Akkumulation zusammensetzte. Alle Arten lagen innerhalb eines Dreiecks, da die Kombinationen von niedriger Wachstumsrate mit großen Werten für den Morphologie-Index in der Natur nicht vorkommen. In Abb. 1 ist beispielhaft die Ordination einer Art mit der Wachstumsraten-Klasse 4 und dem Morphologie-Index 3 dargestellt. Die Position eines Datenpunktes im Dreieck drückt das für ihn zutreffende Gleichgewicht zwischen Konkurrenz, Stress und Störung aus (Abb. 1, s. a. GRIME 1979). Auf der untere Seite des Dreiecks, zugleich die Achse der Wachstumsrate, lässt sich die Bedeutung von Störung, auf der rechten Seite des Dreiecks, zugleich die Achse des Morphologie-Index, die Bedeutung von Konkurrenz ablesen. Die Position eines Datenpunktes relativ zur dritten (linken) Seite ergibt sich aus den Werten auf den beiden genannten Achsen und lässt indirekt die Bedeutung von Stress ableiten.

Die **relative Wachstumsrate** ist der Zuwachs in einer Zeiteinheit in Bezug zur Menge des vor dieser Zeiteinheit Vorhandenen. Gemessen werden können radialer Zuwachs (v. a. bei Krusten- oder Blattflechten), Biomasse-Zuwachs, Längenwachstum usw. Die Dimension ist 1/Zeit. Die maximale relative Wachstumsrate ist die von einer Art unter besten Bedingungen (z. B. im Labor) erreichbare Rate. Daten zur maximalen relativen Wachstumsrate fehlen für Flechten weitgehend (s. a. ROGERS 1990) und selbst Werte für Wachstumsraten oder relative Wachstumsraten (anstatt der maximalen relativen Wachstumsrate) sind spärlich in der Literatur (z. B. CRITTENDEN et al. 1997, KYTÖVIITA & CRITTENDEN 2002). Mittels der spärlichen Literaturwerte, Extrapolation aus Literaturdaten zur Wachstumsrate für ähnliche Arten ähnlicher Standorte und aus eigener langjähriger Kenntnis von Flechten wurden Wachstumsraten in Klassen eingeschätzt.

Der **Morphologie-Index** wurde nach ROGERS (1990) wie folgt aus eigenen Daten (Messung von mind. 10 gut entwickelten Exemplaren/Gebiet) berechnet:

Morphologie-Index = (Thallushöhen-Klasse + Thallusdurchmesser-Klasse) geteilt durch 2; mit den **Thallushöhen-Klassen** 0: <0,5 mm ; 1: 0,51–1 mm ; 2: 1,1–5 mm ; 3: 5,1–10 mm ; 4: 10,1–25 mm ; 5: >25 mm und **Thallusdurchmesser-Klassen** 0: <10 mm ; 1: 10,1–25 mm ; 2: 25,1–50 mm ; 3: 50,1–100 mm ; 4: 100,1–250 mm ; 5: >250 mm.

Mittels der Klassen für Wachstumsrate und Morphologie-Index wurden die Arten den **primären Strategietypen** (S: Stressstrategen, C: Konkurrenzstrategen, R: Ruderalstrategen) oder **sekundären Strategietypen** (CS: Konkurrenz-Stress-Strategen, CR: Konkurrenz-Stress-Strategen, SR: Stress-Ruderal-Strategen, CSR: Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen) zugeordnet (s. Abb. 1). Die Namensgebung der Strategietypen folgt FRANK & KLOTZ (1990). Vereinfacht gesagt, sind stresstolerante Arten klein und langsam wachsend, ruderale klein, aber schnell wachsend und schließlich konkurrenzkräftige Arten groß mit schnellem Wachstum. Die Bezeichnungen werden hier verwendet, um Flechten untereinander zu vergleichen. Generell sind alle Flechten, verglichen mit Gefäßpflanzen, aufgrund geringerer Größe und langsameren Wachstums Stressstrategen (GRIME 1979).

Die verwendete Zuordnung der Arten zu Strategietypen wird gesondert publiziert (BÜLTMANN eingereicht).

Für Ausbreitungsmodi und Strategietypen wurden für die Aufnahmen **quantitative Spektren** berechnet (nach DIERSCHKE 1994). Gewichtet wurde mittels der Deckung der Arten. Dazu wurden die im Gelände notierten prozentualen Deckungswerte verwendet. Die Prozentwerte aller zu einer Klasse (z. B. einem Strategietyp) gehörenden Arten und die Prozentwerte aller Flechtenarten wurden

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

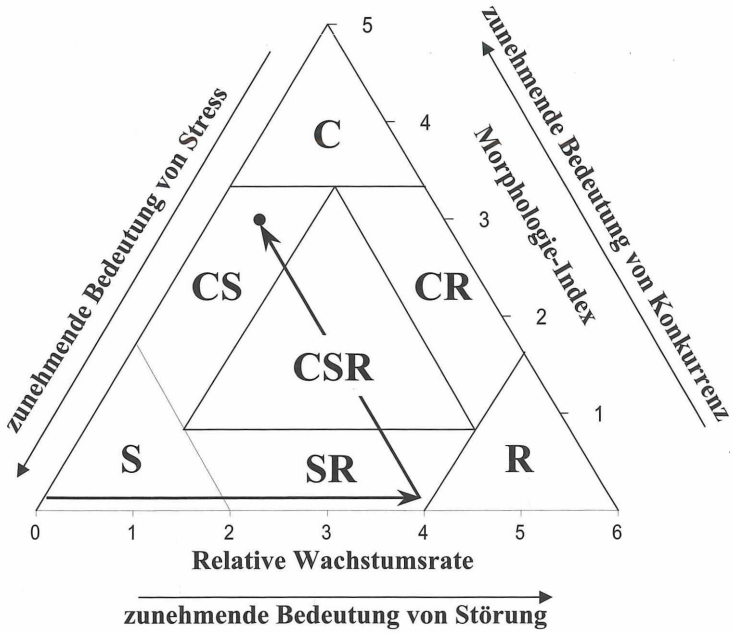


Abb. 1: Dreieck von GRIME (1974, 1979). Die Ordination von Datenpunkten erfolgt mittels Klassen von Wachstumsraten auf einer Achse, die die untere Seite, und mittels Morphologie-Indices auf einer Achse, die die rechte Seite eines gleichseitigen Dreiecks bilden. Das Beispiel zeigt eine Art mit der Wachstumsraten-Klasse 4 und dem Morphologie-Index 3 (Pfeile im Dreieck). Von den drei Seiten des Dreiecks lassen sich Informationen über das Verhältnis der Bedeutung von Konkurrenz, Stress und Störung ablesen.

summiert. Anschließend wurde der prozentuale Anteil der Summe einer Klasse an der Gesamtsumme der Prozentwerte berechnet. Daher summieren sich die Werte in den Spektren in der Regel auf 100 % für jede Aufnahme mit den folgend genannten Ausnahmen. Bei einigen Arten wurde reichlich Sporenbildung zusammen mit von Soredien bedeckter Oberfläche des Thallus beobachtet. Für diese Arten wurden zwei Ausbreitungmodi angenommen und diese Arten gehen mit doppeltem Deckungsgrad in die Bewertung ein. Alle Werte über 100 % lassen einen entsprechenden Anteil einer Art, die sich sowohl mit Sporen als auch reichlich Soredien ausbreitet, erkennen (s. Abb. 4). *Cladonia callosa* wurde nur in einer Aufnahme des *Cladonietum callosae*, und zwar steril, aufgefunden. Daher wird in der vorliegenden Arbeit hier keine Form der Ausbreitung angegeben. Die Art vermehrt sich üblicherweise überwiegend durch Sporen.

Der Artenreichtum wird u. a. durch das taxonomische Konzept beeinflusst. Für die Berechnung wurden hier die in Tab. 4 getrennt aufgeführten Taxa zugrunde gelegt. Neben dem Artenreichtum von Flechten wurde der jeweilige Beitrag der Wuchsformen Krusten-, Blatt- oder Krustenflechten und der Artenreichtum von Gefäßpflanzen und Moosen berechnet.

4. Ergebnisse

4.1. Flechtenreiche Mikrogesellschaften und Pflanzengesellschaften

Von den insgesamt 64 Aufnahmen aus Deutschland in Beständen der Klasse *Koelerio-Corynephoretea* wurden 41 dem *Spergulo-Corynephoretum* zugeordnet, von den 52 Aufnahmen aus Dänemark 31 dem *Violo-Corynephoretum*. Die restlichen vier Aufnahmen stammen aus Beständen der Klasse *Ammophiletea*.

Bis auf zwei Aufnahmen konnten alle Mikrogesellschaften in die Klasse *Ceratodonto-Polytrichetea*, die Ordnung *Peltigeretalia* und in die drei Verbände *Baeomycion rosei*, *Clado-*

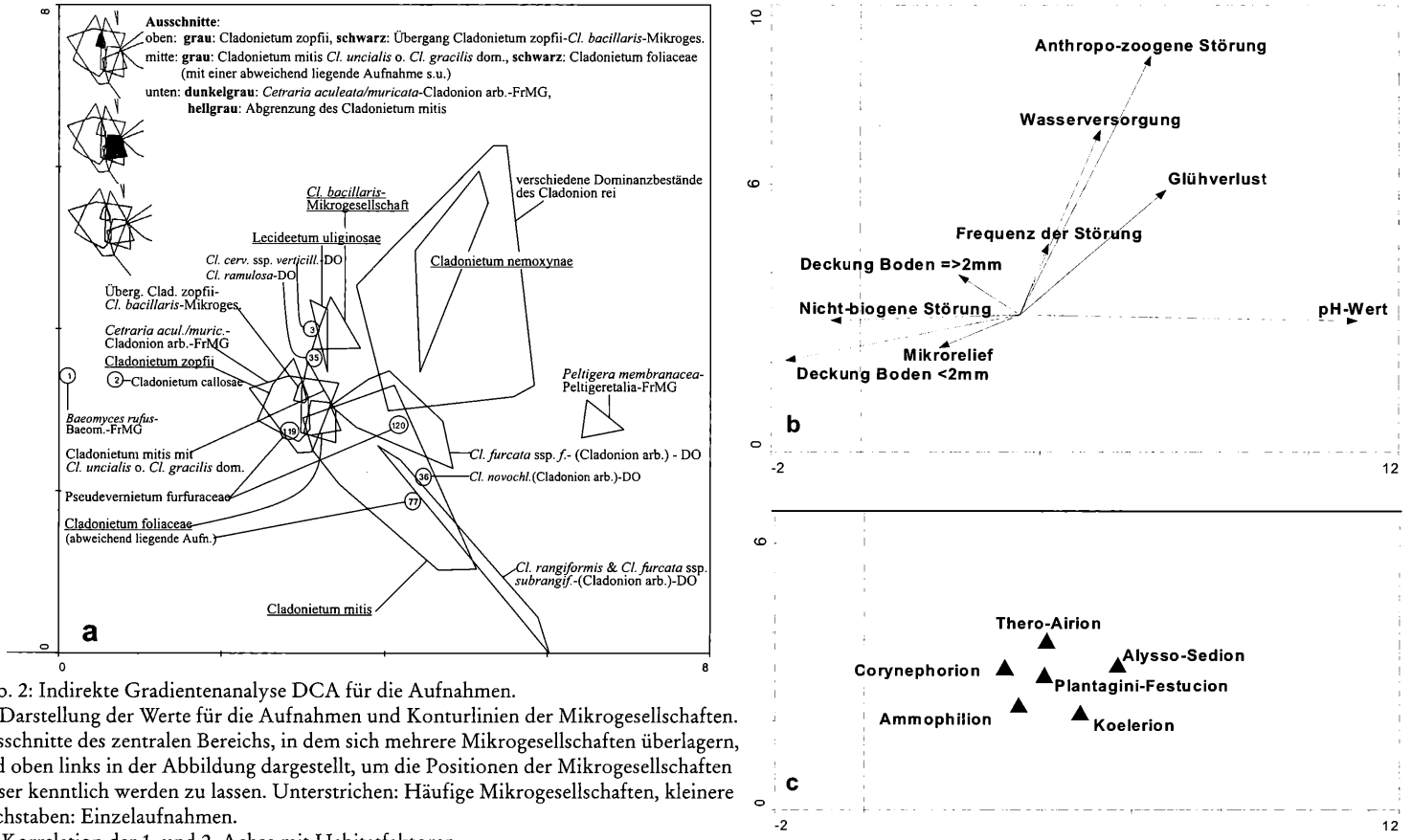


Abb. 2: Indirekte Gradientenanalyse DCA für die Aufnahmen.
2a: Darstellung der Werte für die Aufnahmen und Konturlinien der Mikrogesellschaften. Ausschnitte des zentralen Bereichs, in dem sich mehrere Mikrogesellschaften überlagern, sind oben links in der Abbildung dargestellt, um die Positionen der Mikrogesellschaften besser kenntlich werden zu lassen. Unterstrichen: Häufige Mikrogesellschaften, kleinere Buchstaben: Einzelaufnahmen.
2b: Korrelation der 1. und 2. Achse mit Habitatfaktoren.
2c: Korrelation der 1. und 2. Achse mit Verbänden.
Quantitative Variablen sind als Pfeile, nominale (Verbände) als Schwerpunkte dargestellt. Eigenwert der 1. Achse: 0,660, der 2. Achse 0,458.

