

BRYOLOGISCHE RUNDBRIEFE

Nr. 45

Informationen zur Moosforschung in Deutschland

Mai 2001

Seit vielen Jahre existierte schon eine "Flechtenrichtlinie" des VDI zu Luftgütekartierungen. Damit wurde ein Standard gesetzt, der Vergleiche der in unterschiedlichen Gebieten gewonnenen Ergebnisse erlaubt. Diese Richtlinie wird zur Zeit überarbeitet und auch der gewandelten Luftbelastung angepasst. Da epiphytische Moose sich prinzipiell genau so für die Ermittlung der Luftgüte eignen, diese sich neuerdings auch wieder stark in der Ausbreitung befinden und es zudem Epiphytenstandorte gibt, die wesentlich mehr durch Moose als Flechten geprägt sind, ist der VDI an die Arbeitsgruppe Bioindikation der Universität Bonn herangetreten, eine entsprechende standardisierte Richtlinie für Moose zu entwickeln. Ein Entwurf dieser Richtlinie wird hier vorgestellt. Dadurch werden Moose zum "Industriestandard". Interessierten Lesern als auch Bryologen, die später nach Inkrafttreten der Richtlinie beruflich damit arbeiten "müssen", wird dadurch Gelegenheit gegeben, ihre Ansichten dazu zu äußern und der Verfasserin des Entwurfs mitzuteilen (i.franzen@uni-bonn.de)

INHALT:

VDI-Richtlinie.....	1
Sachsenexkursion.....	9
Lichen-net.....	5
Nutzen von GPS.....	10
Exkursionsankündigung.....	11
Neude dt. bryol. Lit.....	12
Neuerscheinungen.....	12
Unbekanntes Moos.....	12

ENTWURF ZU EINER VDI-RICHTLINIE FÜR DIE KARTIERUNG EPIPHYTISCHER MOOSE

Isabelle Franzen

Bereits vor einiger Zeit habe ich im Bryonet darüber berichtet, dass der VDI an der Erstellung einer Richtlinie zur Kartierung epiphytischer Moose interessiert ist. Der Vorteil einer solchen Richtlinie liegt vor allem in der Standardisierung und somit besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse von verschiedenen Kartierungen. Mittlerweile fand ein Treffen der Gruppe „Niedere Pflanzen“ innerhalb der VDI-Kommission „Reinhaltung der Luft“ statt, auf dem u.a. der Vorschlag zur Erstellung einer VDI-Moosrichtlinie diskutiert wurde. Die folgende Darstellung eines Vorentwurfes (Anmerkungen in kursiv) ist als Diskussionsgrundlage gedacht mit der Bitte um Mithilfe. Als besonders problematisch stellte sich auf dem Treffen dar, die Vereinbarung einer hohen Standardisierung mit einem möglichst hohen Informationsgehalt bzw. Differenzierung.

1 Grundlage

Aufgrund ihrer anatomischen und physiologischen Voraussetzungen reagieren epiphytische Moose besonders empfindlich gegenüber Luftschadstoffen und werden schon seit Jahrzehnten als Bioindikatoren der Luftqualität genutzt. Die Empfindlichkeit gegenüber Schadstoffwirkungen ist von Art zu Art verschieden. Dies ermöglicht eine Einstufung der Moosarten nach Toxizitätswerten, die auf Transplantations- und Begasungsversuchen, sowie Ergebnissen von Kartierungen basieren. Für das Vorkommen epiphytischer Moose sind neben der Luftqualität auch weitere Faktoren, wie Mikroklima, Relief oder Landnutzung von Bedeutung. In der vorliegenden Richtlinie wurde versucht diese Parameter zu berücksichtigen. Auch nach dem drastischen Rückgang von Luftschadstoffen wie SO₂ spielen epiphytische Moose als abgestufte Zeigerarten immer noch eine bedeutende Rolle zur Ermittlung der Güte eines Gebietes ("Moosgüte"). Zudem hat sich der Indikatorwert der Moose heute unter dem gestiegenen Luftstickstoffemissionen von Säurezeigern zu Stickstoffzeigern gewandelt. Daneben ist heute auch die Biodiversität ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung von Gebieten. Es wird daher vorgeschlagen, Moose als Gütezeiger für ein Gebiet auf drei verschiedenen Leveln zu benutzen: (a) mit Hilfe der Biodiversität (Index für den Artenreichtum, wobei der Artenreichtum für wertvolle Gebiete steht), (b) aus einem Index aus Artenzahl und der Abundanz oder Frequenz der Arten und (c) durch gemittelte Zeigerwerte, wodurch spezielle ökologische Parameter (Toxizität, Säure, Stickstoff, Temperatur, Feuchte) berücksichtigt werden können. Das

erlaubt den Kommunen, epiphytische Moose als Planungsrichtlinie für Bebauungspläne und Stadtentwicklungspläne zu benutzen, worauf in dieser VDI-Richtlinie besonders Rücksicht genommen wird.

2 Methode

2.1 Messnetz

Für die Festlegung der Messflächen wird das Untersuchungsgebiet in homogene Geländeabschnitte eingeteilt, die annähernd gleichartige Umweltbedingungen aufweisen bezüglich Topographie, Nutzungsform, Mikroklima, Geologie etc. (Bsp. für Geländeabschnitte: Park, City, Gewerbegebiet, Aue etc.). Dabei sollten die Messflächen mindestens 0,25 qkm groß sein. Falls ein homogener Geländeabschnitt eine Größe von ca. 4 qkm überschreitet, sollte dieser in gleichgroße Teilflächen aufgeteilt werden, um so kleinräumige Unterschiede differenzierter zu erfassen. Die Anzahl der zu untersuchenden Bäume richtet sich nach der Größe der Messflächen, wobei als Anhaltspunkt 6 Bäume pro Quadratkilometer gelten und die Bäume gleichmäßig im Gebiet verteilt sind. Eine Mindestanzahl von 4 Bäumen pro Messfläche sollte jedoch nicht unterschritten werden.

