

# BRYOLOGISCHE RUNDBRIEFE

Informationen zur Moosforschung in Deutschland

*Mit finanzieller Unterstützung des Landesumweltministeriums von Nordrhein-Westfalen läuft an der Universität Bonn (Botanisches Institut: Prof. Dr. J.-P. Frahm, Institut für Agrikulturchemie: Prof. Dr. H. Goldbach) ein neues Forschungsprojekt an. Die folgende Projektskizze soll einen kleinen Eindruck in die Themstellung und Methoden geben.*

## Der Einfluß von Stickstoffemissionen auf Moose und Flechten

Jan-Peter Frahm & Andreas Solga

In den letzten Jahren waren dramatische Änderungen quantitativer als auch qualitativer Art bei Moosen und Flechten zu verzeichnen. Diese betreffen insbesondere die Zunahme epiphytischer Arten und der Rückgang von Arten an nährstoffarmen Standorten (Silikatfelsen, Magerrasen). Vor 20 Jahren waren noch weite Teile Deutschlands zu den Epiphytenwüsten zu zählen, in denen aufgrund der hohen Schadstoffbelastung der Luft absolut keine epiphytischen Moos- und Flechtenarten auftraten. In solche Gebiete transplantierte Arten starben dort binnen kurzem ab. Seitdem hat sich durch gesetzgeberische Maßnahmen zur Luftreinhaltung, insbesondere durch eine starke Reduzierung der Schwefeldioxidwerte, ein drastischer Wandel ergeben.

Die rasche Neubesiedlung, die auch im Inneren der Städte, ja

sogar im Ruhrgebiet zu verfolgen ist, erfolgt jedoch nicht in derselben Artenzusammensetzung, wie sie früher zu verzeichnen war. Untersuchungen zeigen, daß heute erstens viele Arten vorherrschen, die als stickstoffliebend (nitrophil) gelten, und zweitens Arten auf Bäumen auftreten, die sonst andere Substrate besiedelt haben. Als Ursache ist an erhöhte Stickstoffdepositionen zu denken. Darauf weisen auch starke Veränderungen im Bereich nährstoffarmer Standorte (Felsheiden, Magerrasen) hin. In diesen zu meist unter Naturschutz stehenden Bereichen ist eine starke Eutrophierung zu verzeichnen, die dazu führt, daß die Arten, der wegen die Gebiete unter Naturschutz gestellt wurden, verschwinden. Hier stellt sich die Frage, ob eine physiologische Stickstoffempfindlichkeit dieser gefährdeten Arten vorliegt oder sie der

Verdrängung durch stickstoffliebende Arten unterliegen.

Zur Klärung der Frage des Stickstoffeinflusses auf Moose und Flechten soll (a) empirisch das Vorkommen von solchen stickstoffliebenden Arten mit Meßwerten von Stickstoffemissionen korreliert werden und (b) experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Stickstoffgaben auf das Wachstum von Moosen und Flechten durchgeführt werden. Solche Untersuchungen sind bislang noch nicht durchgeführt worden. Dabei interessieren vor allem die Fragen, in welcher Verbindung ( $\text{NO}_x$  oder  $\text{NH}_x$ ) der Stickstoff von den Moosen und Flechten aufgenommen wird, sowie in welcher Form (gasförmig, flüssig oder als Aerosol). Dies ist insbesondere zur Klärung der Frage, welche Verursacher (Verbrennungsprozesse

### INHALT:

Stickstoffemissionen.....	1
Neuerscheinungen.....	2
Limprichtia.....	2
Moosexkursionen.....	2
Moosfotos.....	2
Tortula brevissima.....	2
Bryum elegans.....	3
Neue dt. Literatur.....	3, 10
Epiphytische Fadenalge.....	10
Bryum veronense.....	11

*Forts. S. 4*

**Neuerscheinungen**

**Siewers, U., Herpin, U. 1998** (1999): Moos-Monitoring 1995/1996. Schwermetalleinträge in Deutschland. Geol. Jahrbuch Sonderheft SD2, 199 S., DM 72.--

**Chien, Gao, Crosby, Marshall 1999.** Mossflora of China part 1: Sphagnaceae to Leucobryaceae. 228 S. Beziehbar bei Koeltz für DM 150.-- Seit einiger Zeit gibt es die ersten Bände dieser chinesischen Moosflora auf Chinesisch. Jetzt beginnt der Missouri Botanical Garden eine englische Übersetzung dieser Bände herauszugeben.