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

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

Tab. 2: Aufgenommene Microcoena und ihr Vorkommen in Coena der Klassen *Koelerio-Corynephoretea* und *Ammophiletea*.
(Jeweils Anzahl der Aufnahmen; Sortierung nach PAUS (1997), bzw. POTT (1995)).

(Abkürzungen: *Cl.*: *Cladonia* DO: Dominanzbestand FrMG: Fragment-Mikrogesellschaft MG: Mikrogesellschaft)	Koelerio-Corynephoretea															Ammophiletea
	Corynephoretalia												Fest.-Sedet.		Sed.-Scle.	Ammophiletalia
	Corynephorion			Thero-Airion							Koelerion aren.		Plan.-Festucion		Aly.-Sedi.	Ammophilion
	Spergulo-Corynephoretum	Violo-Corynephoretum	*Campylopus introflexus*-Ges.	*Agrostis coarctata*-Ges.	Thymo-Festucetum ovinae	fragment. Airetum praecocis	Airo caryophyll.-Festucetum ovin.	fragment. Thero- Airion	Carici arenariae-Airetum praec.	*Carex arenaria*-Ges.	Tortulo-Phleetum arenariae	Festuco-Galietum veri	*Agrostis capillaris*-Ges.	Diantho-Armerietum	Saxifr.tridact.-Poetum compressae	Elymo-Ammophiletum
	D	DK	DK	D	D	D	D	D	DK	DK	DK	DK	D	D	D	DK
Ceratodonto-Polytrichetea, Peltigeretalia, Baeomycion rosei																
Baeomyces rufus-Baeomycion rosei-FrMG	1															
Cladonietum callosae													1			
Cl. cervicornis ssp. *verticillata*-DO	1															
Lecideetum uliginosae	3															
Ceratodonto-Polytrichetea, Peltigeretalia, Cladonion arbusculae																
Cladonietum zopfii	6	11														
Übergang Cladonietum zopfii-*Cl. bacillaris*-MG	5															
Cl. bacillaris-MG	5		1													
Cl. ramulosa-DO	1															
Cl. novochorophaea-DO												1				
Cladonietum mitis	5	1		3					1	1		3	2			3
Cladonietum mitis mit *Cl. uncialis* ssp. *biuncialis* dominant	2	4		1												
Cladonietum mitis mit *Cl. gracilis* dominant		2							1							
Cl. furcata ssp. *furcata*-DO	3				1								3			
Cladonietum foliaceae	2	6									1					1
Cetraria aculeata/muricata-Cladonion arbusculae-FrMG	6	4											1			
Cl. rangiformis-DO												3		1		
Cl. furcata ssp. *subrangiformis*-DO									1			2				
Ceratodonto-Polytrichetea, Peltigeretalia, Cladonion rei																
Cladonietum nemoxynae						1	1	1				1	1			
Cl. humilis/conista-Cladonion rei-FrMG						1	1									
Cl. chlorophaea-DO		1					1									
Cl. novochlorophaea-DO		1														
Cl. subulata-DO	1					1										
Cl. scabriuscula-Cladonion rei-FrMG												1			1	
Peltigera rufescens-Cladonion rei-FrMG															1	
Ceratodonto-Polytrichetea, Peltigeretalia, Verband?																
Peltigera membranacea-Peltigeretalia-FrMG												3				
Hypogymnietea physodis, Alectorietalia, Hypogymnion physodis																
Pseudevernietum furfuraceae		1										1				

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

Tab. 3: Flechten-Mikrogesellschaften in Sandtrockenrasen mit charakteristischen Standortfaktoren. (Abkürzungen: FrMG: Fragment-Mikrogesellschaft, *Cl.: Cladonia*)

Mikrogesellschaft	kennzeichnender Mikrohabitat-Faktor
Baeomycion rosei	
Baeomyces rufus-Baeomycion rosei-FrMG und Dibaeetum baeomycetis	schluffiger Boden, mehr Bodenfeuchte
Stereocauletum condensati	Dünenrücken und Ausblasungsmulden (PAUS 1997)
Cladonietum callosae	Wege/Erdanrisse in Heide, Halbschatten (PAUS 1997)
Pycnothelio-Cladonietum cervicornis	Grusgefüllte Rinnen auf Felsen, verdichteter Sandboden mit Kies (PAUS 1997)
Cl. cervicornis ssp. *verticillata*-Dominanzbestände	trockener als Pycnothelio-Cladonietum (PAUS 1997)
Lecideetum uliginosae	Pioniervegetation auf humusreichen Böden
Cladonion arbusculae	
Cladonietum zopfii	auf sauren, nährstoffarmen Sandböden, Dünen, v. a. mit Sandablagerung (PAUS 1997)
Cl. glauca-Dominanzbestände	bei stärkere Humusakkumulation, Abbau des Cladonietum zopfii (PAUS 1997)
Cl. bacillaris-Mikroges.	auf humusreichen Böden, oft Folgestadium des Lecideetum uliginosae, unte Einfluss von Tritt können Dominanzbestände ausgebildet werden, v. a. von *Cl. ramulosa*
Cladonietum mitis	mesische Bedingungen, empfindlich gegegn Tritt, Endstadium der Sukzession der Flechten-Mikogesellschaften
Bestände mit *Cl. gracilis* oder *Cl. uncialis* ssp. *biuncialis* dominant	frühe Stadien des Cladonietum mitis oder trockenerer Standort
Cl. furcata-Dominanzbestände	Eutrophierung (Beweidung, Staubeintrag) in Trockenrasen; natürlich auf basenreichen Felsen, z. B. Diabas; Können auch im Cladonion rei vorkommen
Cladonietum foliaceae	ähnlich Cladonietum zopfii, aber mehr Sommerwärme und geringfügig basenreichere Böden (PAUS 1997)
Cetraria aculeata/muricata-Cladonion arbusculae-FrMG	Störung durch Tritt oder auf sehr bewegtem Substrat
Cl. rangiformis- oder *Cl. furcata* spp. *subrangiformis*-Dominanzbestände	kalkhaltigeres Substrat
Cladonion rei	
Cladonietum nemoxynae (mit Fragment-Mikrogesellschaften und Dominanzbeständen von *Cl. humilis/conista*, *Cl. chlorophaea*, *Cl. subulata*, *Cl. furcata*, *Cl. scabriuscula*, *Peltigera rufescens*)	anthropogene Standorte wie abgeschobene Äcker, Bahngleise, Bergbau-Deponien, Kiesgruben, aber auch an Wegrändern; in Trockenrasen Eutrophierungszeiger
Verband?	
Peltigera membranacea-Peltigeretalia-FrMG	höhere Luftfeuchte, in dichterer Vegetation
Hypogymnion physodis	
Pseudevernietum furfuraceae	primär epiphytisch, aber an der Küste regelmäßig auf verfestigten Sanden (OTT 1987, WESTHOFF 1991)

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

nion arbusculae, dem umfangreichsten mit 94 der insgesamt 120 Aufnahmen, und *Cladonion rei* eingeordnet werden. Der Verband *Cladonion arbusculae* enthält recht unterschiedliche Mikrogesellschaften wie die *Cl. bacillaris*-Mikrogesellschaft, in der kleine *Cladonia*-Arten mit meist stäbchen- oder becherförmigen Podetien aspektbestimmend sind, oder das von großen Rentierflechten dominierte *Cladonietum mitis.*

Die meisten Mikrogesellschaften wurden in beiden Untersuchungsgebieten und in mehreren Pflanzengesellschaften aufgenommen (Tab. 2). Im *Spergulo-Corynephoretum* wurden 13 und im *Violo-Corynophoretum* 8 Mikrogesellschaften unterschiedlichen Ranges gefunden. Hinsichtlich der Phytocoena gab es keine Überlappung zwischen den Untersuchungsgebieten, solange man das *Violo-Corynephoretum* als eigene Assoziation fasst. Die Mikrogesellschaft *Cladonietum zopfii* wurde ausschließlich im *Spergulo-Corynephoretum* und *Violo-Corynephoretum* gefunden, überwiegend auch das *Cladonietum foliaceae* und die *Cetraria aculeata/muricata-Cladonion arbusculae*-Fragment-Mikrogesellschaft.

Der ausgeprägteste floristische Gradient (1. DCA-Achse, Abb. 2a, 2b) korreliert am stärksten positiv mit dem pH-Wert und mit dem Vorkommen in Gesellschaften des *Koelerion arenariae*, negativ mit dem Vorkommen in Gesellschaften des *Corynephorion* (beide Abb. 2c). Die zweite DCA-Achse korreliert am stärksten mit der Intensität anthropo-zoogener Störung (Abb. 2b). Für die Mikrogesellschaften *Cladonietum zopfii* und die *Cetraria aculeata/muricata-Cladonion arbusculae*-Fragment-Mikrogesellschaft lassen sich kalkfreie Sande mit unbedeutendem Einfluss anthropo-zoogener Störung in *Corynephorion*-Beständen als Habitate (Abb. 2a–c) ablesen. Ähnliche Präferenzen zeigt auch das *Cladonietum foliaceae*, aber die Positionen der Aufnahmen sind auf der 1. Achse geringfügig zu höheren pH-Werten verschoben.

Lecideetum uliginosae und *Cl. bacillaris*-Mikrogesellschaft sind floristisch sehr ähnlich. Die Position der Aufnahmen auf der 2. Achse ist verglichen zu denen der vorher genannten Mikrogesellschaften geringfügig zu mehr anthropo-zoogener Störung und höherem Humusgehalt (Glühverlust) verschoben.

Die Aufnahmen des *Cladonietum mitis* erstrecken sich über einen weiten Bereich der ersten DCA-Achse, ihre Position auf der Achse zeigt deutlich negative Korrelation mit anthropo-zoogener Störung. Die Aufnahmen der *Cladonia furcata* ssp. *furcata*-Bestände überlappen sich mit den Aufnahmen des *Cladonietum mitis*, die auf der zweiten DCA-Achse am weitesten zu höherer anthropo-zoogene Störung angeordnet sind (Abb. 2a, 2b).

Cladonia rangiformis- und *Cladonia furcata* ssp. *subrangiformis-Cladonion arbusculae*-Fragment-Mikrogesellschaften und die *Peltigera membranacea-Peltigeretalia*-Fragment-Mikrogesellschaft sind mit höheren pH-Werten in weitgehend ungestörten Habitaten (Abb. 2a, 2b) mit einem Schwerpunkt im *Koelerion arenariae* (Abb. 2c) korreliert. Die Aufnahmen des *Cladonion rei* sind ebenfalls mit höheren pH-Werten, aber deutlich anthropo-zoogen beeinflussten Standorten verknüpft (Abb. 2a, 2c). Es gibt keine Überlappung der Mikrogesellschaften des *Cladonion rei* mit denen der Trockenrasen auf nährstoffarmem Substrat (*Cladonietum zopfii, Cladonietum foliaceae*).

Die Aufnahmen von Mikrogesellschaften des *Cladonion rei* wurden weit über die Phytocoena gestreut gefunden: die 15 Aufnahmen waren auf 8 Pflanzengesellschaften in 5 Verbänden verteilt, vorwiegend in Aufnahmen aus Deutschland (Tab. 2). Außerdem wurden viele Dominanzbestände und Fragment-Mikrogesellschaften des *Cladonion rei* aufgenommen (Tab. 2).