Die Einteilung in homogene Geländeabschnitte bietet den Vorteil, dass die für das Vorkommen von epiphytischen Moosen relevanten Umweltfaktoren (außer Luftschadstoffe) berücksichtigt werden. Außerdem scheint eine solche Einteilung im Hinblick auf stadtplanerische Prozesse für Kommunen interessanter. Der Nachteil hierbei ist jedoch die ungenügende Standardisierung, aufgrund dessen die Mitglieder der VDI-Arbeitsgruppe ein einheitliches Raster von z.B. Quadratkilometerflächen bevorzugen. Denkbar sind auch beide Möglichkeiten. In erstem Fall werden alle Bäume in einem Quadranten verrechnet. Im zweiten Fall werden alle Bäume derselben Güteklasse auf der Karte mit einer Linie zusammengefasst, die nach topografischen Kartendetails (Senken, Rücken, Parks, Friedhöfe, Flußtäler, Bebauungstypen) interpoliert werden.

2.2 Trägerbäume

Da der epiphytische Moosbewuchs u.a. von den Borkeneigenschaften, dem Alter und der Wuchsform der Bäume beeinflusst wird, sollten im Untersuchungsgebiet möglichst nur Bäume einer Art verwendet werden. Ist dies nicht möglich, so dürfen nur solche Baumarten zusammen kartiert werden, die vergleichbare Borkeneigenschaften (z.B. pH-Wert, Wasserspeichervermögen, Nährstoffgehalte, Borkentextur) aufweisen. Baumarten, die jeweils gemeinsam untersucht werden können sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1

Bäume mit höherem Borken-pH	Bäume mit niedrigerem Borken-pH
Acer platanoides	Alnus glutinosa
Acer pseudoplatanus	Betula pendula
Fraxinus excelsior	Carpinus betulus?
Juglans regia	Fagus sylvatica
Malus spp.	Prunus avium
Populus spp.	Pyrus communis
Tilia cordata	Quercus robur
Tilia platyphyllos	Quercus petraea

Der Umfang der untersuchten Bäume darf nicht weniger als 70 cm betragen, es wird jedoch empfohlen, Bäume mit einem Mindestumfang von 1 m zu verwenden. Bäume mit Beschädigungen oder erkennbaren Einflüssen, wie Kalken, Spritzen, Scheuern auf Viehweiden sind ungeeignet. Die Neigung der Bäume darf nicht mehr als 10° (Abweichung vom Lot) betragen. Um mikroklimatische Einflüsse, sowie Sonneneinstrahlung zu berücksichtigen, dürfen in einem homogenen Geländeabschnitt freistehende und nicht-freistehende Bäume nicht gemeinsam kartiert werden, sondern es wird entsprechend dem Baumbestand des Gebietes eine der folgenden Kategorien festgelegt.

Kategorie 1: freistehend; > 10 m Abstand zwischen den Bäumen (z.B. Wohngebiet) bzw. freie Baumreihen, z.B. Straßenallee

Kategorie 2: lockerer Baumbestand; ca. 5 – 10 m Abstand zwischen den Bäumen (z.B. Park, Friedhof, Bachtal)

Kategorie 3: dichter Baumbestand; < 5 m Abstand zwischen den Bäumen (z.B. Wald)

(-> Diese in der Flechtenrichtlinie nicht vorgesehene Trennung der Untersuchungsflächen vermeidet "Äpfel mit Birnen" zu vergleichen d.h. einen Park mit einem dicht besiedeltem Wohngebiet "in einen Topf zu werfen" sondern beide differenzieren zu können. Das gibt ferner die Möglichkeit Waldflächen im Gegensatz zur Flechten-Richtlinie miteinander zu beziehen)

Untersuchungsflächen der gleichen Kategorie sind miteinander vergleichbar.

2.3 Bezugsfläche

Die Aufnahme erfolgt an der mit Moosen am stärksten bewachsenen Seite des Stammes, wobei der halbe Stammumfang im Bereich 0,5 bis 2 m über dem Boden als Bezugsfläche dient.

Hier wurde eingewandt, dass vergleichbare Datenerhebungen nur auf vergleichbaren Flächen durchgeführt werden können. Das Problem ist, dass aufgrund verschiedener Stammumfänge die Aufnahmefläche unterschiedlich groß ist. Daraus resultiert, dass man wahrscheinlich von einer festgelegten Fläche ausgegangen werden muss. Die Frage ist, wie groß diese anzusetzen ist.

2.4 Erfassung der Moose

2.4.1 Level 1: Erfassung der Biodiversität

Artenreichtum ist ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung der Güte eines Gebietes. Daher wird in einem ersten Schritt zunächst nur die mittlere Artenzahl an allen untersuchten Bäumen eines Quadranten bestimmt. Die Artenzahlen werden Klassen zugeordnet, die entsprechend den Ausführungen unter 3.3 berechnet werden. Dadurch kann die Diversität eines Gebietes mit

sehr gering gering mäßig hoch sehr hoch

bewertet werden und farblich differenziert werden.

Bei einer Konturenkartierung werden die untersuchten Bäume auskartiert, die in dieselbe Klasse fallen.

2.4.2 Level 2: Einbeziehung von Frequenz bzw. Abundanz

*Eine "heilige Kuh" der Flechtenkartierung ist die anschließende Bestimmung der Frequenz mit Hilfe eines zehnteiligen Gitters. Es stellt sich dabei die Frage, inwieweit im Sinne einer Bioindikation wichtig ist, ob eine Art nur in einem Kästchen oder in 8 vorkommt, wo doch schon das Vorkommen in einem Kästchen anzeigt, dass die Art dort existieren kann, die Anforderungen z.B. an die Luftqualität für diese Art gegeben sind. Von Seiten der Lichenologen wird dazu eingewandt, dass die Methode nicht genau erklärbar aber wirksam ist und die besten Übereinstimmungen zwischen Flechtenvorkommen und den Emissionen gegeben hat. Davon kann man wohl heute unter den gewandelten Verhältnissen der Luftqualität nicht mehr ausgehen: generell wird die Luftqualität heute mit der VDI-Flechten-Richtlinie zu schlecht bewertet. Das wird z.B. dadurch gezeigt, dass Quadranten im Ruhrgebiet mit *Usnea* und *Ramalina* als noch mäßig belastet angezeigt werden, weil eine *Usnea*-Pflanze mit einer Frequenz von 1, die als Luftgütezeiger zu werten ist, von *Physcia ascendens* mit einer Frequenz von 10 rechnerisch "erschlagen" wird. Daraus stellt sich die Frage, ob überhaupt und wie eine Bestimmung der Häufigkeit der Arten sinnvoll ist. Unserer Meinung ist sie es ohne Einbeziehung von Zeigerwerten nicht. Erst wenn Zeigerwerte berücksichtigt werden, kommt es darauf an, ob eine Art mit einer Pflanze vorkommt oder flächendeckend wächst, z.B. ein Stickstoffzeiger mit einer Pflanze oder en masse vorkommt.*

Der Deckungsgrad jeder einzelnen Moosart wird geschätzt, Die Deckungen werden entsprechend Tabelle 2 in Häufigkeitswerte überführt. Arten, die sich auf der Rückseite des Stammes befinden, werden mit dem Häufigkeitswert 1 notiert.