**LIMPRICHTIA**

Nachdem nun schon wieder eine ganze Zeit kein Herzogia-Band mehr erschienen ist, und auch keine Aussicht auf eine baldige Änderung besteht, da es auf der letzten Jahreshauptversammlung hieß, daß der bisherige Schriftleiter seinem Amt nicht mehr nachkommen kann, besteht die Möglichkeit, die Zeitschrift *Limprichtia* für Einzelbeiträge zu öffnen, nachdem dort bislang fast nur Diplomarbeiten publiziert worden sind. Interessenten, die Manuskripte für die *Herzogia* "auf Lager" haben, aber nicht loswerden, können sich bei mir melden. dasselbe gilt für Manuskripte, die vor Jahren für einen 3. Band der *Bryologischen Mitteilungen* eingereicht worden, aber nie erschienen sind. (JPF)

**Moosexkursionen in Bonn**

Im Wintersemester werden wieder Moosexkursionen an der Universität Bonn angeboten. Sie finden 5 Samstagen in zweiwöchigen Abständen am 23.10. Moseltal  
6.11. Westerwald  
20.11. Mayen  
4.12. Rheinpfalz  
und 18.12. Rheinufer zwischen Bonn und Köln statt. (Änderungen vorbehalten). Abfahrt jeweils 9.00 Uhr vor dem Botanischen Institut Meckenheimer Allee mit Universitäts-Kleinbus. Für Interessierte besteht Mitfahrgelegenheit nach vorheriger Anmeldung. (JPF)

**Moosfotos aus Neuseeland**

Ca. 210 Fotos von Moosen aus Neuseeland (sie wurden 1998 auf der BLAM-Exkursion in die Hohen Tauern gezeigt) sind (ähnlich wie die CD "Deutschlands Laubmoose" mit Begleitprogramm und in derselben Auflösung und Format (/vgl. BR 27) auf CD erhältlich. Beispiele dieser Fotos befinden sich im BRYO AUSTRAL Artikel in BR 27. Preis DM 20.-- (JPF).

***Tortula brevissima* im Ahrtal**

Jan-Peter Frahm

Nachdem bereits im Frühjahr 1999 *Tortula brevissima* neu im Moseltal gefunden wurde (Frahm 1999), ist die Art im Herbst desselben Jahres jetzt auch aus dem Ahrtal bekannt geworden, wo sie am 16.10.99 auf einer Exkursion in Begleitung von Maria Teresa Gallego (Murcia), Volker Buchbender, Dorothee Killmann und Andreas Solga an einem S-exponiertem Schieferhang direkt westlich des Ortes Altenahr gefunden wurde. Wie immer wächst *Tortula brevissima* auf Erde, hier erdbedeckten Schieferfelsen. Die zunächst nur aus dem Vorderen Orient bekannte Art war 1941 einzig in Mitteleuropa von Reimers am Kyffhäuser gefunden worden, dann seit 1976 in Spanien, seit 1988 in Frankreich und der Südschweiz, aber in den letzten Jahren in Südwestdeutschland und schließlich dem Unteren Odertal gefunden worden. Jüngst wurde die Art neu für Italien aus Sizilien angegeben (Privitera & Puglisi 1999). In dieser Publikation finden sich Referenzen für die Verbreitungsangaben als auch eine Verbreitungskarte für Europa (die jedoch für Deutschland nicht komplett bzw. richtig ist).

Frahm, J.-P. 1999. Neue Moosfunde von der Untermosel. *Bryol. Rundbr.* 24:6.

Privitera, M., Puglisi, M. 1999. *Tortula brevissima* Schiffn. (Pottiaceae) found in Italy. *Cryptogamie Bryol.* 20: 207-212.

Die Identität der Mimikry-Formen von *Bryum elegans*

Jan-Peter Frahm

Während in den lokalen deutschen Moosfloren bis in die Siebziger Jahre *Bryum elegans* gar nicht oder nur vereinzelt auftauchte, wird sie in den letzten Jahrzehnten immer häufiger angegeben. Düll (1994) bezeichnet sie schließlich als zerstreut bis verbreitet und "außerhalb der Kalkgebiete manchmal häufiger als *B. capillare*", was wohl in den Kalkgebieten heißen soll, da *B. elegans* eine typische Kalkmoosart ist. Düll (1995) bezeichnet sie als "zerstreut und oft übersehen, in Rheinland-Pfalz wohl in allen Naturräumen vertreten". Düll et al. (1996) geben sie aus 45 Meßtischblättern in Nordrhein.-Westfalen und angrenzenden Gebieten an.

Ich spreche aus eigener Erfahrung wenn ich meine, daß die Art leicht zu verkennen ist. Auch ich habe vermehrt Pflanzen aus dem *Bryum-capillare*-Komplex als *B. elegans* bezeichnet, die hohle, löffelförmige Blätter mit einer kurzen, zurückgekrümmten Blattspitze besitzen. Hat man aber erst einmal "echtes" *Bryum elegans* gesehen, werden die Unterschiede klar. Das echte *Bryum elegans* hat wurmförmig beblätterte Stämmchen mit eng anliegenden hohlen Blättern. Die Art ist typischerweise in den kalkreichen Hochgebirgen vertreten und wohl nur sehr selten in tieferen Lagen. Was in tieferen Lagen wie *Bryum elegans* aussieht, ist aber schopfig-knospenförmig beblättert und wächst besonders auf Mauerkronen. Dennoch ist die-

ses Taxon sehr distinkt und gut von *Bryum capillare* s.str. geschieden. Wobei handelt es sich jedoch bei diesem Taxon?