4.2. Artenreichtum

In Sandtrockenrasen waren mehr als 10 Flechtenarten in einer Aufnahme von 0,25 m² keine Seltenheit. Der Artenreichtum der Flechten wurde in den untersuchten Aufnahmen meistens durch Strauchflechten bedingt, vorherrschend Arten der Gattung *Cladonia*. Maximal 22 Flechtenarten wurden in dieser Untersuchung in einer Aufnahme des *Cladonietum zopfii* im *Violo-Corynephoretum* aus Dänemark gefunden zusammen mit zwei Moos- und einer Gefäßpflanzen-Spezies (Aufn. 22, Tab. 4 im Anhang). Maximal 41 Arten, davon 20

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

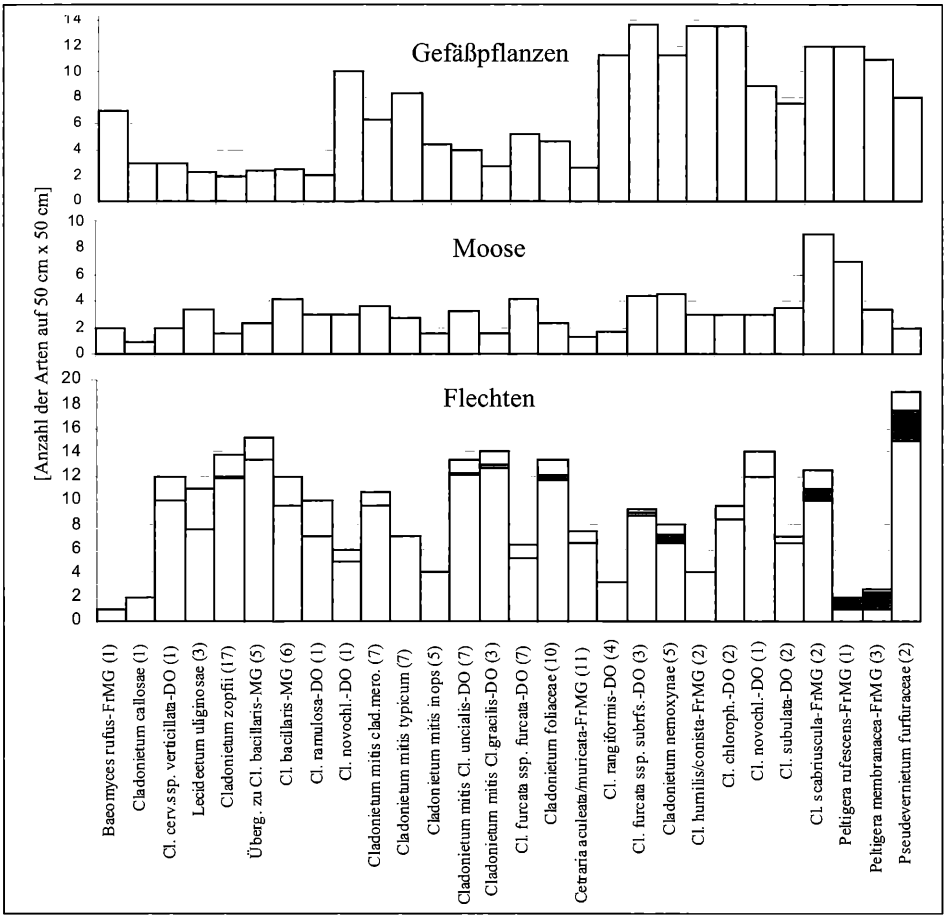


Abb. 3: Anteil am Artenreichtum auf 50 cm x 50 cm großen Aufnahmeflächen: Gefäßpflanzen, Moose und Flechten und Wuchsformen der Flechten (hellgrau: Strauchflechten, dunkelgrau Krustenflechten, schwarz: Blattflechten).
y-Achse: Mittelwerte bzw. Werte der Zahl der Arten. Zahl in Klammern hinter den Mikrogesellschaften: Zahl der jeweils eingehenden Aufnahmen.

Flechten, 8 Moose und 13 Gefäßpflanzen, wurden in einer *Cl. scabriuscula-Cladonion rei*-Fragment-Mikrogesellschaft in einem Bestand des *Festuco-Galietum veri* in Dänemark aufgenommen (Aufn. 114, Tab. 4).

Der Artenreichtum der Mikrogesellschaften des *Baeomycion rosei* war meist gering, höher in denen des *Cladonion arbusculae*. Die meisten Dominanzbestände oder Fragment-Mikrogesellschaften wiesen ebenfalls geringere Artenzahlen auf. Veränderungen innerhalb einer Mikrogesellschaft konnten für die Subassoziationen des *Cladonietum mitis* beobachtet werden. Der mittlere Artenreichtum nahm vom *C. m. cladonietosum merochlorophaeae* zum *C. m. inops* deutlich ab (Abb. 3).

In den Mikrogesellschaften auf Böden mit höherem pH-Wert (*Cl. rangiformis* und *Cl. furcata* ssp. *subrangiformis-Cladonion arbusculae*-Fragment-Mikrogesellschaften, Gesellschaften des „Mikro"verbandes *Cladonion rei*, *Peltigera membranacea-Peltigeretalia*-Fragment-Mikrogesellschaft) war der Anteil von Gefäßpflanzen am Artenreichtum höher. Hier konnten auch mehr Moosarten gefunden werden. In den Mikrogesellschaften, die in Gesellschaften des *Corynephorion* und auf nährstoffarmen, sauren Sanden gefunden wurden (Abb. 2), v. a. dem

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

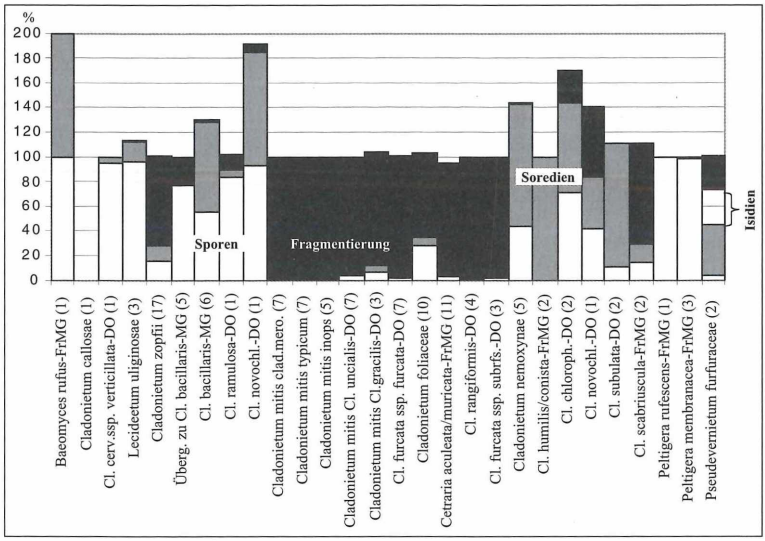


Abb. 4: Quantitatives Spektrum der wichtigsten Ausbreitungsmodi der Flechten (weiß: Sporen, schwarz: Fragmentierung, grau: Soredien, gesondert gekennzeichnet: Isidien).
y-Achse: Mittelwerte, bzw. Werte der prozentualen Anteile der Kategorien; Zahl in Klammern hinter den Mikrogesellschaften: Zahl der jeweils eingehenden Aufnahmen. – Einige Arten für die 2 Haupt-Ausbreitungsmodi beobachtet wurden, gingen mit doppeltem Deckungsgrad in die Bewertung ein. Alle Werte über 100 % bedeuten einen entsprechenden Anteil einer Art, die zugleich reichlich Sporen und Soredien bildete. *Cladonia callosa* wurde nur steril in einer Aufnahme des *Cladonietum callosae* gefunden, daher ist hier keine Form der Ausbreitung angegeben (üblicherweise durch Sporen).

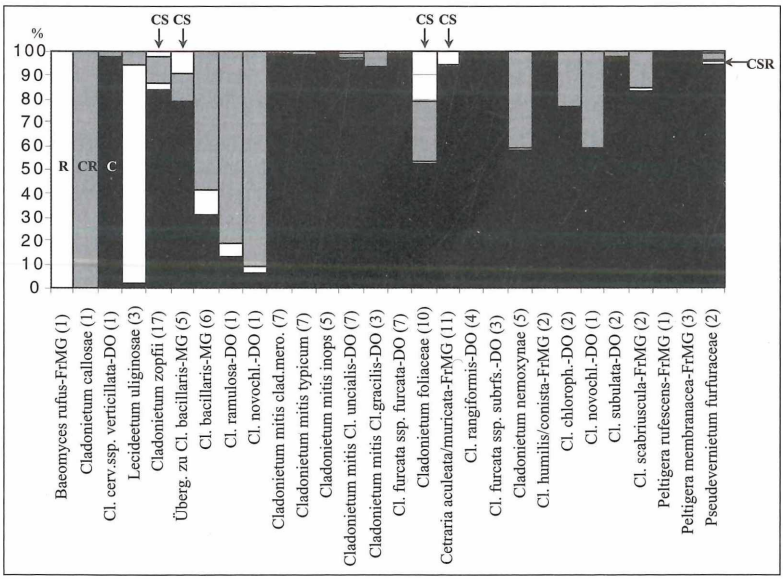


Abb. 5: Quantitatives Spektrum der Strategietypen von Grime für Flechten.
Weiß: Ruderalstrategen (R), schwarz: Konkurrenzstrategen (C), grau: Konkurrenz-Ruderal-Strategen (CR), gesondert gekennzeichnet: Konkurrenz-Stress-Strategen (CS) und Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen (CSR).
y-Achse: Mittelwerte bzw. Werte der prozentualen Anteile der Kategorien; Zahl in Klammern hinter den Mikrogesellschaften: Zahl der jeweils eingehenden Aufnahmen.

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

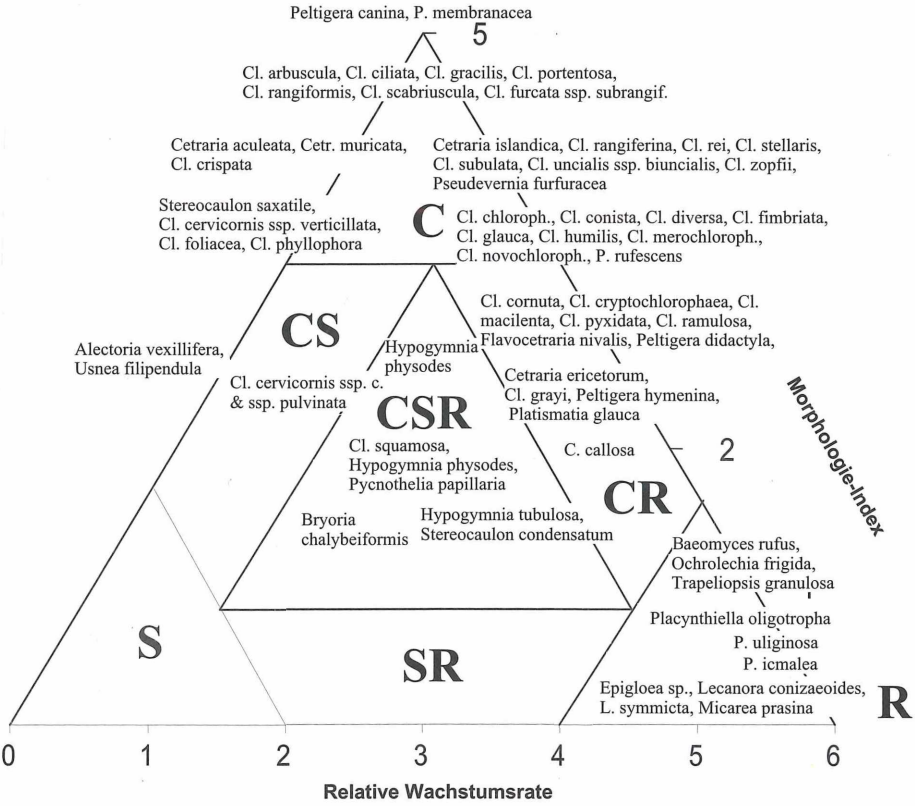


Abb. 6: Trianguläre Ordination („Dreieck von Grime") der Flechtenarten nach GRIME (1974, 1979) mittels der Klasse der relativen Wachstumsrate und des Morphologie-Index.