Tabelle 2

Deckung	Häufigkeitswert
<20%	1
20-40%	2
40-60%	3
60-80%	4
>80%	5

Der Vorteil der Deckungsgradschätzung ist, dass möglichst alle Arten am Baumstamm erfasst werden. Der große Nachteil dieser Methode besteht darin, dass zum einen die Deckungsprozente stark vom Stammumfang abhängen (je kleiner der Umfang, desto größer die Prozentzahl, daher auch die Forderung nach einer definierten Untersuchungsfläche) und zum anderen sehr subjektiv sind. Daher die Frage, ob man an Stelle der Abundanzschätzung eine Frequenzschätzung mit einem Messgitter durchführt, wie es bei der Flechtenrichtlinie der Fall ist. Die Auszählung einer Frequenz in Gitterfeldern ist dabei als objektiver als die Schätzung der Abundanz. Frequenz- und Abundanzschätzung sind prinzipiell ähnliche Verfahren (Frequenz in 100 Feldern gibt Abundanz in Prozent). Dabei werden alle außerhalb des Aufnahmegitters wachsenden Arten mit der niedrigsten Frequenz berücksichtigt. Wenn ja, wie groß sollte dieses Gitter sein? Weitere Möglichkeiten wären, die Deckungsgradschätzung auf eine festgelegte Fläche zu beziehen, oder eine relative Skala zur Schätzung der Häufigkeit einzuführen (z.B. 1 = wenig, 2 = mäßig, 3 = viel vorkommend). Die Entscheidung für eine Abundanzschätzung (1-5) bzw. Frequenzbestimmung (1-10) kann auch von Proberechnungen abhängig gemacht werden. Man könnte auch von einem Frequenzgitter mit 5 Feldern ausgehen und dieselben Werte bekommen.

Aus Gründen des Artenschutzes ist darauf zu achten, dass die Entnahme von Beleg- und Bestimmungsexemplaren den Bestand nicht gefährdet.

3 Level3: Auswertung

Hier werden verschiedene Alternativen der Auswertung vorgestellt. Sie beziehen neben der objektivierbaren Erfassung der Artenzahl und der Quantität der Arten als nicht objektivierbare, nur empirisch erfassbare Parameter die Zeigerwerte ein. Dadurch geht in die Auswertung eine Bewertung ein.

Alternative 1 (Grundlage ist Deckungsgradschätzung):

Diese Auswertung war zunächst unser alleiniger Vorschlag zur Berechnung der "Moosgüte" eines Gebietes. Sie bezieht sich auf Artenzahl, Bedeckung und einen Toxitolanzwert.

3.1 Berechnung des Moosgütewertes (MGW)

Der Moosgütewert einer Messfläche gibt eine Einschätzung sowohl über die Diversität, Qualität als auch die Quantität der epiphytischen Moosvorkommen eines Gebietes.

Da insbesondere der Indikatorwert der einzelnen Arten in der Bewertung berücksichtigt wird, gehen nur jene Arten in die Berechnung des Moosgütewertes ein, denen in der Artenliste im Anhang ein Toxitolanzwert zugeordnet ist.

Zunächst werden die für jede Art ermittelten Häufigkeitswerte mit den artspezifischen Toxitolanzwerten verrechnet. Somit wird erreicht, dass das Vorkommen empfindlicher Arten stärker gewichtet wird. Da empfindliche Arten einen niedrigen Toxitolanzwert besitzen, müssen die Werte umgekehrt skaliert werden (10-Toxitolanzwert), so ergeben hohe Werte eine gute Bewertung.

Zunächst wird für jeden Baum einer Messfläche das Produkt aus Häufigkeit und Toxitolanz der darauf vorkommenden Arten ermittelt und aufsummiert:

$$HT_{ij} = \sum H_x \times (10 - T_x)$$

i = Nummer des Baumes

j = Nummer der Messfläche

HT = Die Summe des Produktes aus Häufigkeit und Toxitolanz der Moose des Baumes i auf der Messfläche j

H_x = Häufigkeitswert der Art x (siehe Tabelle 2)

T_x = Toxitolanzwert der Art x

Der Moosgütewert (MGW) einer Messfläche entspricht dem Mittelwert der Summen der errechneten Produkte aus Häufigkeit und Toxitolanz:

$$MGW_j = \frac{\sum HT_{ij}}{n_j}$$

n_j = Anzahl der kartierten Bäume auf der Messfläche j

Die Berechnung der Standardabweichung gibt Aufschluss über die Genauigkeit der Schätzung:

$$s_j = \sqrt{\frac{\sum (HT_{ij} - MGW_j)^2}{n_j - 1}}$$

Beispiel:

Baum 1, Messfläche j:

	Häufigkeitsklasse	10-Toxitolanzwert	H _x (10-T)
Orthotrichum affine	1	3	3
Bryum argenteum	2	1	2
Ceratodon purpureus	2	1	2
Orthotrichum diaphanum	3	2	6
Dicranoweisia cirrata	2	2	4
			Summe: HT = 17

Baum 2, Messfläche j:

	Häufigkeitsklasse	10-Toxizoleranzwert	Hx(10-T)
<i>Pylaisia polyantha</i>	1	4	4
<i>Cryphaea heteromalla</i>	2	5	10
<i>Radula complanata</i>	1	6	6
<i>Neckera complanata</i>	3	6	18
<i>Zygodon viridissimus</i>	2	7	14
<i>Porella platyphylla</i>	1	7	7
			Summe: HT=59

usw.