Der Fund einer solcher Probe mit überreichlichen Brutfäden in den Blattachsen im Ahrtal löste das Geheimnis. Es handelt sich dabei um *Bryum subelegans* (daher der Name!), dem ehemaligen *Bryum flaccidum*. Normalerweise wurden als *Bryum flaccidum* kleine sehr lax und entfernt beblätterte, überwiegend epiphytisch oder auf morschem Holz wachsende Pflanzen mit Brutfäden in den Blattachsen bezeichnet. Das ist jedoch wohl nur eine Expression dieser Art, die andere wächst auf Gestein, ist dicht knospenförmig beblättert und hat in der Regel wohl keine Brutfäden. Oder ist es so, daß *B. subelegans* und *B. flaccidum* keine Synonyme sind, sondern die Gesteinssippe das eigentliche *Bryum subelegans* ist und die epiphytische Sippe nach wie vor *B. flaccidum* genannt werden sollte? Ich tendiere jedenfalls dazu. Dies wird auch von den unterschiedlichen Namenssuggeriert (*subelegans* wegen der Ähnlichkeit mit *elegans*, *flaccidum* wegen der Laxheit der Pflanzen).

**Düll, R. 1994.** Deutschlands Moose Bd. 2. Bad Münstereifel.

**Düll, R. 1995.** Moosflora der nördlichen Eifel. Bad Münstereifel.

**Düll, R., Koppe, F., May, R. 1996.** Punktkartenflora der Moose (Bryophyta) Nordrhein-Westfalens (BR Deutschland). Bad Münstereifel.

## Neue deutsche bryologische Literatur

## Ergänzungen zu der Bibliographie in BR 27 von Markus Setzepfand/Freiburg

**Brackel, W. v. 1994.** Epiphytische Moos- und Flechten-Gesellschaften auf der Ehrenbürg bei Forchheim. Hoppea 55: 561-579.

**Bresinsky, A., Huber, A. & Türk, R. 1995.** Tagung der Bryologisch-Lichenologischen Arbeitsgemeinschaft (BLAM) in Regensburg vom 18.8. – 21.8.1995. Hoppea, Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft 56: 563-582.

**Höper, M. 1996.** Moose-Arten, Bioindikation, Ökologie. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 35: 1-112.

**Huber, A. 1998.** Die Moose im Großraum Regensburg und ihre Einsatzmöglichkeiten als Bioindikatoren für Radiocäsium. Hoppea, Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft 59: 5-683.

**Koperski, M. 1998.** Zur Situation epiphytischer Moose in Eichen-Buchenaltbeständen des niedersächsischen Tieflandes. Forst und Holz 53(5): 137-139.

**Lüth, M. 1999.** Moosgesellschaften und Moosgesellschaftskomplexe auf Blockhalden. Decheniana, Beiheft 37: 93-100.

**Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie 1996.** Artenliste der Moose Sachsens. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege 10/1995: 1-67.

oder Landwirtschaft) in Frage kommen. Zudem ist wesentlich die Grenzwerte zu kennen, bis zu denen Stickstoffemissionen keine, tolerierbare oder schädigende Wirkung zeigen. Ein Abgleich von Geländebeobachtungen und den Ergebnissen experimenteller Arbeiten kann dazu führen, abgestufte Bioindikatoren für die Stickstoffbelastung zu ermitteln, wodurch eine sehr einfache und billige Bonitierung der lokalen Stickstoffbelastung über Flechten und Moose erfolgen könnte.

**Heute darf man sich nicht mit der Konstatierung des Rückganges von Meßwerten begnügen, sondern muß auch im Auge behalten, was diese Änderung bei der Quantität und Qualität von Luftschadstoffen in der Natur anrichten, wie sie sich auf lebende Organismen auswirken. Bioindikation und Biomonitoring ist nicht einseitig nur zur Feststellung von negativen Effekten (Artenrückgang) einzusetzen, sondern allgemein zu einer Umweltüberwachung. Solche vielfach in ihrer Kombination von Wirkstoffen und Umweltfaktoren gar nicht meßtechnisch erfaßbaren Änderungen werden nur durch Bioindikatoren angezeigt. Moose und Flechten haben sich dabei aufgrund ihrer Wasser- und Nährstoffaufnahme direkt durch die Atmosphäre als hervorragende Sensoren erwiesen und zeigen auch zur Zeit wieder durch ihre Veränderungen in der Artenzusammensetzung Änderungen der Umweltbedingungen an.**

### **Auswirkungen erhöhter Stickstoffdeposition auf epiphytische Moose und Flechten**

Nach der deutlichen Verringerung der SO<sub>2</sub>-Emissionen in den letzten 10-15 Jahren erleben wir zur Zeit eine "Rückkehr der Epiphyten" auf breiter Front. So sind z.B. im Stadtgebiet von Bonn bei einer Kartierung der epiphytischen Moose und Flechten im Jahre 1955 nur 14 Arten nachgewiesen worden (STEINER & SCHULZE-HORN, 1955), 1997 sind es über 80, darunter spektakuläre Nachweise von Bartflechten (*Usnea* sp.) oder als wenig toxisch eingestuft Moosen (*Ulotia* spp., *Orthotrichum* spp., *Tortula laevipila* u.a., DILG 1998). Im Gebiet der Eifel, des Niederrheins, des Siebengebirges und des Westerwaldes erleben wir momentan eine eindrucksvolle Wiederbesiedlung mit epiphytischen Arten und bislang epiphytenleeren oder -armen Standorten.