Cladonietum zopfii und dem *Cladonietum foliaceae*, überwogen deutlich die Flechten. Der hohe Artenreichtum an Flechten in den Aufnahmen des *Pseudevernietum furfuraceae*, einer üblicherweise artenarmen epiphytischen Gesellschaft, erklärt sich durch Einmischung von Arten des *Cladonietum zopfii*.

Gemittelt über alle Aufnahmen betrug der Artenreichtum der Flechten in Deutschland 8,8, in Dänemark 11,3. Sowohl im *Cladonietum zopfii* als auch im *Cladonietum foliaceae* wurden im Mittel in Deutschland weniger Arten gefunden als in Dänemark (*Cladonietum zopfii* D: 10,8, DK 15,5, *Cladonietum foliaceae* D: 11,5, DK 14,0; Tab. 5).

4.3. Ausbreitungsmodi und Strategietypen

Die Arten der Mikrogesellschaften des *Baeomycion rosei* und der *Cl. bacillaris*-Mikrogesellschaft (mit den beiden nahestehenden Dominanzbeständen) aus dem *Cladonion arbusculae* zeigten meist Ausbreitung durch Sporen oder durch Soredien und Sporen (Abb. 4). Es überwogen Ruderalstrategen bzw. Konkurrenz-Ruderal-Strategen (Abb. 5). In den meisten Mikrogesellschaften des *Cladonion arbusculae* dominierten Konkurrenzstrategen mit Ausbreitung durch Fragmentierung. In den Mikrogesellschaften des *Cladonion rei* überwogen ebenfalls Konkurrenzstrategen, aber meist mit Ausbreitung durch Soredien, mit Ausnahme der Bestände von *Cl. scabriuscula* (Fragmentierung). Die großen Blattflechten *Peltigera membranacea* und *P. rufescens* vermehrten sich überwiegend durch Sporen. Isidien wurden in den untersuchten Beständen nur im *Pseudevernietum furfuraceae* gefunden.

Zwar kamen von den Strategietypen nach Grime bis auf Stressstrategen und Stress-Ruderal-Strategen alle in den Aufnahmen vor, aber die meisten Flechtenarten waren entwe-

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

der Konkurrenz-Ruderal-Strategen, z. B. *Cl. macilenta*, typisch für die *Cl. bacillaris*-Mikrogesellschaft, oder Konkurrenzstrategen, z. B. *Cl. arbuscula*, *Cl. portentosa*, charakteristisch für das *Cladonietum mitis*. *Cladonia zopfii* und *Cladonia foliaceae* sind als geringfügig weniger kompetitiv eingestuft. *Cl. rangiferina* und *Cl. stellaris* wurden in dieser Untersuchung als weniger konkurrenzkräftig bewertet als die übrigen Rentierflechten, da sie in den Untersuchungegebieten nur in Polstern mit geringerem Durchmesser gefunden wurden.

Konkurrenzstrategen erreichten in den meisten Aufnahmen hohe Deckungswerte. Die konkurrenzkräftigsten Arten, die in dieser Untersuchung gefunden wurden, sind die großen Blattflechten *Peltigera canina* und *P. membranaceae*, die genau in der Spitze des Dreiecks positioniert wurden (Abb. 6).

Nur wenige Arten sind Ruderalstrategen. Es handelt sich um Krustenflechten, zumeist um die dominanten Arten des *Lecideetum uliginosae* und der *Baeomyces rufus-Baeomycion rosei*-Fragment-Mikrogesellschaft (Abb. 5, 6)

5. Diskussion

Da die Kryptogamen-Mikrogesellschaften in Nordwesteuropa schon gut bearbeitet sind (v. a. DREHWALD & PREISING 1991, DREHWALD 1993, MARSTALLER 1993, PAUS 1997), stehen hier nur wenige syntaxonomische Anmerkungen zur Diskussion. Eine dem *Cladonietum rei* Paus 1997 entsprechende Mikrogesellschaft wurde bereits von LOOMAN (1964) als *Cladonietum nemoxynae* aus kanadischen Trockenrasen beschrieben. *Cladonia nemoxyna* ist synonym zu *Cladonia rei*. Der Name *Cladonietum nemoxynae* Looman 1964 hat Priorität. Kontinentübergreifendes Vorkommen ist für Kryptogamen-Mikrogesellschaften durchaus nicht ungewöhnlich (u. a. AHTI & OKSANEN 1990, BÜLTMANN 2005).

Cetraria muricata-Bestände wurden von PAUS (1997) zum *Baeomycion rosei*, *Cetraria aculeata*-Bestände zum *Cladonion arbusculae* gestellt. Da die Arten in dieser Arbeit standörtlich gleich vorkamen und außerdem der Artrang von *Cetraria muricata* bezweifelt wird (z. B. VAN HERK & APTROOT 2004), wurden in der vorliegenden Arbeit beide dem *Cladonion arbusculae* zugeordnet.

Die als *Peltigera membranacea-Peltigeretalia*-Fragment-Mikrogesellschaft bezeichnete Einheit ließ sich mangels Kennarten keinem Verband zuordnen und gehört möglicherweise zu Moosgesellschaften der Klasse *Hylocomietea splendentis* Gillet 1986 ex Marst. 1993. Weitere Aufnahmen sind für eine sichere Einordnung nötig.

Die Präferenz der *Peltigera*-Arten mit *Nostoc* als Photobiont (v. a. *P. canina, P. membranacea, P. praetextata, P. rufescens*) für höhere pH-Werte hat physiologische Gründe (AHMADJIAN 1993, GRIES 1996). Ebenfalls physiologische Gründe sind vermutlich für das schnelle Wachstum dieser großen, Konkurrenzstrategen verantwortlich (Luftstickstoffassimilation der Cyanobakterien, CO_2-Konzentrierungsmechanismus (BADGER et al. 1993)).

Aus den Flechten-Mikrogesellschaften lassen sich Informationen über natürliche Mikrohabitate, anthropo-zoogener Störung und Eutrophierung ableiten (Tab. 3).

Die meisten der von PAUS (1997) für Sandtrockenrasen angegebenen Mikrogesellschaften wurden auch in der vorliegenden Untersuchung aufgenommen. Sukzession von Flechten beginnt meist mit Gesellschaften des *Baeomycion rosei*, dem *Lecideetum uliginosae* auf humusreichen Böden, einer häufigen, meist kleinflächigen „Nano"-Gesellschaft, die regelmäßig in Sandtrockenrasen und Heiden vorkommt. Die Mikrogesellschaft wurde sowohl in der vorliegenden Untersuchung als auch von PAUS (1997) im *Spergulo-Corynephoretum*, nicht aber im *Violo-Corynephoretum* aufgenommen. Sie ist möglicherweise empfindlich gegen Übersandung.

Sukzession auf Sand beginnt oft mit dem *Racomitrio-Polytrichetum piliferi* Herzog ex Hübschm. 1967 (DREHWALD & PREISING 1991) oder, bei Sandausblasung, mit dem heute seltenen *Stereocauletum condensati*. Dieses wird von PAUS (1997) als eine Kenn-Synusie des *Spergulo-Corynephoretums* eingestuft.

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

An das *Lecideetum uliginosae* kann sich auf humusreichen Böden die *Cl. bacillaris*-Mikrogesellschaft anschließen, mit überwiegend kleineren *Cladonia*-Arten. Auf Sand folgen den Pionierstadien dann das *Cladonietum zopfii* oder das *Cladonietum foliaceae*. Das *Cladonietum zopfii* bevorzugt Dünen mit noch aktiver Sandablagerung, das *Cladonietum foliaceae* v. a. sonnige, sommerwarme Standorte mit geringfügig höheren pH-Werten (s. a. PAUS 1997). Unter sehr trockenen, nährstoffarmen Bedingungen bei noch leichter Sandbewegung können sie Dauergesellschaften bilden (s. a. MAGNUSSON 1982, PAUS 1997). Vor allem *Cladonia zopfii* ist in den letzten Jahrzehnten durch die Konkurrenz des neophytischen Mooses *Campylopus introflexus* eine neue Gefahr erwachsen (BIERMANN 1999, KETNER-OOSTRA 2004).

Das *Cladonietum mitis* gilt als Endstadium der Flechtensukzession und kann sowohl auf humusreichen Böden als auch auf Sandböden erreicht werden (MAGNUSSON 1982, PAUS 1997). Aspektbestimmend sind die konkurrenzkräftigen Rentierflechten. Stadien mit *Cl. gracilis* oder *Cl. uncialis* können frühe Stadien einer progressiven Entwicklung zum *Cladonietum mitis* oder Dauergesellschaften trockenerer Standorte sein.

Die Sukzession der Flechtenvegetation spiegelt sich in Ausbreitungsmodi, Strategietypen und Artenreichtum wider. Die Ausbreitungsmodi ändern sich von zuerst meist Sporen über meist Soredien zu Fragmentierung, die Strategien von Ruderal- zur Konkurrenzstrategie. Eine überwiegende Ausbreitung durch Soredien in früheren und durch Fragmentierung in späteren Sukzessionsstadien fand auch HASSE (2005). Gelegentliche Fragmentierung fördert die Ausbreitung von Flechten (CHRISTENSEN 1988), hochfrequentes Betreten bringt Flechten zum Verschwinden (u. a. BAYFIELD et al. 1981).

Zu erkennen ist auch die für Sukzession bekannte unimodale Verteilung des Artenreichtums (HUSTON 1994): die *Cl. bacillaris*-Mikrogesellschaft, das *Cladonietum zopfii* und das *Cladonietum foliaceae* sind deutlich artenreicher als das *Lecideetum uliginosae* oder das *Cladonietum mitis.* Selbst innerhalb des letzteren war das frühere Stadium *C. m. cladonietosum merochlorophaeae* deutlich artenreicher als die späteren Stadien *C. m. typicum* und *C. m. inops*.

Von PAUS (1997) wurden das *Stereocauletum condensati* und das *Cladonietum zopfii* als oligohemerob, das *Cladonietum mitis* und das *Cladonietum foliaceae* als oligo- bis mesohemerob eingestuft, das *Cladonietum nemoxynae* als euhemerob.

Die oligohemeroben Gesellschaften, aber auch das seltene *Pycnothelio-Cladonietum*, können in Trockenrasen als Qualitätsmerkmal dienen (s. a. PAUS 1997). Das *Cladonietum nemoxynae* dagegen ist in Trockenrasen kein Qualitätsmerkmal. Die Mikrogesellschaft kommt wohl natürlich in kontinentalen Trockenrasen vor (LOOMAN 1964), zeigt aber im ozeanischen Klima anthropo-zoogene Störung und Eutrophierung an.

Flechtenreiche Trockenrasen gehören in unseren Breiten zu den schützenswerten Beständen mit recht ansehnlichem Artenreichtum. Die publizierten Artenzahlen in Aufnahmen sind oft geringer, da eine gründliche Bearbeitung der Flechten gute Vorkenntnisse voraussetzt. Außerdem können nur kleinere Aufnahmeflächen wirklich gründlich abgesucht werden. – Verglichen mit flechtenreichen Gesellschaften der Alpen oder Arktis ist der Artenreichtum in flechtenreichen Sandtrockenrasen als mäßig zu beurteilen. In Tundra-Vegetation können durchaus 30–50 Flechtenarten auf Flächen von weniger als 1 m² gefunden werden (AHTI & OKSANEN 1990, BÜLTMANN & DANIËLS 2000, 2001, LÜNTERBUSCH & DANIËLS 2000, 2004).

In den gemäßigten Breiten kommen auf Erde nur die schnellwachsenden Arten, Ruderal-, Konkurrenz-Ruderal- oder Konkurrenzstrategen, vor. Langsam wachsende Stressstrategen sind auf epilithische oder epiphytische Standorte beschränkt. Der Schwerpunkt gut entwickelter, artenreicher Flechtenvegetation liegt deutlich im *Corynephorion* (s. auch PAUS 1997), in Habitaten gekennzeichnet durch Trockenheit und Nährstoffarmut mit oft bewegtem Substrat, Faktoren, die die Konkurrenzkraft von Gefäßpflanzen verringern. In Trockenrasen-Beständen anderer Verbände der *Koelerio-Corynephoretea* und anderer Klassen stellen Flechten in der Regel meist einen eher unbedeutenden Anteil (z. B. DOLNIK 2003, BOCH & DENGLER 2004, DENGLER 2005).