3.2 Ermittlung der Moosgüteklassen

Für die Bewertung und kartographische Darstellung werden die ermittelten Moosgütwerte in Klassen eingeteilt. Die Klassenbreite richtet sich nach der Fehlerstreuung des Projektes und wird über die mittlere Standardabweichung aller Messflächen ermittelt:

$$s_p = \sqrt{\frac{\sum_j \sum_i (HT_{ij} - MGW_j)^2}{m(n_j - 1)}}$$

$$\text{Klassenbreite} = t_p \times \frac{s_p}{\sqrt{n_p}}$$

Darin bedeuten:

- s = mittlere Standardabweichung aller Messflächen
 n^p = mittlere Anzahl kartierter Bäume pro Messfläche
 m^f = Anzahl der kartierten Messflächen
 t_p = kritischer Wert der Studentverteilung für n_p - 1 Freiheitsgrade (siehe Tab. 3)

Tab. 3: Kritische Werte der Studentverteilung

n-1	t
3	3,182
4	2,776
5	2,571
6	2,447
7	2,365
8	2,306

3.3 Bewertung und Darstellung der Moosgüteklassen

Zur Bewertung der ermittelten Moosgüteklassen wird eine Skala mit einer Klassenbreite von 12,5 herangezogen. Es sind 5 Klassen definiert, die mit einer verbalen Bewertung, sowie einer Farbskala zur kartographischen Darstellung gekoppelt sind. Damit erkenntlich wird, welche Kategorie von Baumbestand in der Untersuchungsfläche verwendet wurde, besitzen die verschiedenen Kategorien unterschiedliche Muster.

Hierbei handelt es sich bisher nur um eine vorläufige Skala. Um die Klassenbreiten festzulegen, müssten Daten aus verschiedenen Kartierungen vorliegen.

Kategorie 1 (freistehende Bäume)

sehr gering rot	gering orange	mäßig gelb	hoch grün	sehr hoch blau	Bewertung der Moosgüte
0	12,5	25	37,5	50	MGW

Zur Bewertung werden die im Projekt ermittelten Klassen an die definierte Skala angelegt und erhalten jeweils die am besten passende verbale Bewertung und Farbgebung. Wenn sich Moosgüteklassen überschneiden, sind Mischbewertungen und Mischfarben zu verwenden (*Bsp. hier nicht wiedergegeben*).

Gebiete mit sehr schlechter Moosgüte zeichnen sich durch das Vorhandensein sehr weniger Moosarten mit hoher Toxizität aus, wohingegen Gebiete mit sehr guter Moosgüte eine hohe Moosdiversität mit empfindlichen Arten besitzen. Erhalten Gebiete mit ähnlichem Baumbestand, Landnutzung und Relief unterschiedliche Bewertungen ist dies mit großer Wahrscheinlichkeit auf unterschiedliche lufthygienische Belastungen zurück zu führen. Aufgrund des günstigeren Mikroklimas ist zu erwarten, dass Gebiete der Kategorie 3 eine bessere Bewertung erhalten, als Gebiete der Kategorie 2 oder 1. Sollten sich hier jedoch kaum Unterschiede ergeben, sind ebenfalls Schadstoffwirkungen als Ursache denkbar.

Die Einteilung des Untersuchungsgebietes in homogene Geländeabschnitte mit definiertem Baumbestand ermöglicht es die Kartierungsergebnisse aus unterschiedlichen Untersuchungsräumen miteinander zu vergleichen. Hierbei ist darauf zu achten, dass nur Messflächen mit der gleichen Kategorie an Baumbestand miteinander verglichen werden.

Alternative 2 (Grundlage ist Frequenzmethode in Anlehnung an die Flechtenrichtlinie)

3.1 Berechnung der Moosgütewerte (MGW)

Zunächst werden die Moosgütewerte für die einzelnen Untersuchungsflächen (Rasterquadrate oder homogene Geländeabschnitte) errechnet. Der MGW einer Untersuchungsfläche entspricht dem Mittelwert der Frequenzsummen an den kartierten Bäumen.

MGW im Rasterquadrat j

$$\text{MGW}_j = \frac{\sum F_{ij}}{n_j}$$

Darin bedeuten:

- i = Nummer des Baumes
- j = Nummer der Messfläche
- F = Frequenzsumme am Baum i in Messfläche j
- n_j^{ij} = Anzahl der kartierten Bäume in Messfläche j

3.2 Ermittlung der Moosgüteklassen

Für die Bewertung und kartographische Darstellung werden die ermittelten Moosgütewerte in Klassen eingeteilt. Die Klassenbreite richtet sich nach der Fehlerstreuung des Projektes und wird über die mittlere Standardabweichung aller Messflächen ermittelt:

$$s_p = \sqrt{\frac{\sum_j \sum_i (F_{ij} - \text{MGW}_j)^2}{m(n_p - 1)}}$$

$$\text{Klassenbreite} = t_p \times \frac{s_p}{\sqrt{n_p}}$$

Darin bedeuten:

- s = mittlere Standardabweichung aller Messflächen
- n_p^p = mittlere Anzahl kartierter Bäume pro Messfläche

m	= Anzahl der kartierten Messflächen
t	= kritischer Wert der Studentverteilung für n -1 Freiheitsgrade (siehe Tab. 3)
p	

3.3 Bewertung und Darstellung der Moosgüteklassen

Die Darstellung erfolgt wie unter Alternative 1 beschrieben, wobei die Klassenbreite der Standardskala kleiner als 12,5 gewählt werden müsste. Aber auch hier ist eine Festlegung der Klassenbreite nur anhand von Daten aus Kartierungen möglich.