Ähnliche Effekte sind im Ausland zu verzeichnen. VAN LANDUYT (1997) berichtet aus Belgien unter der Überschrift: "Epiphytenrijkdom nabij een industriegebied" von Untersuchungen an einem Waldstück bei Antwerpen, welches 1987 zur Epiphytenwüste gehörte. 1997 wurden dort Bartflechten (*Usnea subfloridana*) sowie bemerkenswerte epiphytische Moose (*Cryphaea heteromalla*, *Orthotrichum striatum*, *Ptilidium pulcherrimum*) nachgewiesen.

Neben der exemplarischen allgemeinen Erfassung der "Rückkehr der Epiphyten" in ausgewähl-

ten Gebieten (Stadtgebiet von Bonn, Ruhrgebietstransekten, Flächen des Biotopmonitoringprogramms in Nordrhein-Westfalen) ist auch die Frage nach den Gründen dafür von hohem wissenschaftlichen, aber auch öffentlichem Interesse.

Ein wesentlicher Grund für die Zunahme der Epiphyten ist der Rückgang der Schwefeldioxid-Emissionen. Schwefeldioxid hat sich in Begasungsversuchen aufgrund seiner Säurewirkung als der wesentliche Faktor für die Schädigungen von Moosen und Flechten herausgestellt. Es gibt aber Hinweise darauf, daß nicht der Rückgang von SO<sub>2</sub> allein die Ursache für die explosionsartige Wiederausbreitung von epiphytischen Moosen und Flechten ist. Dazu gehören:

- Die Artenzusammensetzung der epiphytischen Moose und Flechten ist offenbar heute eine andere als früher. Ehemals als selten eingestufte Arten (*Platygyrium repens*, *Orthotrichum speciosum*) sind jetzt weitaus häufiger als früher.
- eine Massenausbreitung von bekanntermaßen nitrophilen Arten. Das betrifft unter den Moosen besonders die Art *Orthotrichum diaphanum*. Diese Art ist nach der Moosflora von Schleswig-Holstein (JENSEN 1952) charakteristisch für die Betoneinfassungen von Misthaufen auf Bauernhöfen gewesen. Heute finden wir sie allenthalben in den Städten als auch schon in der Naturlandschaft. In wenigen Gebieten (naturnahen Landschaften) mit geringer

Luftbelastung fehlt sie aber.

- Es liegen immer mehr Beobachtungen vor, daß epilithische Moose wie *Grimmia pulvinata* oder *Tortula muralis* auf Baumstämme überwechseln. Das ist hierzulande nur in dicht besiedelten Gebieten der Fall. Dieser Effekt ist inzwischen auch aus dem Ausland (England: BATES et al. 1997) bekannt.
- Ein ähnlicher Effekt besteht darin, daß auf weniger befahrenen Straßen oder Wegen Asphalt von Moosen als auch Blattflechten besiedelt wird, was früher nicht zu beobachten war. Gleichzeitig nimmt der Mooswuchs auf Mauern und Gehwegplatten in letzter Zeit extrem zu.

Viele Hinweise deuten darauf hin, daß Stickstoff ein wesentlicher Faktor für diese geschilderten Effekte ist.

Epiphyten beziehen ihren gesamten Nährstoffbedarf aus der Atmosphäre, was sie als Bioindikatoren für die Luftqualität so brauchbar und interessant macht. Dazu gehört auch der Stickstoff. Der Stickstoffbedarf wird durch das Regenwasser sowie partikel- und gasförmige Einträge gedeckt. Ausgangspunkt sind gasförmige Stickstoffemissionen ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_x$ ), die in Regenwasser als  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$  oder  $\text{NH}_4\text{OH}$  gelöst werden. Weitgehend unbekannt ist der Beitrag der N-Zufuhr über Aerosole (d.h. Partikel  $< 2\mu\text{m}$ , typischerweise  $< 1\mu\text{m}$ ), die über wesentlich weitere Strecken als Stäube verfrachtet werden und deren Ammonium-Anteil, soweit bekannt, in den letzten Jahren und

Jahrzehnten deutlich gestiegen ist (BURKHARDT 1994; HOVMAND und ANDERSON, 1995; BURKHARDT et al., 1998). Die Deposition von Aerosolen könnte eine N-Quelle für Epiphyten sein, die bislang praktisch noch nicht untersucht wurde. Nach BURKHARDT et al. (1995) spielt die Oberflächenrauigkeit im Bereich der lamina- ren Grenzschicht von Koniferennadeln für die Aerosol-Deposition eine wesentliche Rolle. Ihre Bedeutung für epiphytische Kryptogamen ist nicht bekannt. Stickstoff ist in der Natur aber ein Mangelfaktor, er limitiert das Pflanzenwachstum. Daher nimmt u.a. die Phytomasse der Epiphyten mit steigenden Niederschlägen (z.B. in den Gebirgen) zu, weil die damit zugeführte Stickstoffmenge größer ist. Daher kann man hypothetisch davon ausgehen, daß die Zunahme der Epiphyten zur Zeit eine Folge erhöhter Stickstoffdepositionen ist. Der Zusammenhang ist aber kaum empirisch und überhaupt nicht experimentell belegt.