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

Eine Gemeinsamkeit aller flechtenreicher Bestände, ob in arktischer Vegetation oder Sandtrockenrasen, ist das Fehlen einer geschlossenen Vegetationsdecke von konkurrenzkräftigen Gefäßpflanzen. Ein hoher Artenreichtum von Flechten in Trockenrasen wird daher nur erreicht, wenn die Konkurrenzkraft der Gefäßpflanzen herabgesetzt ist. In Gebirgen und der Arktis sorgen Erosion und Kryoturbation für Störung. Die Bedeutung von Störung auch für Sandtrockenrasen ist inzwischen in einer Zahl von Publikationen gezeigt worden (z. B. HASSE et al. 2002, JENTSCH et al. 2002, JENTSCH 2004).

Nicht-biogene Störung, v. a. durch Einfluss von Wind, ist am besten geeignet für den Erhalt der seltenen Mikrogesellschaften in Sandtrockenrasen. In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich das in der besseren Ausprägung der in Dänemark meist in großflächigen Dünenlandschaften aufgenommenen Bestände mit einem größeren Anteil der gute Qualität anzeigenden Mikrogesellschaften *Cladonietum zopfii* und *Cladonietum foliaceae* und außerdem mit höherem Artenreichtum an Flechten (s. a. BIERMANN 1999).

Beweidung als Maßnahme in Sandtrockenrasen muss mit Vorsicht angewendet werden, da oft gleichzeitig eine Eutrophierung erfolgt, die eine deutliche Verschlechterungen der Kryptogamen-Vegetation bewirkt (Ausbildung von *Cl. furcata*-Dominanzbeständen).

Langfristig wirksam sind großflächige vegetationszerstörende Maßnahmen (s. HASSE et al. 2002), die aktive Dünenbewegung ermöglichen und dabei Habitate mit Sandüberwehung und Sandausblasung für die gefährdeten Flechten-Mikrogesellschaften, auch als Dauergesellschaften, schaffen.

Danksagung

Besonderer Dank gilt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Finanzierung des Projektes „Erdflechten", welches hier ausschnittsweise vorgestellt wird. Gedankt sein soll auch den Organisatoren der 1. Jahrestagung der AG Trockenrasen, Dr. Ute Jandt und Dr. Jürgen Dengler, die den Anstoß zu dieser Publikation gegeben haben.

Literatur

AG BODEN (1996): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Aufl., berichtigter Nachdruck. – Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 392 S.

AHMADJIAN, V. (1993): The lichen symbiosis. – John Wiley & Sons, New York: 250 S.

AHTI, T. & OKSANEN, J. (1990): Epigeic lichen communities of taiga and tundra regions. – Vegetatio 86: 39–70. Dordrecht.

BADGER, M. R., PFANZ, H., BÜDEL, B., HEBER, U. & LANGE, O. L. (1993): Evidence for the functioning of photosynthetic CO_2-concentrating mechanisms in lichens containing green algal and cyanobacterial photobionts. – Planta 191: 57–70. Berlin, Heidelberg.

BARKMAN, J. J. (1973): Synusial approach to classification. – In: WHITTAKER, R. H. (Edit.): Handbook of vegetation science, part V: ordination and classification of vegetation: 436–491. Junk, The Hague.

BAYFIELD, N. G. (1981): Susceptibility of four species of *Cladonia* to disturbance by trampling in the Cairngorm Mountains, Scotland. – J. Appl. Ecol. 18: 303–310. Oxford.

BIAZROV, L. G. (1990): Lichen sinusia and the structure of biogeocoenoses. – Zhurnal obshchei biologii 51: 632–641. Moskau.

BIERMANN, R. (1999): Vegetationsökologische Untersuchungen der *Corynephorus canescens*-Vegetation der südlichen und östlichen Nordseeküste sowie der Kattegatinsel Læsø unter besonderer Berücksichtigung von *Campylopus introflexus*. – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamburg 59: 1–148. Kiel.

BOCH, S. & DENGLER, J. (2004): Die Trockenrasen der Insel Saaremaa (Estland): Charakterisierung und Phytodiversität (erste Ergebnisse). – Kiel. Not. Pflanzenkd. Schleswig-Holstein Hamb. 32: 3–8. Kiel.

BÜLTMANN, H. (2005): Syntaxonomy of arctic terricolous lichen vegetation, including a case study from Southeast Greenland. – Phytocoenologia 36 (im Druck). Berlin, Stuttgart.

– (eingereicht): Strategies of terricolous lichens in the temperate, boreal and arctic zone. – J. Veg. Sci., Uppsala.

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

– & DANIËLS, F. J. A. (2000): Biodiversity of terricolous lichen vegetation. – Ber. d. Reinh. Tüxen. Ges. 12: 393–397. Hannover.

– & – (2001): Lichen richness – biomass relationship in terricolous lichen vegetation on non-calcareous substrates. – Phytocoenologia 31: 537–570. Berlin, Stuttgart.

CHRISTENSEN, S. N. (1988): The ability of selected epigeic lichens to colonize bare sand. – Graphis Scripta 2: 60–68. Kopenhagen.

CRITTENDEN, P. D., KALUCKA, I. & OLIVER, E. (1994): Does nitrogen supply limit the growth of lichens. – Crypt. Bot. 4: 143–155. Stuttgart.

DENGLER, J. (2005): Zwischen Estland und Portugal – Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Phytodiveristätsmustern europäischer Trockenrasen. – Tuexenia 25: 387–405. Göttingen.

DÍAZ, S., HODGSON, J. G., THOMPSON, K., CABIDO, M., CORNELISSEN, J. H. C., JALILI, A., MONTSERRAT-MARTÍ, G., GRIME, J. P., ZARRINKAMAR, F., ASRI, Y., BAND, S. R., BASCONCELO, S., CASTRO-DÍEZ, P., FUNES, G., HAMZEHEE, B., KHOSHNEVI, M., PÉREZ-HARGUINDEGUY, N., PÉREZ-RONTOMÉ, M. C., SHIRVANY, F. A., VENDRAMINI, F., YAZDANI, S., ABBAS-AZIMI, R., BOGAARD, A., BOUSTANI, S., CHARLES, M., DEHGHAN, M., DE TORRES-ESPUNY, L., FALCZUK, V., GUERRERO-CAMPO, J., HYND, A., JONES, G., KOWSARY, E., KAZEMI-SAEED, F., MAESTRO-MARTÍNEZ, M., ROMO-DÍEZ, A., SHAW, S., SIAVASH, B., VILLAR-SALVADOR, P. & ZAK, M. R. (2004): The plant traits that drive ecosystems: Evidence from three continents. – J. Veg. Sci. 15: 295–304. Uppsala.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. – Ulmer, Stuttgart: 683 S.

DOLNIK, C. (2003): Artenzahl-Areal-Beziehungen von Wald- und Offenlandgesellschaften – Ein Beitrag zur Erfassung der botanischen Artenvielfalt unter besonderer Berücksichtigung der Flechten und Moose am Beispiel des Nationalparks Kurischen Nehrung (Russland). – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamb. 62: 183 S., Kiel.

DREHWALD, U. (1993): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Flechtengesellschaften. – Natursch. Landschaftspf. Niedersachsen 20(10): 1–124. Hannover.

–, PREISING, E. (1991): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Moosgesellschaften. – Natursch. Landschaftspf. Niedersachsen 20(9): 1–202. Hannover.

DURING, H. J. (1992): Ecological classification of bryophytes and lichens. – In: BATES, J. W. & FARMER, A. M. (Edits.): Bryophytes and lichens in a changing environment: 1–31. Clarendon Press, Oxford.

FRAHM, J.-P. (1998): Moose als Bioindikatoren. – Biologische Arbeitsbücher 57. Quelle & Meyer, Wiesbaden: 187 S.

FRANK, D. & KLOTZ, S. (Edits.) (1990): Biologisch-ökologische Daten zur Flora in der DDR. 2. Aufl. – Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg 32 (P41): 1–167. Halle (Saale).

GONDARD, H., JAUFFRET, S., ARONSON, J. & LAVOREL, S. (2003): Plant functional types: a promising tool for management and restoration of degraded lands. – Appl. Veg. Sci. 6: 223–234. Uppsala.

GRIES, C. (1996): Lichens as indicators of air pollution. – In: NASH III, T. H. (Edit.): Lichen biology: 240–254. Cambridge University Press, Cambridge.

GRIME, J. P. (1974): Vegetation classification by reference to strategies. – Nature 250 (5): 26–31. London.

– (1979): Plant strategies and vegetation processes. – Wiley, Chichester: 222 S.

–, THOMPSON, K., HUNT, R. & HODGSON, J. G. (1997): Integrated screening validates primary axes of specialisation in plants. – Oikos 79: 259–281. Oxford.

HASSE, T. (2005): Charakterisierung der Sukzessionsstadien im *Spergulo-Corynephoretum* (Silbergrasfluren) unter besonderer Berücksichtigung der Flechten. – Tuexenia 25: 407–424. Göttingen.

–, DANIËLS, F. J. A. & VOGEL, A. (2002): Management of an inland dunelandscape in the Netherlands. – Verh. Ges. Ökol. 32: 124. Göttingen.

HUNT, R., HODGSON, J. G., THOMPSON, K., BUNGENER, P., DUNNETT, N. P. & ASKEW, A. P. (2004): A new practical tool for deriving a functional signature for herbaceous vegetation. – Appl. Veg. Sci. 7: 163–170. Uppsala.

HUSTON, M. A. (1994): Biological Diversity – The coexistence of species on changing landscapes. – Cambridge University Press, Cambridge. 681 S.

JAHNS, H. M. & OTT, S. (1997): Life strategies in lichens – some general considerations. – In: KAPPEN, L. (Edit.): New species and novel aspects in ecology and physiology of lichens. In honour of O. L. Lange. – Bibl. Lichenol. 67: 49–67. Cramer, Stuttgart.

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

JENTSCH, A. (2004): Disturbance driven vegetation dynamics: Concepts from biogeography to community ecology, and experimental evidence from dry acidic grasslands in central Europe. – Diss. Bot. 384: 1-218. Stuttgart.

–, FRIEDRICH, S., BEYSCHLAG, W. & NEZADAL, W. (2002): Significance of ant and rabbit disturbances for seedling establishment in dry acidic grasslands dominated by Corynephorus canescens. – Phytocoenologia 32: 553–580. Berlin, Stuttgart.

KETNER-OOSTRA, R. (2004): Decline of lichen-diversity in calcium-poor coastal dune vegetation since the 1970s, related to grass and moss encroachment. – Phytocoenologia 34: 521–549. Berlin-Stuttgart.

– & VAN DER LOO, H. (1998): Is lichen-rich dry dune grassland (*Violo-Corynephoretum dunense*) on the verge of disappearing from the West-Frisian Islands, through aerial eutrophication? – Senckenbergiana Maritima 29: 45–49. Stuttgart.

KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 34: 1–519. Bonn, Bad Godesberg.

KYTÖVIITA, M.-M. & CRITTENDEN, P. D. (2002): Seasonal variation in growth rate in *Stereocaulon paschale*. – Lichenologist 34: 533–537. Cardiff.

LAWREY, J. D. (1984): Biology of lichenized fungi. – Praeger Publishers, New York: 407 S.

LOOMAN, J. (1964): Ecology of lichen and bryophyte communities in Saskatchewan. – Ecology 45: 481–491. Washington, DC.

LÜNTERBUSCH, C. & DANIËLS, F. J. A. (2000): Vergesellschaftung und Biodiversität der *Dryas integrifolia*-Vegetation in Nordwestgrönland. – Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. 12: 409–413. Hannover.

– (2004): Phytosociological aspects of *Dryas integrifolia* vegetation on moist-wet soil in Northwest Greenland. – Phytocoenologia 34: 241–270. Berlin, Stuttgart.

MAGNUSSON, M. (1982): Composition and succession of lichen communities in an inner coastal dune area in southern Sweden. – Lichenologist 14: 153–163. Cardiff.

MARSTALLER, R. (1993): Synsystematische Übersicht über die Moosgesellschaften Zentraleuropas. – Herzogia 9: 513–541. Berlin, Stuttgart.

MCCUNE, B. (1997): Influence of noisy environmental data on canonical correspondence analysis. – Ecology 78: 2617–2623. Washington, DC.