Diese Alternative bietet ein Höchstmaß an Standardisierung, aber leider bleiben die Zeigerwerte einzelner Arten völlig unberücksichtigt, d.h. Ceratodon purpureus besitzt den gleichen Stellenwert wie Neckera crispa. Daher tendieren wir zu ersten Alternative, wobei zunächst objektivierbare Berechnungsgrundlagen erhoben werden sollen (Artenzahl = Level 1, Artenzahl und Deckung = Level 2) und dann davon abgesetzt eine Bewertung durchgeführt wird (Level 3), wobei die Bewertung nicht nur Toxitolanzwerte einbeziehen kann, sondern auch andere Zeigerwerte. Das würde allerdings einen höheren rechnerischen Aufwand bedeuten (Wiederholung der gesamten Berechnungen mit anderen Zeigerwerten). Als Vereinfachung wäre denkbar, auf dem Level 3 keine solche Indices aus Artenzahl, Deckung bzw. Frequenz und Zeigerwert durchzuführen, sondern einfach arithmetische Mittelwerte der Zeigerwerte zu berechnen. Für jede Untersuchungsfläche werden die mittleren Zeigerwerte berechnet, indem die Zeigerwerte (z.B. Toxitolanzwert) der vorkommenden Arten addiert und durch die jeweilige Gesamtzahl an Arten dividiert werden. Auf dieser Basis ist eine verbale Beurteilung des Untersuchungsstandortes hinsichtlich Immissionsbelastung, Ansäuerung etc. möglich. (Wenngleich aus mathematischer Sicht die Berechnung des arithmetischen Mittelwertes streng genommen nicht zulässig ist, weil es sich bei den Zeigerwerten nicht um kardinale Zahlen handelt, hat es in vielen praktischen Anwendungen (bei Höheren und Niederen Pflanzen) zu realitätsnahen und nachvollziehbaren Resultaten geführt.)

4 Anhang

Zeigerwerte von epiphytischen Moosarten

	To	L	T	F	R	N
Amblystegiella subtilis	2	7	4	5	6	
Amblystegium serpens	9	5	x	4	6	
Anomodon attenuatus	3	5	5	5	7	
Anomodon viticulosus	3	4	3	4	8	
Antitrichia curtipendula	2	6	3	4	6	
Brachythecium rutabulum	9	5	x	4	x	
Bryum argenteum	9	7	x	x	6	
Bryum capillare	9	5	x	5	6	
Bryum flaccidum	8	5	5	5	6	
Ceratodon purpureus	9	8	x	2	x	
Cryphaea heteromalla	5	7	6	4	6	
Dicranoweisia cirrata	8	7	6	5	5??	
Dicranum scoparium	8	5	x	4	4	
Dicranum tauricum	8	4	3	4	4	
Frullania dilatata	4	8	3	4	5	
Frullania fragilifolia	2	7	4	5	4	
Frullania tamarisci	2	7	3	4	5	
Grimmia pulvinata		1	5	1	7	
Homalothecium sericeum	6	8	3	2	7	
Hypnum andoi	5	3	4	6	3	
Hypnum cupressiforme	9	5	x	4	4	
Isothecium alopecuroides	5	5	4	5	6	
Isothecium myosuroides	5	4	4	6	4	
Lejeunea cavifolia	1	5	3	6	6	
Lejeunea ulicina	1	5	5	5	3	
Leucodon sciuroides	3	8	5	4	6	
Lophocolea heterophylla	8	4	3	4	3	
Metzgeria conjugata	1	4	4	7	5	
Metzgeria fruticulosa	1	4	5	5	5	
Metzgeria furcata	4	5	3	4	6	

Metzgeria temperata	1	4	6	5	3
Neckera complanata	4	4	3	4	7
Neckera crispa	3	3	3	4	7
Neckera pennata	1	5	4	5	6
Neckera pumila	3	5	3	5	5
Orthodicranum montanum	7	6	3	5	2
Orthotrichum affine	7	8	4	4	6
Orthotrichum diaphanum	8	8	6	2	6
Orthotrichum gymnostomum	1	7	3	3	6
Orthotrichum lyellii	5	7	4	4	5
Orthotrichum obtusifolium	6	7	2	4	8
Orthotrichum pallens	5	4	2	4	5
Orthotrichum patens	4	6	5	4	6
Orthotrichum pulchellum	5	8	6	3	5
Orthotrichum pumilum	5	8	4	4	7
Orthotrichum rogeri	1	7	3	4	?
Orthotrichum scanicum	1	6	6	?	?
Orthotrichum speciosum	5	7	2	5	5
Orthotrichum stellatum	1	7	6	5	?
Orthotrichum stramineum	5	7	4	3	6
Orthotrichum striatum	5	8	3	5	6
Orthotrichum tenellum	5	8	6	3	6
Paraleucobryum longifolium	2	4	2	4	1
Platygyrium repens	7	6	5	4	6
Porella platyphylla	3	5	3	4	6
Pseudoleskeella nervosa	1	7	x	5	6
Pterigynandrum filiforme	2	6	2	5	4
Ptilidium pulcherrimum	4	7	3	5	2
Pylaisia polyantha	6	8	3	5	7
Radula complanata	4	7	3	5	7
Radula lindenbergiana	2	7	2	5	6
Tortula laevipila	6	8	5	3	6
Tortula muralis		8	5	1	x
Tortula pagorum	6	9	8	2	7
Tortula papillosa	5	8	6	3	6
Tortula virescens	5	8	5	2	6
Ulotia bruchii	5	4	3	5	4
Ulotia coartata	2	6	3	6	6
Ulotia crispa	5	4	3	6	3
Ulotia drummondii	1	7	2	6	4
Ulotia macrospora	1				
Ulotia phyllantha	1	6	5	6	7
Zygodon conoideus	3	5	6	6	5
Zygodon dentatus	2	4	6	6	7
Zygodon viridissimus	3	4	6	5	7

Die L-, T-, F- und R-Werte nach Düll in Ellenberg modifiziert. Diese Werte bedürfen noch einer Überarbeitung. Im Gegensatz zum To-Wert liegen bei diesen Bewertungen vielfach euryöke Arten vor, die nicht mit einer Zeigerwertspanne sondern nur mit einem Wert bedacht werden. In solchen Fällen wird ein Mittelwert gegeben. Desgleichen kann es lokale Abweichungen geben. Die To-Werte sind mit denen der Flechten an denselben Standorten abgeglichen.

Ausgelassen sind: (oder zu $To = 0$)?

(a) alle nicht epiphytischen Arten, die in luftfeuchten Lagen auf Bäume gehen (Sanionia uncinata, Mnium hornum, Pohlia nutans, Plagiothecium spp., Thuidium tamariscinum, Plagiochila spp., Homalothecium lutescens, Brachythecium salebrosum, Plagiomnium spp., Orthodicranum fulvum, O. flagellare, Dicranum scoparium etc.), **da sie keinen Indikatorwert haben.**

(b) Arten von Stammbasen: Homalia, Dicranum viride, Hypnum pallescens, Brachythecium reflexum, auch wenn sie u.U. höher gehen.