#### **Auswirkungen erhöhter Stickstoffdeposition auf die Kryptogamenbestände nährstoffarmer Biotoptypen**

Dem allgemein positiven Trend bei der Entwicklung der Epiphytensituation stehen schlechende, degradierende Veränderungen der Moos- und Flechtenflora und -vegetation in nährstoffarmen Biotopen, wie Zwergstrauchheiden, Kalkmagerrasen, Mooren sowie an Felsstandorten, durch zunehmende Stickstoffdeposition gegenüber. Hierbei ist bislang noch weitgehend unklar, ob Veränderungen im Arten-

spektrum sowie der quantitative Rückgang einzelner Arten auf den direkten Einfluß erhöhter Nährstoffbelastung zurückzuführen sind, daß heißt ob eine physiologische Unverträglichkeit gegenüber gesteigerter Stickstoffzufuhr besteht (PRESS et al. 1986, PITCAIRN et al. 1995), oder ob eine Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse zu Gunsten der Phanerogamen und nitrophiler Kryptogamen für den Wandel ausschlaggebend ist (DURING & WILLEMS 1986, LEE et al. 1998). Unklar ist auch noch, ob und in welchem Ausmaß die N-Form (oxidiert oder reduziert) einen zusätzlichen Einfluß ausübt. In oligo- bis mesotrophen Ökosystemen rezente zu beobachtende Phänomene sind u.a.:

- weiterer Rückgang des für Zwergstrauchheiden charakteristischen Mooses *Racomitrium canescens* trotz reduzierter  $\text{SO}_2$ -Emissionen
- massiver Rückgang von *Rhytidium rugosum* in Kalkmagerrasen, dagegen Zunahme nitrophiler Ubiquisten, wie beispielsweise *Brachythecium rutabulum*
- Ausbreitung von neophytischen *Campylopus*-Arten auf Sandsteinfelsen (*Campylopus flexuosus*, *C. introflexus*)
- Abnahme mesotropher Wegrainarten, z.B. *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus*

Während in Hinblick auf den Rückgang oligotropher Phanerogamen in nährstoffarmen Ökosystemen bereits zahlreiche Untersuchungen stattgefunden haben (z. B. HEIL & DIEMONT

1983, AERTS & BERENDSE 1988, AERTS et al. 1990, VAN DER EERDEN et al. 1991), liegen für die Kryptogamendiesbezüglich kaum Erkenntnisse vor. Aussagen hierzu beruhen meist nur auf Vermutungen oder werden aus Geländebeobachtungen vage abgeleitet, ohne daß eine konkrete Überprüfung des Ursache-Wirkung-Komplexes erfolgt. Aus diesem Grund fordern zahlreiche Forscher aktuell eine schwerpunktmäßige Betätigung in diesem Bereich der Pflanzenökologie und Bioindikation (JAUHAINEN et al. 1998, LEE et al. 1998).

AERTS, R., BERENDSE, F. 1988. The effect of increased nutrient availability on vegetation dynamics in wet heathlands. *Vegetatio* 76: 63-69.

AERTS, R., BERENDSE, F., DE CALUWE, H., SCHMITZ, M. 1990. Competition in heathland along an experimental gradient of nutrient availability. *Oikos* 57: 310-318.

BATES, J.W., PROCTOR, M.C.F., PRESTON, C.D., HODGETTS, N.G., PERRY, A.R. 1997. Occurrence of epiphytic bryophytes in a "tetrad" transect across southern Britain. I. Geographical trends in abundance and evidence of recent change. *J. Bryol.* 19: 685-714.

DILG, C. 1998. Epiphytische Moose und Flechten als Indikatoren der Luftgüte im Stadtgebiet von Bonn. *Limprichtia* 11.

DURING, H.J., WILLEMS, J.H. 1986. The impoverishment of the bryophyte and lichen flora of the dutch chalk grasslands in the thirty years 1953-1983. *Biol. Cons.* 36: 143-158.

HEIL, G.W., DIEMONT, W.H. 1983. Raised nutrient levels change heathland into grassland. *Vegetatio* 53: 113-120.