NIMIS, P. L., SCHEIDEGGER, C. & WOLSELEY, P. A. (Edits.) (2002): Monitoring with lichens –monitoring lichens. – NATO Science series IV. Earth and Environmental Sciences 7. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 408 S.

OTT, S. (1987): Die Besiedlung von Sanddünen durch Flechten. – Nova Hedwigia 45: 53–81. Berlin, Stuttgart.

PAUS, S. M. (1997): Die Erdflechtenvegetation Nordwestdeutschlands und einiger Randgebiete. – Bibl. Lichenol. 66: 1–222. Berlin, Stuttgart.

POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Auflage. – Ulmer, Stuttgart: 622 S.

PURVIS, O. W. (1997): The species concept in lichens. – In: CLARIDGE, M. F., DAWAH, H. A. & WILSON, M. R. (Edits.): Species – The units of biodiversity. – The Systematics Association Special Volume Series 54: 109–134. Chapman and Hall, London.

–, COPPINS, B. J., HAWKSWORTH, D. L., JAMENS, P. W. & MOORE, D. M. (1992): The lichen flora of Great Britain and Ireland. – Natural History Museum Publications, London: 710 S.

ROGERS, R. W. (1990): Ecological strategies of lichens. – Lichenologist 22: 149–162. Cardiff.

RUSCH, G. M., PAUSAS, J. & LEPŠ, J. (2003): Plant functional types in relation to disturbance and land use: An introduction. – J. Veg. Sci. 14: 307-310. Uppsala.

SANTESSON, R., MOBERG, R., NORDIN, A., TØNSBERG, T. & VITIKAINEN, O. (2004): Lichens and lichenicolous fungi of Fennoscandia. – Museum of Evolution, Uppsala Universitet: 359 S.

SCHOLZ, P. (2000): Katalog der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. – Schriften. Vegetationskd. 31: 1–298. Bonn, Bad Godesberg.

SCUTARI, N. C., BERTILLER, M. B. & CARRERA, A. L. (2004): Soil-associated lichens in rangelands of north-eastern Patagonia. Lichen groups and species with potential as bioindicators of grazing disturbance. – Lichenologist 36: 405–412. Cardiff.

TER BRAAK, C. J. F. & ŠMILAUER, P. (2002): CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4,5). – Microcomputer Power, Ithaka, New York: 500 S.

VAN DER MAAREL, E. (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology and ist effects on community similarity. – Vegetatio 39: 97-114. Dordrecht.

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

VAN HERK, K. & APTROOT, A. (2004): Veldgids Korstmossen. – KNNV, Utrecht: 423 S.
WESTHOFF, V. (1991): Die Küstenvegetation der westfriesischen Inseln. – Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. 3: 269–290. Hannover.
WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. – Ulmer, Stuttgart: 1006 S.
WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Ulmer, Stuttgart: 765 S.

Dr. Helga Bültmann
Institut für Ökologie der Pflanzen der Westfälischen Wilhelms-Universität
Hindenburgplatz 55
D-48143 Münster
bultman@uni-muenster.de

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

Tab. 4: Flechtenreiche Mikrogesellschaften in Koelerio-Corynephoretea- und Ammophileta-Vegetation aus Norddeutschland und Norddänemark

Baeomycion rosei
1: *Baeomyces rufus*-Baeomycion rosei-FrMG
2: Cladonietum callosae
3: *Cl. cervicornis* ssp. *verticillata*-DO
4-6: Lecideetum uliginosae
Cladonion arbusculae
7-23: Cladonietum zopfii
24-28: Übergang Cladonietum zopfii *Cl. bacillaris*-MG
29-34: *Cl. bacillaris*-MG
35: *Cl. ramulosa*-DO
36: Cl. novochlorophaea-DO
37-55: Cladonietum mitis
37-43: subass. cladonietosum merochlorophaeae
44-50: subass. typicum
51-55: inops
56-62: Cladonietum mitis *Cl. uncialis* ssp. *biuncialis* dominant
63-65: Cladonietum mitis *Cl. gracilis* dominant
66-72: *Cl. furcata* ssp. *furcata*-DO
73-82: Cladonietum foliaceae
83-93: *Cetraria aculeata/muricata*-Cladonion arbusculae-FrMG
94-97: *Cl. rangiformis*-DO
98-100: *Cl. furcata* ssp. *subrangiformis*-DO

		Aufnahme-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
		Land (D: Deutschland, DK: Dänemark)	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	D	D	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	DK	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
		Lokalität	SFB	MTH	PRE	SEE	SEE	BOP	MTH	SEE	SEE	SEE	BOE	SEE	RAS	RAB	HOS	LHO	RAS	RAS	RAS	RAS	LHO	LHO	RAS	BOE	BOE	BOE	BOE	SEE	SEE	SEE	BOP	BOE	KIL	SEE	TVE	BOP	BOP	BOP	BOE	RAS	LJO	LWE	BOE	SEE	HLM	BOP	LJO	TVE	TVE	SEE	BOP	RAB	KIL	TVE	BOE	SEE	SEE	TVE	LJO	LCE	TVE	RAS	RAS	LHO	BOE	BOE	GUT	BOP	BOP	BOP	BOP	SEE	BOP	RAS	RA
		Assoziation (Abkürzungen s. u.)	SpC	At	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	ViC	ViC	ViC	ViC	ViC	ViC	ViC	ViC	ViC	ViC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	SpC	Ci	SpC	FG	At	SpC	SpC	Ac	ViC	EA	CA	Ac	SpC	At	SpC	EA	FG	FG	Ac	SpC	EA	Ca	FG	SpC	SpC	Ac	ViC	ViC	ViC	ViC	ViC	ViC	CA	SpC	Ac	TF	At	At	At	SpC	SpC	SpC	EA	V
		Altitude [m ü. NN]	100	75	25	22	22	15	75	22	22	22	50	22	10	15	15	2	10	10	10	10	2	2	10	30	30	30	30	30	22	22	22	15	30	15	20	8	15	15	15	30	10	8	2	30	22	45	15	8	5	8	22	15	18	15	5	30	20	22	8	8	10	8	10	10	2	30	30	115	15	15	15	15	22	15	10	
		Exposition [°]	330	-	0	350	154	-	87	180	180	256	-	191	-	180	148	0	-	-	-	-	173	350	100	64	-	-	-	-	-	-	193	42	80	-	-	-	70	115	-	-	-	164	-	-	82	-	250	-	-	115	245	62	-	-	310	-	-	-	60	-	297	270	-	340	263	-	51	-	-	226	-	280	-	231	171	
		Inklination [°]	31	0	0	2	10	0	10	1,5	6	6	0	11	0	4	12	9	0	0	0	0	6	8	6	6	0	0	0	0	0	0	2	4	18	0	0	0	6	5	0	0	0	10	0	0	6	0	7	0	0	10	8	23	0	0	19	0	0	0	22	0	7	25	0	4	7	0	3	0	0	7	0	4	0	8	16	
		Wasserversorgung	3	2	2	2	1,5	2	2	2	2	1,5	2	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	1,5	2	2	2	2	1,5	2	2	2	2	2	1,5	2	2	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	2	1	1
		Frequenz Störung	3	4	4	2,5	2,5	4	3	1	3	3	3	1	2,5	1	3	1	1	2	2	2,5	2	2	4	4	4	2	3	2	2	2	4	2,5	3	4	4	4	4	4	2	1	1	4	2	2	4	4	1	1,5	2	2	2	1	1,5	3	3	4	4	4	4	2	2,5	1	1,5	2,5	2	2	2	2	2	4	4	1	4	1	1
		Anthropo-zoogene Störung	3,5	4	2,5	3,5	3,5	3,5	2,5	1,5	2,5	2	2,5	1	2,5	1	2,5	1	1	1	2	2	1,5	1,5	2	3	3,5	3,5	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4	2,5	3	3	2	1	1	3	2	2	3	2	1	2	2,5	2	1	2	2	3	2,5	3	3	3	3	3	3	1,5	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3	1	3	1	1
		Nicht-biogene Störung	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Mikrorelief	3	3	4	4	4	3	4	3	3	2	2	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	2	2	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	2	3	3	4	2	3	2	4	2	3	3	2	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	2	3	3	3	2	3	2	4	4
		pH-Wert	5,0	4,6	4,7	4,2	4,8	4,4	5,0	5,0	4,9	5,9	4,9	5,2	5,3	5,0	5,0	4,4	5,2	5,2	5,0	5,3	4,8	4,3	4,9	4,3	4,7	4,8	4,4	4,5	3,9	4,1	4,6	4,0	4,7	3,7	4,0	5,1	4,2	4,0	4,0	4,2	4,8	5,0	4,9	4,5	4,8	5,4	4,3	4,5	6,2	6,9	4,0	4,0	4,4	4,7	6,9	4,6	3,7	4,8	4,4	5,1	4,1	4,7	4,9	4,9	4,6	4,5	4,7	5,4	4,4	4,2	4,1	4,2	4,6	4,9	5,7	5
		Glühverlust [%]	1,2	5,6	3,2	78,0	43,0	27,0	1,5	0,6	1,1	0,6	1,4	0,9	0,2	0,4	1,2	3,6	0,6	0,2	0,7	0,6	1,3	2,6	1,3	1,2	1,4	1,5	2,7	1,5	46,0	15,0	56,0	33,0	1,1	24,0	11,0	31,0	27,0	37,0	28,0	26,0	1,9	1,6	3,2	13,0	1,2	3,2	8,9	5,0	11,0	5,8	56,0	27,0	2,7	1,5	4,5	4,1	14,0	1,2	5,4	0,7	13,0	5,5	1,2	0,9	2,2	19,0	1,8	39,0	11,0	21,0	41,0	16,0	13,0	2,7	0,3	0
		Spez. Leitfähigkeit [µS/cm]	9,2	9,7	6,0	40,0	38,0	33,0	2,6	5,4	4,7	4,1	6,4	4,9	3,7	5,5	5,4	12,0	6,3	3,4	4,8	5,0	5,1	12,0	7,6	7,2	6,3	6,3	11,0	7,2	66,0	16,0	42,0	23,0	6,1	35,0	22,0	26,0	20,0	24,0	18,0	41,0	8,7	11,0	16,0	11,0	5,5	10,0	21,0	14,0	49,0	33,0	49,0	28,0	15,0	3,4	59,0	8,3	26,0	4,1	20,0	5,1	23,0	22,0	7,9	7,8	15,0	33,0	8,2	29,0	11,0	15,0	28,0	23,0	16,0	7,3	4,0	4
		Deckung Boden<2mm [%]	3	16	1	0	5	6	9	15	3	30	2	15	7	4	3	0	34	30	13	15	8	0	4	0,5	2	0	1,5	2	0	1	0	0	3	1	1	5	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	2	1	1	1	3,5	0,5	0	2	0	0	1	0	0	0	0	25	7	
		Deckung Boden >=2mm [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	1	0	0	1	6	10	0	0	2	0,3	0	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Bodenart	fSU	fS	mS	R	R	RmS	fmS	mS	mS	mS	fS	mS	mSG	mS	mS	mS	mSG	mSG	mS	mSG	gSG	mS	mS	fS	fS	fmS	fS	fS	R	RmS	R	R	fS	R	mSR	H	R	R	R	gS	mgS	mSG	R	mS	fmS	RmS	mgS	mSH	mS	R	R	mS	fmS	fmS	fmS	mSR	mS	gSR	mgS	mSR	mSR	gSG	gS	mSG	R	mS	R	mSR	R	R	RmS	mS	mS	mS	m
		Deckung Vegetation [%]	97	84	96	97	95	86	90	85	97	70	98	84	92	96	97	99	60	60	85	85	90	99	96	95	98	100	98	97	99	99	96	98	97	99	99	85	99	100	100	100	98	99	98	100	99	99	95	100	100	100	99	99	100	100	98	99	97	96	98	99	99	96	99	100	98	100	98	99	89	98	99	100	70	70	93	
		Deckung Flechten [%]	97	65	93	92	91	80	68	83	96	70	88	83	85	95	90	74	30	60	77	78	84	85	90	80	70	60	70	95	95	80	96	75	90	60	64	75	75	85	85	95	96	96	60	90	98	70	60	100	70	70	99	93	99	100	96	93	95	95	65	97	85	97	85	93	95	87	95	90	78	65	70	87	70	65	90	
		Deckung Moose [%]	0,1	0,01	25	8	6	0,7	23	0	4	0,02	9	4,5	0	0,5	2	30	1	0	0,5	0	0,01	0,03	0,1	15	15	55	35	20	10	18	10	16	5	95	55	11	25	18	16	2	0	0	5	0,2	5	10	45	0,01	30	20	0,02	1	0,1	0	2	8	3	25	20	1	25	1,5	0,01	0	15	9	3	1	6	50	40	8	1,5	16	1	
		Deckung Strauchflechten [%]	0	65	93	0,03	7	10	68	83	96	65	88	83	85	95	90	50	30	60	77	78	84	85	90	80	70	60	70	95	92	45	80	74	90	60	90	74	75	85	85	95	96	96	60	90	98	70	60	100	70	70	99	93	99	100	96	93	95	95	65	97	85	97	85	93	95	87	95	90	78	65	70	86	70	65	89	
		Deckung Blattflechten [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Deckung Krustenflechten [%]	97	0	0,2	92	85	70	0,01	0,4	0,03	6,5	0,01	0,05	0,01	0,02	0,02	25	0,02	0,01	0	0	0,5	0,1	0,02	0,03	0,2	0,01	0,03	0,03	3,5	40	18	1	0,5	0,2	4	2	0,5	0,02	0,03	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0,03	0	0,03	1	0	0,03	0	0	0,01	0,01	0,02	1	0	0	1	0,5	0,03	1,5	0
		Höhe Vegetation [cm]	0,1	0,2	2,5	0,1	0,1	0,2	1,5	4	4	3	3	3	5	2	3	1	1	1	3	3	1	3	2	2	1,5	2	1	1,5	2	2	2,5	1,5	3	2	1	0,5	4	3	3	6,5	5	6	2,5	5	7	2	4	7	3	4,5	7	6,5	7,5	9	7,5	2	1,5	3,5	5	1,5	2	5,5	5	5	4	2,5	4	4,5	2	3,5	0,5	3,5	3	1,5	2	
		Artenreichtum Flechten	1	2	12	9	8	16	11	10	10	11	15	8	15	14	12	19	15	15	14	15	15	22	14	19	14	14	14	15	12	13	10	16	10	11	10	6	11	13	10	11	10	16	6	8	6	9	6	6	8	2	4	6	3	5	16	15	11	10	20	11	10	15	11	16	13	11	5	3	1	1	10	11	12	13	
		Artenreichtum gesamt	10	6	17	15	12	23	14	12	13	13	24	12	16	17	21	22	17	16	17	18	17	25	18	22	18	19	21	20	18	21	16	25	17	15	15	19	22	23	23	18	15	10	33	14	13	19	15	11	30	24	6	12	10	4	18	24	19	18	19	24	18	22	18	14	23	22	23	13	10	10	10	22	18	21	17	
VC: Baeomycion		Baeomyces rufus	5		