(c) Arten aus Auenwäldern im Überschwemmungsbereich (Leskea polycarpa, Tortula latifolia), da weniger durch den Luftfaktor beeinflusst

Die montanen Arten haben alle To-Werte von 1 oder 2, Acidophyten und Nitrophyten alle 8 oder 9. *Zu diskutieren wäre, inwieweit Arten von $To = 9$ nicht eher bei 0 untergebracht sind?*

Nachdem der BLAM-Vorstand den Vorschlag zu Exkursion nach Sachsen in die neuen Bundesländer und damit zu früher kaum erreichbaren höchst interessanten Stellen mehrere Jahre lang nicht berücksichtigt und dann definitiv abgelehnt hatte, hat Klaus Stetzka vom Forstbotanischen Institut in Tharandt die Eigeninitiative übernommen und endlich auch auswärtigen Bryologen einen Einblick in die Mooswelt des Elbsandsteingebirges und des Erzgebirges gegeben. Aufgrund des Zuspruches wird von der Arbeitsgruppe Bryologie in Bonn eine entsprechende Exkursion im Herbst an die Mosel angeboten. Vielleicht kann das zu einer Dauereinrichtung werden, ähnlich wie die Holländer neben einer großen Exkursion im Sommer traditionell im Frühjahr und Herbst ihre "Voorjaarsexkursie" bzw. "Naarjaarsexkursie" haben.

Bericht über die Bryologischen Exkursionen in die Sächsische Schweiz und ins Erzgebirge

von Jenny Kießling

Wie in den Bryologischen Rundbriefen No. 37 angekündigt wurde, fanden vom 27.04. bis 29.04.2001 die vom Institut für Forstbotanik und Forstzoologie und dem Institut für Botanik der TU Dresden organisierten Bryologischen Exkursionen statt. Insgesamt konnten 32 Teilnehmer aus Bonn, Berlin, Bayreuth, Gera, Halle und natürlich auch Einheimische aus ganz Sachsen begrüßt werden. Das Exkursionswochenende wurde schon am Freitagabend mit 3 Vorträgen über den Stand der Bryologischen Forschung in Sachsen, die Bryologische Forschung und Lehre am Institut für Forstbotanik in Tharandt, und über die Torfmoosflora des Erzgebirges sowie einem anschließenden gemeinsamen Kneipenbesuch eröffnet.

Der Samstag führte uns in die Sächsische Schweiz. Bei der ersten Exkursionsroute im Schiebemühlenbachtal, an der Elbe und im Gelobtbachtal (Grenzbach zu Tschechien) konnten eifrig Arten wie *Leucobryum juniperoides*, *Mylia taylorii*, und *Tetradontium brownianum* gesammelt und Highlights wie *Hookeria lucens*, *Campylopus fragilis* sowie Feuersalamander bewundert werden. Die zweite Exkursionsroute verlief durch den Großen Zschand - eine malerische Sandsteinschlucht im Nationalpark. Hier bestand selbstverständlich absolutes Sammelverbot. Es wurden aber z.B. *Rhytidiadelphus subpinnatus*, *Blepharostoma trichophylla*, *Calypogeia azurea* und *Dicanodontium denudatum* bestaunt und natürlich fotografiert. Während wir ansonsten Glück mit dem Wetter hatten, war dieser Exkursionsteil leider verregnet. Ein

Bierchen am Zeughaus hat aber durchaus über die Tropfen vom Himmel hinweggetröstet.

Am Sonntag führen wir ins Erzgebirge. Zuerst wurde Zwischenstopp am abgelassenen Oberen Teich in Großhartmannsdorf (Osterzgebirge) gemacht, bei dem es *Archidium alternifolium*, *Pleuridium palustre*, *Physcomitrium pyriforme*, *P. sphaericum*, *Atrichum tenellum* u.a. Teichschlammarten in großen Mengen zu sehen und einzutüten gab. Wer Glück hatte, konnte auch das Miniaturmoos *Pseudophemerum nitidum* finden. Von den großen *Riccia cavernosa*-Beständen, die im Herbst den Teichboden zieren, konnten wir leider nur erzählen. Die Fahrt ging anschließend weiter bis ins Schwarzwassertal (Mittlerzgebirge). Entlang der Schwarzen Pockau wurden z.B. *Coscinodon cribrosus*, *Blindia acuta*, *Warnstorfia pseudostaminea* und Leuchtmoos (*Schistostega pennata*) mit leuchtenden

Protonemen sowie Sporogone tragenden Pflänzchen gezeigt. Auf kältespeichenden, zum Teil noch vereisten Blockhalden haben wir Bekanntschaft mit *Cephalozia leucantha*, *Polytrichum pallidisetum*, *P. strictum*, *Sphagnum russowii* und *S. quinquefarium* gemacht. Felsformationen wie die Ringmauer, der Nonnefelsen oder die Teufelsmauer lohnten den Kopf auch mal zu heben und den Blick schweifen zu lassen. Die sächsischen Moosexkursionen hatten nämlich nicht nur bryologisch, sondern auch landschaftlich einiges zu bieten.

Auf einer kleinen Nachexkursion mit „unseren Berlinern“ ins Tal der Wilden Weißeritz, fand sich dann außerdem endlich das hier gar nicht so seltene *Fontinalis squamosa*. Das durchweg positive Echo der Gäste gibt uns Mut für die Wiederholungen solcher Treffen und sollte auch anderen Anlass zur Nachahmung sein.



Mylia taylorii an Sandsteinfelsen in der Sächsischen Schweiz.



Teilnehmer der Sachsenexkursion am 29.4.01. Von links nach rechts: Norber Stapper, Christian Zänker, Ines Marquardt, Michael Siemsen, Jürgen Klawitter, Helga Otto, Manfred Siegel, Maik Denner, Hanna Köstler, Wolfgang Hertel, Klaus Stetzka, Andreas Solga, Isabelle Franzen, Frank Müller, Uta Hertel, Martin Baumann, Eduard Hertel, Susan Kamprad, Volker Beer, Jenny Kießling, Heinz Jürkschat, Rolf Blöcher, W. Borsdorf, Jens Nixdorf, R. Albrecht, Biedermann, Erhard Seifert.