JAUHAINEN, J., SILVOLA, J., VASANDER, H. 1998. Effects of increased

carbon dioxide and nitrogen supply on mosses. In: BATES, J.W., NEIL, W.A., DUCKETT, J.G. (Edit.) *Bryology for the twenty-first century. The centenary symposium of the British Bryological Society.*

JENSEN, N. 1952. Die Moosflora von Schleswig-Holstein. Mitt. Arbeitsgem. Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg Bd. 4.

LEE, J.A., CAPORN, S.J.M., CAROLL, J., FOOT, J.P., JOHNSON, D., POTTER, L., TAYLOR, A.F.S. 1998: Effects of ozone and atmospheric nitrogen deposition on bryophytes. In: BATES, J.W., NEIL, W.A., DUCKETT, J.G. (Edit.) *Bryology for the twenty-first century. The centenary symposium of the British Bryological Society.*

PRESS, M.C., WOODIN, S.J., LEE, J.A. 1986. The potential importance of an increased atmospheric nitrogen supply to the growth of ombrotrophic Sphagnum species. *New Phytol.* 103: 45-55.

PITCAIRN, C.E.R., FOWLER, D., GRACE, J. 1995. Deposition of fixed atmospheric nitrogen and foliar nitrogen content of bryophytes and *Calluna vulgaris* (L.) HULL. *Env. Poll.* 88: 193-205.

STEINER, M., SCHULZE-HORN. 1955. Über die Verbreitung und Expositionsabhängigkeit der Rindenepiphyten im Stadtgebiet von Bonn. *Decheniana* 108: 1-16.

VAN DER EERDEN, L.J., DUECK, TH. A., BERDOWSKI, J.J.M., GREVEN, H. VAN DOBBEN, H.F. 1991. Influence of NH<sub>3</sub> and (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on heathland vegetation. *Acta Bot. Neerl.* 40(4): 281-296.

VAN LANDUYT, W. 1997. Mosses en lichenen van enkele spontane wilgenbossen op opgespoten gronden: het Vlietbos en het Rot. *Muscillanea* 17: 6-11.

## Fragestellungen

## Themenkomplex Epiphyten

- Welches sind die Ursachen dieser rasanten Zunahme der Epiphyten in den letzten Jahren ?
- Welches sind die Gründe für die vorgefundenen Artenverschiebungen ?
- Welches sind die Gründe für den offenbaren Substratwechsel von nicht-epiphytischen Arten auf Bäume?
- Welche Stickstoffmengen aus Depositionen über die Luft sind für das Vorherrschen von nitrophilen Arten verantwortlich?
- Wieweit reagieren die Epiphyten noch positiv auf eine eventuelle weitere Steigerung der Stickoxidemissionen?
- Wie hoch ist die Belastbarkeit der Epiphyten auf Stickstoffdüngung? Wie hoch können die Emissionen noch ohne wesentlich negative Folgen gesteigert werden?
- Setzt sich die wachstumsfördernde Wirkung bei einer weiteren Erhöhung der Stickstoffeinträge aus der Luft fort oder schlägt die Wirkung (aufgrund der stärkeren Säurewirkung von der aus NO<sub>x</sub> in Regenwasser gebildeten Salpetrigen Säure) wiederum?
- Kann man die Wirkung der unterschiedlichen Stickstoffgaben aus der Luft (über NO<sub>x</sub> und NH<sub>4</sub>) auf die Epiphytenvegetation trennen? Welche Stickstoffform hat gravierendere Einflüsse, konkret gesagt, welche Emissionen, solche aus der Stallviehhaltung oder Verbrennungsvorgängen, sind