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

uncialis ssp. *biuncialis* dominant
gracilis dominant
-DO

83-93: *Cetraria aculeata/muricata*-Cladonion arbusculae-FrMG
94-97: *Cl. rangiformis*-DO
98-100: *Cl. furcata* ssp. *subrangiformis*-DO

Cladonion rei
101-105: Cladonietum nemoxynae
106-107: *Cl. humilis/conista*-Cladonion rei-FrMG
108-109: *Cl. chlorophaea*-DO
110: *Cl. novochlorophaea*-DO
111-112: *Cl. subulata-DO*
113-114: *Cl. scabriuscula*-Cladonion rei-FrMG
115: *Peltigera rufescens*-Cladonion rei-FrMG

116-118: *Peltigera membranaceae*-Peltigeretalia-FrMG

Hypogymnion physodis
119-120: Pseudevernietum furfuraceae

54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120
DK DK D D D DK DK DK DK DK DK DK D D D D D D D DK DK DK DK DK DK DK

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

Tab. 5: Mittelwerte und Standardabweichungen

a: Mittelwerte und Standard-Abweichung für Artenreichtum und Strategien der Mikrogesellschaften, Untersuchungsgebiete vereint (<: <0,01)

	Baeomyces rufus -FrMG	Stabw.	Cladonietum callosae	Stabw.	*Cl. cerv.* ssp. *verticillata* -DO	Stabw.	Lecideetum uliginosae	Stabw.	Cladonietum zopfii	Stabw.	Überg. zu *Cl. bacillaris* -MG	Stabw.	*Cl. bacillaris* -MG	Stabw.	*Cl. ramulosa* -DO	Stabw.	*Cl. novochlorophaea* -DO	Stabw.	Cladonietum mitis cladon. merochl.	Stabw.	Cladonietum mitis typicum	Stabw.	Cladonietum mitis inops	Stabw.	Cladonietum mitis *Cl. uncialis* -DO	Stabw.	Cladonietum mitis *Cl.gracilis* -DO	Stabw.	*Cl. furcata* ssp. *furcata* -DO	Stabw.	Cladonietum foliaceae	Stabw.	*Cetr. aculeata / muricata* -FrMG	Stabw.	*Cl. rangiformis* -DO	Stabw.	*Cl. furcata* ssp. *subrangif.* -DO	Stabw.	Cladonietum nemoxynae	Stabw.	*Cl. humilis/conista* -FrMG	Stabw.	*Cl. chlorophaea* -DO	Stabw.	*Cl. novochlorophaea* -DO	*Cl. subulata* -DO	Stabw.	*Cl. scabriuscula* -FrMG	Stabw.	*Peltigera rufescens* -FrMG	*Peltigera membranacea* -FrMG	Stabw.	Pseudevernietum furfuraceae	Stabw.
Zahl der Aufnahmen	1		1		1		3		17		5		6		1		1		7		7		5		7		3		7		10		11		4		3		5		2		2		1	3		2	
Anzahl Arten Strauchflechten	0,0	2,0	10,0	7,7	4,6	11,9	3,4	13,4	2,1	9,7	2,8	7,0	5,0	9,6	2,7	7,0	1,3	4,0	1,6	12,1	3,6	12,7	2,1	5,3	4,7	11,7	3,0	6,5	3,7	3,3	1,5	8,7	4,0	6,4	4,2	4,0	0,0	8,5	9,2	12,0	6,5	4,9	10,0	8,5	1,0	1,0	1,0	15,0	0,0
Anzahl Arten Blattflechten	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,3	0,6	0,0	0,0	0,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,3	0,6	2,5	0,7
Anzahl Arten Krustenflechten	1,0	0,0	2,0	3,3	0,6	1,8	1,1	1,8	0,4	2,3	1,2	3,0	1,0	1,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,7	1,0	0,8	1,3	0,8	1,0	1,2	0,0	0,0	0,3	0,6	0,8	1,3	0,0	0,0	1,0	1,4	2,0	0,5	0,7	1,5	2,1	0,0	0,3	0,6	1,5	2,1
Anzahl Arten Flechten gesamt	1,0	2,0	12,0	11,0	4,4	13,8	3,4	15,2	2,2	12,0	2,3	10,0	6,0	10,7	2,6	7,0	1,3	4,0	1,6	13,3	3,8	14,0	2,6	6,3	5,0	13,5	3,7	7,5	4,1	3,3	1,5	9,3	3,5	8,0	5,2	4,0	0,0	9,5	10,6	14,0	7,0	5,7	12,5	10,6	2,0	2,7	2,1	19,0	2,8
Anzahl Arten Moose	2,0	1,0	2,0	3,3	0,6	1,5	1,2	2,4	2,1	4,2	0,8	3,0	3,0	3,6	2,8	2,7	1,8	1,6	1,5	3,3	1,5	1,7	2,1	4,1	1,3	2,4	1,7	1,3	1,5	1,8	0,5	4,3	2,1	4,6	2,4	3,0	0,0	3,0	1,4	3,0	3,5	0,7	9,0	1,4	7,0	3,3	2,5	2,0	1,4
Anzahl Arten Gefäßpflanzen	7,0	3,0	3,0	2,3	1,2	1,9	1,5	2,4	1,1	2,5	1,0	2,0	10,0	6,3	3,5	8,3	7,0	4,4	3,8	4,0	2,3	2,7	0,6	5,3	1,1	4,6	2,9	2,5	1,2	11,3	1,5	13,7	4,0	11,2	2,9	13,5	0,7	13,5	2,1	9,0	7,5	3,5	12,0	1,4	12,0	11,0	3,6	8,0	8,5
Anzahl Arten gesamt	10,0	6,0	17,0	16,7	5,7	17,2	3,9	20,0	1,6	18,7	3,7	15,0	19,0	20,6	7,3	18,0	6,8	10,0	5,5	20,6	2,7	18,3	4,5	15,7	6,3	20,5	3,5	11,3	3,8	16,3	3,2	27,3	3,2	23,8	7,1	20,5	0,7	26,0	9,9	26,0	18,0	2,8	33,5	10,6	21,0	17,0	1,7	29,0	12,7
% Ausbreitung Sporen	100,0	0,0	95,6	96,6	3,0	15,1	19,1	77,2	27,8	55,5	31,5	83,2	93,5	0,7	0,8	<	0,0	<	<	3,4	3,7	6,8	9,2	1,6	2,9	27,9	28,6	3,0	4,7	0,0	0,0	1,8	2,9	44,5	48,6	0,0	0,0	71,5	35,4	40,9	10,6	15,0	14,9	18,5	100,0	98,2	1,6	3,5	2,9
% Ausbreitung Soredien	100,0	0,0	4,4	15,0	17,5	12,5	22,5	0,2	0,3	72,1	36,0	6,3	90,9	0,3	0,8	<	0,0	<	<	0,3	0,5	4,9	6,8	1,0	2,6	6,7	7,3	0,6	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	98,5	2,4	100,0	0,0	72,9	38,4	42,7	99,8	0,2	13,5	16,6	0,0	0,0	0,0	41,6	28,6
% Ausbreitung Isidien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,3	0,0	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,7	18,6
% Ausbreitung Fragmentierung	0,0	0,0	0,2	1,4	2,4	73,1	33,2	22,6	27,9	2,1	2,5	12,6	6,5	99,3	0,8	100,0	0,0	100,0	<	96,3	3,7	91,3	10,8	98,4	2,9	68,0	32,3	91,7	17,3	100,0	0,0	98,2	2,9	1,1	2,4	0,0	0,0	26,3	37,2	57,0	0,1	0,2	82,6	22,0	0,0	1,8	1,6	27,9	6,3
% Konkurrenzstrategen	0,0	0,0	97,7	2,3	2,3	83,5	19,4	78,9	20,8	30,7	20,8	13,3	6,5	99,3	0,8	98,8	3,1	100,0	<	96,6	3,1	93,2	9,2	99,3	1,0	53,3	35,1	92,8	16,4	100,0	0,0	99,9	0,1	58,3	50,2	100,0	0,0	76,8	32,9	59,1	97,5	3,5	83,5	23,3	100,0	100,0	<	93,8	3,1
% Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,2
% Ruderalstrategen	100,0	0,0	0,2	92,6	7,0	2,5	8,0	0,1	0,1	11,0	17,0	5,6	2,6	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,3	0,6	0,3	0,5	0,5	1,3	0,0	0,0	<	<	0,4	1,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	<	<	1,1	1,5	0,0	<	<	0,6	0,8
% Konkurrenz-Ruderal-Strategen	0,0	99,9	2,1	5,1	4,7	11,1	14,8	12,0	16,9	58,2	23,4	81,1	90,9	0,6	0,7	1,2	3,1	<	<	2,3	1,8	6,8	9,1	0,2	0,6	25,8	28,3	1,4	3,2	0,0	0,0	0,1	0,1	41,2	50,5	0,0	0,0	23,1	32,7	40,9	2,5	3,5	15,4	21,8	0,0	0,0	0,0	2,9	3,5
% Konkurrenz-Stress-Strategen	0,0	0,0	0,0	<	<	2,4	4,5	9,0	18,0	<	<	0,0	0,0	<	<	<	0,0	0,0	0,0	0,8	1,8	0,0	0,1	0,1	0,2	20,6	35,7	5,2	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6
mittlerer Morphologie-Index	1,5	2,0	3,5	1,2	0,2	3,6	0,3	3,5	0,1	3,0	0,4	3,1	2,6	4,4	0,2	4,4	0,2	4,5	0,0	4,0	0,1	3,9	0,1	4,3	0,0	3,2	0,1	3,7	0,3	4,5	0,0	4,0	0,1	3,5	0,5	3,5	0,0	3,5	0,0	3,4	3,9	0,1	4,0	0,6	3,5	5,0	0,1	3,6	0,0
mittlere Wachstumsrate	6,0	5,0	4,0	5,9	0,1	4,8	0,2	4,9	0,2	5,1	0,2	5,0	5,2	5,0	<	5,0	<	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	<	4,4	0,3	4,1	0,1	5,0	0,0	4,9	0,1	5,2	0,4	5,0	0,0	5,0	<	5,0	5,0	<	5,0	0,0	6,0	6,0	0,0	4,5	0,1