Der Nutzen des GPS für die Bryologie

Satellitennavigatoren, welche das Global Positioning System (GPS) nutzen, kamen vor etwa 15 Jahren auf. Sie waren zunächst für die Navigation von Schiffen und Sportflugzeugen gedacht und entsprechend teuer. Unser erstes GPS-Gerät kostete 5000.—und hatte das Format eines kleinen Kofferradios. Die Genauigkeit betrug kaum mehr als 100 m, die Bedienung war umständlich (nach jedem Batteriewechsel musste ein Satellit geortet werden, dann der „Almanach“, d.h. der aktuelle Satellitenfahrplan heruntergeladen werden und dann konnte das Gerät unter Berücksichtigung des Datums und der ungefähren Länge und Breite auf 500 km genau die benötigten 3-4 Satelliten anpeilen und aus deren Position die Länge und Breite berechnen). Seitdem sind die Geräte – wie alle Elektronikartikel – kleiner, besser und billiger geworden. Heute sind die Geräte schon kleiner als ein Handy, eines ist in einer Armbanduhr erhältlich, und man bekommt sie ab 250 Mark. Es sind alles 12 Kanalgeräte (die alten waren 4 Kanalgeräte), gehen also drei Mal so schnell, sind einfacher zu bedienen und geben den genauen Standort inzwischen auf weniger als 10 m genau an..

Was können solche Geräte in der Bryologie leisten?

Die Angabe eines genauen Ortes hat Bedeutung bei allen Fundortangaben. Dadurch wird ein Ort genauestmöglich dokumentiert. Das bezieht sich einerseits auf die Angabe eines untersuchten Baumes bei einer Epiphytenkartierung, andererseits auf die Angabe einer Dauerbeobachtungsfläche, also weitgehend im beruflichen oder universitären Bereich. Auf diese Weise kann man Jahre später einen Baum oder eine pflanzensoziologische Aufnahmefläche für eine Nachkartierung wiederfinden. Andererseits hat ein GPS-Gerät auch Bedeutung für den Amateurfloristen, der den exakten Fundort z.B. einer seltenen Art angeben kann. So wurde z.B. der einzige Fundort von *Dichelyma capillaceum*, einer FFH-Art, den Behörden über geographische Koordinaten gemeldet; genauer geht es nicht. Viele kennen das: da hat man eine Angabe einer seltenen Art; die Angabe aus der Literatur umfasst (wenn überhaupt) eine Fläche von 4 Quadratkilometern; eine Nachsuche ist frustrierend. Hätte man jetzt eine Koordinatenangabe, könnte man das GPS-Gerät damit „füttern“ und sich dahin führen lassen. Ein Pfeil weist einem die Richtung, dazu wird die Entfernung (Luftlinie) angegeben, sogar die Zeit, sofern man seine bisherige Gangweise einhält. Eine weitere Mög-

lichkeit betrifft die Kartierung von Moosen und die automatische Erstellung von Verbreitungskarten mit Hilfe von einem Geografischen Informationssystem. Punktgenau wird dann das Vorkommen erfasst, und nicht auf einer Fläche von 121 Quadratkilometern (Messtischblatt). Dann fallen so Schwächen fort, wenn z.B. eine Art an zwei hundert Meter auseinanderliegenden Stellen vorkommt und eine Fläche von 242 qkm angekreuzt wird. Oder eine Art kommt entlang eines Flusses vor und die Karte macht daraus ein Zickzackmuster. Die GPS-Kartierung bietet sich allerdings nur für Kartierungen an, die heute begonnen werden; rückwirkend lassen sich die Koordinaten nur mit einiger Arbeit feststellen.

Die Koordinaten werden wahlweise als Gauss-Krüger-Koordinaten aufgenommen, als Dezimalgrad (für spätere GIS-Eingabe) oder als Rechts- und Hochwerte (German Grid), womit die Fundorte auf den Messtischblättern lokalisiert werden können.

JPF

BRYOLOGISCHE EXKURSION IN DAS MOSELTAL

16.-18.11.2001

in Cochem

Das Moseltal ist eines der landschaftlich reizvollsten und bryologisch attraktivsten Plätze in Mitteleuropa. Die Schieferfelsen und Weinberge beherbergen eine Vielzahl von mediterranen Xerothermarten wie *Targionia hypophylla*, *Bartramia stricta* und *Tortula canescens*, wärmeliebende Arten wie *Trichostomum crispulum* oder *Weissia condensa*, Trockenrasenarten wie *Pleurochaete* und *Rhytidium*, interessante Neophyten wie *Phascum leptophyllum* als auch wärmeliebende Epiphyten wie *Tortula pagorum*. In den schluchtartigen Seitentälern findet sich eine üppige Moosflora, u.a. mit epibryischer *Cololejeunea rosettiana*

Unterkünfte:

Der Ausgangspunkt der Exkursion ist Cochem, weil sich dort die reichlichsten Unterkunftsmöglichkeiten bieten. Diese reichen von der Privatpension (ab DM 25.-- pro Bett) bis zu Hotels (Einzelzimmer ab DM 50.--), ferner diverse Campingplätze in der Umgebung sowie eine Jugendherberge.

Die Unterkunft bitte selbst buchen:

Jugendherberge, Klottener Str. 9, 56812 Cochem (02671) 8633

Hotels und Privatpensionen über die homepage der Stadt: www.cochem.de, die einen Link zu einem zentralen Hotelverzeichnis von Rheinland.-Pfalz enthält. Dort ein Hotel aussuchen und telefonisch buchen. Oder das Verkehrsamt der Stadt anrufen.

Campingplätze sind ebenfalls auf der Homepage aufgeführt.

Die Exkursionen führen in die direkte Umgebung von Cochem.

Programm:

Anreise Freitag Nachmittag.

Am Freitag Abend findet eine kurze Einführung in das Exkursionsgebiet statt.

Samstag Exkursionen in die Umgebung: NSG Brauselay, NSG Dortebachtal, Pommern, Elztal. Samstag Abend findet ein Seminar zum Thema: Einsatz von Digitalkameras bei der Makrofotografie von Moosen statt, das Norbert Stapper hält.

Sonntag Brodenbachtal und Ehrbachklamm. Rückreise am Nachmittag.

Anmeldung bitte bis spätestens Ende September bei Jan-Peter Frahm. (Es muss dann sowieso die Unterkunft gebucht sein; außerdem müssen wir einen entsprechenden Gesellschaftsraum für das Zusammensein am Abend reservieren).