- bedeutender?
- Die N-Form (i.e. Ammonium oder Nitrat) spielt eine wesentliche Rolle für den Säure- und Basenhaushalt, zumindest bei höheren Pflanzen. Während Ammonium in der Regel zum aller größten Teil rasch in organische Bindung überführt wird (und werden muß), überwiegend über das GS-GOGAT-System, kann Nitrat entweder in der Vakuole deponiert oder nach Reduktion auf dem gleichen Weg eingebaut werden. Während die Nitrat-Reduktion ein Protonen-verbrauchender Prozeß ist, werden beim direkten Einbau von Ammonium netto Protonen frei, was im letzteren Falle zu einer cytoplasmatischen Ansäuerung führen würde. Als Pufferungsmechanismus setzt die Pflanze neben Protonen-Export bzw. -Import Auf- bzw. Abbau von organischen Säuren (Dicarbonsäure-Zyklus) zur pH-Regulation ein. Bei sehr hohem Ammonium-Angebot können diese Pufferungssysteme unter Umständen nicht zu einem kompletten Ausgleich führen, so daß netto eine Säurewirkung zu verzeichnen ist. Neben N-Frachten spielen daher sicher auch für Kryptogamen das Verhältnis von Ammonium zu Nitrat eine wesentliche Rolle für ihre Reaktion auf die N-Einträge.
  - Wie effektiv sind Epiphyten für die Deposition kleiner Aerosole? Lassen sich Anpassungen (z.B. durch Ausbildung von Mikrorauhigkeit) erkennen, um diese potentielle Nährstoffquelle zu nutzen?
- Themenkomplex  
Kryptogamenvegetation  
nährstoffarme Biotoptypen**
- Sind Stickstoff-Gewebekonzentrationen artspezifisch, d.h. kommen manche Arten als Anpassung an oligotrophe Verhältnisse mit geringeren Stickstoffmengen zurecht als andere?
  - Sind typische Arten nährstoffarmer Standorte in der Lage, erhöhte Stickstoffmengen umzusetzen?
  - Verändert sich die bevorratete Stickstoffmenge im Jahresverlauf, besteht ein Zusammenhang mit der Hauptwuchsperiode?
  - Welchen Anteil an der Stickstoffversorgung/-belastung nimmt das Aerosol ein?
  - Besteht eine Korrelation zwischen der bevorrateten Stickstoffmenge und dem Zuwachs einer Art?
  - Ist aus Gehalts- und Zuwachsmessungen der Nachweis zu erbringen, daß oligotrophe Biotoptypen regional unterschiedlich stark Stickstoffimmissionen ausgesetzt sind, die zu ihrer Degradation führen können?
  - Ist für den Rückgang oligotropher Arten die physiologische Unverträglichkeit ausschlaggebend oder spielt die Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse die entscheidende Rolle?
  - Läßt sich eine Korrelation zwischen gemessenen Stickstoffgewebekonzentrationen sowie Zuwachsen und den Meßwerten der Umweltbehörden (z.B. Luftmeßnetz TEMES NRW) herstellen?
  - Wie reagieren Arten, die aus Gebieten mit geringer Stickstoffdeposition (z.B. Küstennähe) in Gebiete mit erhöhter Belastung transplantiert werden?
  - Lassen sich insbesondere für Arten und Gesellschaften nährstoffarmer Biotope obere Belastungsgrenzen festlegen?
  - Ist aus einem historischen Vergleich (Analyse von Herbarmaterial) eine eindeutige Zunahme der Stickstoffdeposition in diesem Jahrhundert nachweisbar?
- Untersuchungsprogramm**
- Geländeuntersuchungen**
- Ein Hauptanliegen dieses Projektantrages ist eine sinnvolle Verbindung von Labor- und Geländearbeiten. Weder empirische Geländeuntersuchungen allein noch in vitro Tests allein geben uns befriedigende Aufschlüsse über die Wirkungsgefüge in der Natur. In der Regel sind die Voraussetzungen für beides, Labor- und Feldarbeiten, nicht gegeben, da Spezialisten mit der für die Feldstudien notwendigen Artenkenntnis keine oder unzureichende Laborkenntnis haben und umgekehrt Spezialisten für die Laborarbeit keine Artenkenntnis mitbringen. Die Stärke dieses Antrags liegt in der Verbindung von Spezialisten für die entsprechenden Geländearbeiten (Frahm und Mitarbeiter) und die Laboranalytik (Goldbach

und Mitarbeiter).

Generell interessieren bei den Geländeuntersuchungen folgende Fragestellungen:

- Wie ist die Verteilung des Stickstoffgehaltes bei ausgewählten Moos- und Flechtenarten in einem größeren Raum wie Westdeutschland?
- Besteht eine Korrelation zwischen den Stickstoffgehalten von Moosen und Flechten an unterschiedlichen Fundorten mit den Meßwerten des Emissionskatasters?
- Eignen sich Moose oder Flechten besser für diese Art des Stickstoffmonitoring? Aufgrund des höheren Chlorophyllgehalts bei Moosen wären diese theoretisch besser geeignet, was jedoch getestet werden müßte.
- Eignen sich epiphytische oder epigäische Arten besser? Die alleinige atmosphärische Stickstoffaufnahme läßt zwar vermuten, daß epiphytische Arten besser geeignet sind, doch müßte das getestet werden.
- Lassen sich spezielle Stickstoffzeigerwerte für Moose und Flechten benutzen und zu Stickstoffindices verrechnen, um die Stickstoffbelastung unterschiedlicher Räume zu charakterisieren, ähnlich wie man es mit Luftgüteindices tut?
- Wie schnell ergeben sich unter den jetzigen Emissionen Veränderungen (a) in der Zusammensetzung der Arten an bestimmten Dauerprobenflächen. (b) im Stickstoffgehalt bestimmter Arten an denselben

Standorten? Haben wir - trotz leicht zurückgehender Stickstoffemissionen - eine steigende Tendenz zu nitrophilen Arten sowie zu steigenden Stickstoffgehalten in den Pflanzen aufgrund von Akkumulationswerten, oder haben wir mit der Überschreitung des Scheitelpunktes bei den Stickstoffemissionen jetzt auch sinkende Stickstoffwirkungen bei Moosen und Flechten?

Der Vorteil dieser Geländeuntersuchungen ist, daß dabei ein aktives Biomonitoring durchgeführt werden kann, ein Arbeitsansatz, der heute wieder zu sehr unterschätzt wird. Das Messen von aktuellen Emissionen allein sagt noch nichts aus über die Auswirkungen auf die Organismen. Es sagt nicht darüber aus, bei welchen Werten wir welche Auswirkungen in der Natur haben, und welche Akkumulationswirkungen sich in der Natur ergeben.