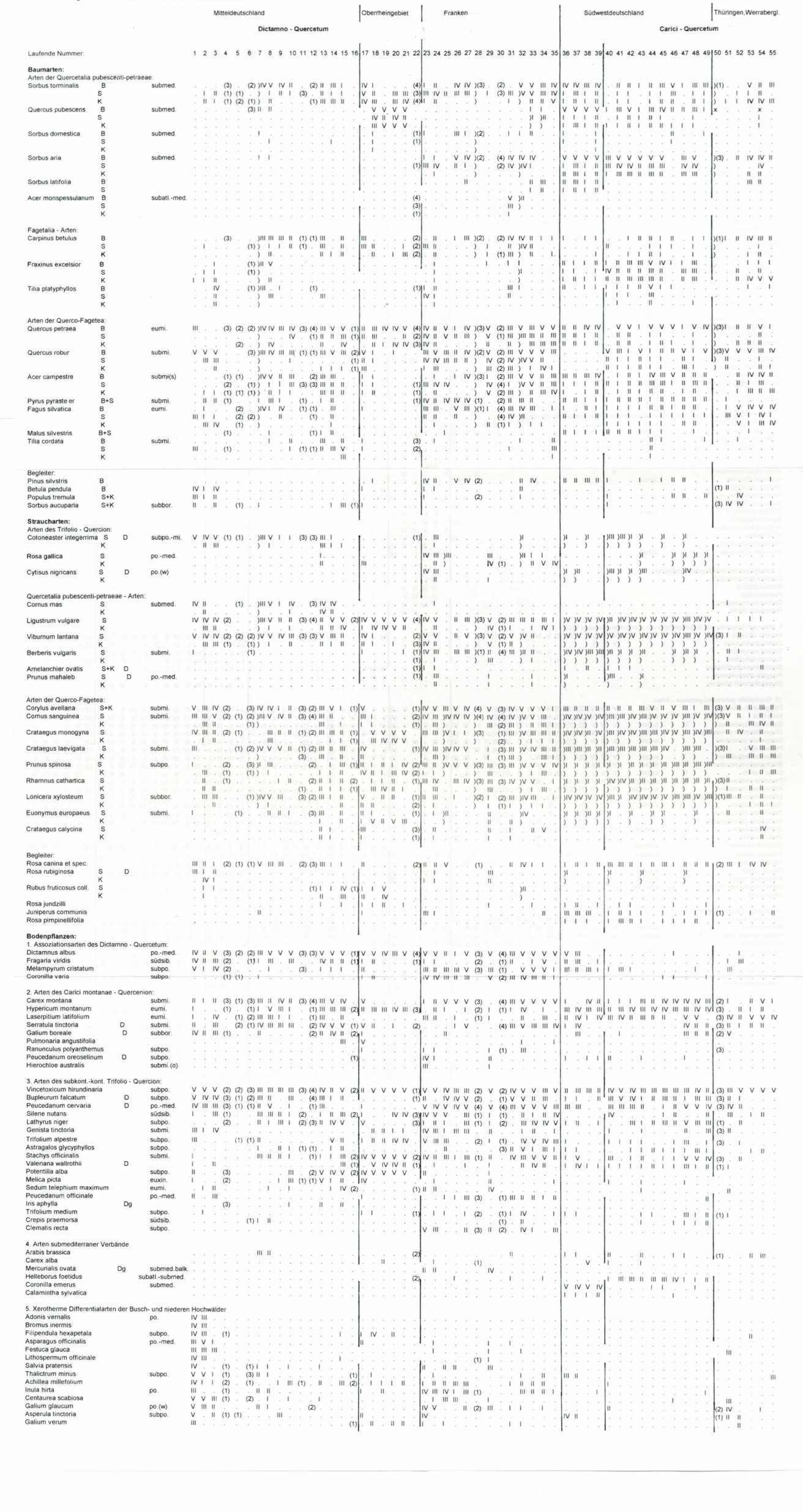
b: Mittelwerte und Standard-Abweichung der Mikrogesellschaften, die in beiden Untersuchungsgebieten aufgenommen wurden, getrennt nach Untersuchungsgebieten (<: <0,01)

	D: Cladonietum zopfii	Stabw.	DK: Cladonietum zopfii	Stabw.	D: *Cl. bacillaris* -MG	Stabw.	DK: *Cl. bacillaris* -MG	D: Cladonietum mitis cladon. merochl.	Stabw.	DK: Cladonietum mitis cladon. merochl.	Stabw.	D: Cladonietum mitis typicum	Stabw.	DK: Cladonietum mitis typicum	Stabw.	D: Cladonietum mitis inops	Stabw.	DK: Cladonietum mitis inops	Stabw.	D: Cladonietum mitis *Cl. uncialis* -DO	Stabw.	DK: Cladonietum mitis *Cl. uncialis* -DO	Stabw.	D: Cladonietum foliaceae	Stabw.	DK: Cladonietum foliaceae	Stabw.	D: *Cetr. aculeata / muricata* -FrMG	Stabw.	D: *Cetr.aculeata / muricata* -FrMG	Stabw.	D: *Cl. rangiformis* -DO	DK: *Cl. rangiformis* -DO	Stabw.	D: Cladonietum nemoxynae	Stabw.	DK: Cladonietum nemoxynae	D: *Cl. chlorophaea* -DO	DK: *Cl. chlorophaea* -DO	D: *Cl. scabriuscula* -FrMG	DK: *Cl. scabriuscula* -FrMG
Zahl der Aufnahmen	6		11		5		1	4		3		4		3		3		3		3		4		2		8		7		4		1		3	4		1	1	1	1	1
Anzahl Arten Strauchflechten	8,7	3,1	13,6	2,1	9,8	3,1	9,0	9,5	1,9	9,7	4,0	7,3	1,5	6,7	1,2	3,0	1,4	4,7	1,5	12,7	3,5	11,8	4,2	9,5	0,7	12,3	3,2	6,6	3,9	6,3	3,9	2,0	3,7	1,5	4,8	2,2	13,0	2,0	15,0	4,0	16,0
Anzahl Arten Blattflechten	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0	0,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,5	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0
Anzahl Arten Krustenflechten	2,2	1,0	1,6	1,1	2,4	1,3	2,0	1,8	1,3	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,2	0,8	1,0	2,0	0,0	1,1	0,8	1,6	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,5	1,0	0,0	2,0	0,0	3,0
Anzahl Arten Flechten gesamt	10,8	2,3	15,5	2,7	12,2	2,5	11,0	11,3	1,3	10,0	4,0	7,3	1,5	6,7	1,2	3,0	1,4	4,7	1,5	14,0	2,6	12,8	4,9	11,5	0,7	14,0	4,0	8,1	4,3	6,3	3,9	2,0	3,7	1,5	6,3	3,9	15,0	2,0	17,0	5,0	20,0
Anzahl Arten Moose	1,8	1,3	1,3	1,2	4,4	0,5	3,0	5,0	2,0	1,7	2,9	3,5	1,9	1,7	1,2	2,5	2,1	1,0	1,0	3,0	1,0	3,5	1,9	3,5	0,7	2,1	1,8	1,6	1,7	0,8	1,0	2,0	1,7	0,6	3,8	1,7	8,0	2,0	4,0	10,0	8,0
Anzahl Arten Gefäßpflanzen	2,0	2,1	1,8	1,3	2,8	0,8	1,0	5,3	1,3	7,7	5,5	4,5	1,7	13,3	8,6	3,5	0,7	5,0	5,3	3,3	2,5	4,5	2,4	4,5	0,7	4,6	3,3	2,3	1,4	3,0	0,8	10,0	11,7	1,5	10,8	3,1	13,0	15,0	12,0	11,0	13,0
Anzahl Arten gesamt	14,7	4,6	18,5	2,9	19,4	3,6	15,0	21,5	2,4	19,3	12,1	15,3	2,6	21,7	9,7	9,0	4,2	10,7	7,0	20,3	3,2	20,8	2,8	19,5	2,1	20,8	3,9	12,0	4,0	10,0	3,7	14,0	17,0	3,5	20,8	2,2	36,0	19,0	33,0	26,0	41,0
% Ausbreitung Sporen	4,6	4,2	20,8	21,7	47,4	27,5	95,6	0,7	0,7	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<	<	5,7	4,9	1,7	1,4	0,4	0,4	34,8	27,9	4,5	5,4	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	32,4	46,8	92,5	96,5	46,4	1,8	28,0
% Ausbreitung Soredien	1,3	2,9	18,6	26,2	86,2	11,4	1,5	0,0	0,0	0,7	1,2	<	0,0	<	<	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	0,2	0,3	0,3	0,5	8,3	7,4	1,0	1,8	<	<	0,0	0,0	0,0	99,4	1,1	94,5	100,0	45,8	1,7	25,3
% Ausbreitung Isidien	0,0	0,0	1,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% Ausbreitung Fragmentierung	92,7	8,8	62,5	37,0	1,9	2,7	3,2	99,3	0,7	99,3	1,2	100,0	<	100,0	<	100,0	0,0	100,0	0,0	94,0	4,9	98,1	1,6	99,3	0,9	60,2	31,6	87,1	20,7	99,7	0,5	100,0	100,0	0,0	<	0,0	5,5	0,0	52,6	98,1	67,0
% Konkurrenzstrategen	92,0	8,5	78,8	22,3	36,2	17,8	3,2	99,3	0,7	99,3	1,2	100,0	0,0	97,3	4,7	100,0	0,0	100,0	0,0	94,8	4,0	97,9	1,9	5,8	4,9	65,1	27,9	89,7	20,4	98,2	2,1	100,0	100,0	0,0	71,3	47,5	6,6	100,0	53,5	100,0	67,1
% Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen	0,9	2,2	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% Ruderalstrategen	1,4	3,1	3,0	9,8	13,2	18,1	0,3	0,2	0,3	<	<	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,5	0,9	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,1	0,0	0,0	0,2	0,0	2,1
% Konkurrenz-Ruderal-Strategen	1,6	2,6	16,3	16,2	50,6	15,7	96,4	0,5	0,4	0,7	1,2	<	<	2,7	4,7	0,0	0,0	<	0,0	3,4	2,1	1,6	1,4	0,0	0,0	32,2	28,1	1,7	3,9	1,0	1,4	0,0	0,0	0,0	28,2	47,7	93,3	0,0	46,3	0,0	30,8
% Konkurrenz-Stress-Strategen	4,1	6,8	1,5	2,7	<	<	0,0	<	<	0,0	0,0	<	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,7	0,2	0,4	93,8	5,3	2,4	0,2	3,9	20,5	0,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
mittlerer Morphologie-Index	3,9	0,2	3,4	0,3	3,0	0,5	3,0	4,5	0,0	4,2	0,3	4,5	<	4,2	0,2	4,5	<	4,5	0,0	4,0	0,1	4,0	0,1	2,6	0,1	3,4	0,2	3,8	0,3	3,5	0,0	4,5	4,5	0,0	3,6	0,4	2,9	3,5	3,5	4,5	3,6
mittlere Wachstumsrate	4,9	0,1	4,8	0,3	5,1	0,2	5,0	5,0	0,0	5,0	<	5,0	<	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,1	5,0	0,0	4,1	0,1	4,5	0,3	4,1	0,1	4,1	0,1	5,0	5,0	0,0	5,3	0,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

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

Zu M.Förster:Xerotherme Eichenmischwälder

Tabelle 2: Waldgesellschaften auf basen- und kalkreichen Standorten



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: NS_25

Autor(en)/Author(s): Bültmann Helga

Artikel/Article: Strategien und Artenreichtum von Erdflechten in Sandtrockenrasen 425-443