Frahm@uni-bonn.de

Tel.: Dienstl. 0228/732121, priv. 02228/7538, Handy: 0178/7982794

Anfahrt:

Mit dem PKW:

Die Anfahrt aus Richtung Ruhrgebiet/Köln/Bonn erfolgt auf der A3 bzw. A61 in Richtung

Koblenz, aus dem Rhein-Main-Gebiet ebenfalls über die A3 (in Richtung Köln). Dann die Autobahn A48 (Koblenz-Trier) nehmen, Ausfahrt KAISERSESCH.

Bundesbahn

Strecke 620 (Koblenz-Trier)

Neue deutsche bryologische Literatur

Werner, J. 2000. Eine Teilkartierung in der südlichen Eifel (3. Beitrag zur Moosflora der Eifel). Abh. Delatinnia 26: 267-280.

Caspari, S., Mues, R., Sauer, E., Hans, F., Heseler, U., Holz, I., Lauer, H., Schneider, C., Schneider, T., Wolff, P. 2000: Liste der Moose des Saarlandes und angrenzender Gebiete mit Bemerkungen zu kritischen Taxa, 2. Fassung. Abh. Delatinnia 26: 189-266.

Dengler, J., Siemsen, M., Wolfram, C., Berg, C., Drews, H., Keienburg, T., Lütt, S., Martin, W., Schröder, W. 1999/2000: Neue Funde gefährdeter und anderer bemerkenswerter Moose in Schleswig-Holstein. Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein und Hamburg 27/28: 8-27.

Siemsen, M., Wolfram, C., Dengler, J. 1999/2000: Neue Funde gefährdeter und anderer bemerkenswerter Moose in Schleswig-Holstein und Hamburg. 2. Folge. Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein und Hamburg 27/28: 28-69.

Schulz, F., 2000: Das Moos *Cryphaea heteromalla* (Hedw.) D. Mohr in Schleswig-Holstein. Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein und Hamburg 27/28: 70-72.

Neuerscheinungen

Infante, M. 2000. Las Hepaticas y Anthocerotas (Marchantiophyta y Anthocerotophyta) en la comunidad autonoma del Pais Vasco. Guineana vol. 6, 345 S. Preis 4000 Pts. Bestellungen an: Servicio Editorial, Universidad del Pais Vasco, Apdo. 1397, 48080 Bilbao, Spanien. E-mail luxedito@lg.ehu.es. Bezahlung über Eurocheque (+ 500 Pts. Porto) oder Angabe der Kreditkartennummer (Visa, Master) mit Ablauf.

Zarnowiec, J. 2001. A taxonomic monograph of the Drepanocladus aduncus group (Bryopsida, Amblystegiaceae). Lodz Technical University, Bielsko-Biala Branch. Hrsg. von Wydawnictwo Politechniki Lodzkiej Filii w Bielsku Bialej, ul. Willowa 2, PL 43 309 Bielsko Biala. Preis und Umfang nicht bekannt.

Glaser, R. 2001. Klimageschichte Mitteleuropas. 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Primus Verlag, 227 S. DM 78.--
1999 war das wärmste Jahr des Jahrhunderts, was auch die Pflanzenwelt betrifft. Immergrüne Arten wie Efeu steigen im Gebirge höher und nehmen im Flachland zu; auch Moose sind - wie schon mehrfach erwähnt - betroffen. Wiewar das Klima jedoch in den Jahrhunderten zuvor? Anhand von archivalischen Unterlagen hat der Autor eine Klimakurve der letzten 1000 Jahre rekonstruiert. Daraus ergibt sich, dass das jetzige "moderne" Klimaoptimum sogar noch das Mittelalterliche Wärmeoptimum

übertrifft. Die Klimakurve wirft auch für die Bryologie interessante Fragen auf: was haben die wärmeliebenden Moose bei uns in der "Kleinen Eiszeit" (16.-19. Jahrhundert) gemacht? Haben sie diese Kälteperiode überdauern können oder sind diese sog. Xerothermrelikte gar erst später wiedereingewandert? Was gab es wohl im 13. und 14. Jahrhundert bei uns für Moose, als es ebenso war wie in den letzten Jahren? Wie wir aus Torfanalysen wissen, war ja die Torfmoosflora im Mittelalter eine ganz andere als heute (die Hochmoore waren überwiegend aus *Sphagnum imbricatum* aufgebaut). Hat das auch andere Biotope (Wälder) betroffen? Die Natur befindet sich in einem laufendem Wandel und die Pflanzenwelt muss laufend darauf reagieren. Die Moosflora ist also nichts statisches, sondern laufenden wandeln unterworfen.

Unbekanntes Moos

In den Rundbriefen Nr. 44 stellte ich eine unbekanntes Pottiaceae vor, die Herr Oesau bei Bingerbrück gesammelt hatte. Daraufhin schrieben die Pottiaceen-Spezialisten Richard Zander und Jan Kucera, dass es sich dabei um *Didymodon tophaceus* handeln sollte. Diese Art muss aber ausgeschlossen werden, weil bei ihr die ventralen Rippenzellen verlängert sind (s.a. Kucera, Meylania 19 Abb. 20), und bei dieser Art nicht. Außerdem hat diese Art einen anderen Rippenquerschnitt. Material dieser Art wurde an die Spezialisten Philip Sollman und Jan Kucera geschickt, die aber offenbar auch nicht sagen können, worum es sich hierbei handelt.

IMPRESSUM

Die Bryologischen Rundbriefe erscheinen unregelmäßig und nur in elektronischer Form auf dem Internet (<http://www.uni-bonn.de/Bryologie/> in Acrobat Reader Format. © Jan-Peter Frahm

Herausgeber: Prof. Dr. Jan-Peter Frahm, Botanisches Institut der Universität, Meckenheimer Allee 170, 53115 Bonn, Tel. 0228/732121, Fax /733120, e-mail frahm@uni-bonn.de

Beiträge sind als Textfile in beliebigem Textformat, vorzugsweise als Winword oder *.rtf File erbeten. Diese können als attached file an die obige e-mail-Adresse geschickt werden. An Abbildungen können Strichzeichnungen bis zum Format DIN A 4 sowie kontrastreiche SW- oder Farbfotos in digitaler Form (*.jpg, *.bmp, *.pcx etc.) aufgenommen werden.