### Epiphytenuntersuchungen

Um einen Überblick über die momentanen Verhältnisse in der Natur zu bekommen soll für die Epiphyten eine Rasterkartierung in Nordrhein-Westfalen durchgeführt werden, die auf einem 10 km<sup>2</sup> Raster beruhen soll. Gleichmaßen kann auch von dem Meßtischblattraster ausgegangen werden (ca. 11 x 11 km). Dieses Bundesland bietet für die Untersuchungen ein Höchstmaß an Diversität, angefangen vom Höhengradienten (20 m - 1000 m, planar bis hochmontan), Landnutzung (agrarisches z.B. Niederrhein, Münsterland) bzw. forstlich (Sauerland, Eifel), unterschiedlich

intensive Agrarnutzung bis hin zu intensiver Stallviehhaltung (mit entsprechenden Ammoniakemissionen) sowie unterschiedlich starker Industrialisierung (von fehlend bis hin zu dem dichtesten Industriegebiet Mitteleuropas). Ferner liegen über die TEMES-Berichte des Landesumweltamtes die notwendigen Daten über Stickstoffemissionen zum Vergleich vor.

Exemplarisch soll in jedem Rasterquadrat eine Auswahl von Bäumen derselben Art (vorzugsweise Hybridpappeln) oder von Bäumen mit ähnlichen Borkeneigenschaften die Moos- bzw. Flechtenvegetation aufgenommen werden. Die Aufnahmetechnik folgt einer ausführlichen, für die vom ersten Antragsteller für Landesanstalt für Ökologie des Landes Nordrhein-Westfalen erstellten Kartieranleitung, nach der auch bei anderen von uns durchgeführten Projekten vorgegangen wird. Sie besteht aus einer kombinierten Methode, einerseits der Erfassung des Gesamtbestandes an Moosen und Flechten, andererseits der VDI-Kartierung (nur auf Flechten angewandt). Letztere wird nicht benutzt, weil sie für so perfekt gehalten wird, sondern weil sie häufig für Luftgütekartierungen eingesetzt worden ist und so überregional Vergleichsmöglichkeiten bestehen. Daneben sollen auch halbquantitative amerikanische Methoden zum Einsatz kommen. Die Auswertung erfolgt über verschiedene Epiphyten bzw. Luftgüteindices. Eine Auswertung unter spezieller Rücksicht auf den Stickstofffaktor soll nach einer noch zu erstellenden Skala erfolgen (zu denken ist an eine Unterteilung in: keine Stickstoffzeiger, Stickstoffzeiger präsent aber in normalem Umfang,

Stickstoffzeiger in verstärktem Umfang und Stickstoffzeiger dominant) bzw. nach ökologischen Zeigerwerten. Die Ergebnisse werden kartografisch (computer-gestützt, unter Benutzung des Geographischen Informationssystems SICAD der Fa. Siemens-Nixdorf) dargestellt. Sie können als wertvolles Datenmaterial für spätere Nachkartierungen dienen, mit denen die laufenden Veränderungen erfaßt werden können. Dazu sollen Dauerprobenflächen markiert werden. Die Abfolge unterschiedlicher Zeigerarten soll mit Hilfe von Daten über die Stickstoffemissionen (Quelle: Landesamt für Umwelt) verglichen und geeicht werden.

Bereits nach einem Jahr sollen die Dauerprobenflächen auf mögliche Veränderungen untersucht werden.

### Nährstoffarme Substrate

Neben der Untersuchung von epiphytischer Moos- und Flechtenvegetation soll auf anderen Substraten, z.B. nährstoffarmen Felsen, Waldböden und Magerrasen exemplarisch an einigen Stellen die Zusammensetzung der Moos- und Flechtenvegetation erfaßt werden und in Hinblick auf eine Daueruntersuchung markiert werden.

#### 1. Dauerbeobachtung mit monatlichen Messungen des Stickstoffgehaltes und Zuwachses

In diesem Teil der Untersuchung werden zu jedem Biotoptypen (Heiden, Kalkmagerrasen, Moore, Kalk- und Silikatfelsen) exemplarisch Flächen bearbeitet, die monatlich aufgesucht werden. Für

jeden Biotoptypen erfolgt die Auswahl mehrerer Leitarten, an denen regelmäßige Stickstoffgehaltsmessungen (Labor) und Zuwachsmessungen (Gelände) stattfinden. Desweiteren werden Dauerflächen mit verschiedenen Düngungsvarianten angelegt, um die Wirkung von Stickstoff in seinen unterschiedlichen Verbindungen *in situ* zu überprüfen und eventuelle Veränderungen der Konkurrenzverhältnisse am Standort beurteilen zu können. Wegen des häufigen Aufsuchens der Dauerbeobachtungsflächen sollten diese in einem Umkreis von etwa 100 km zu Bonn liegen.

#### 2. Untersuchungen zu überregionalen Unterschieden in der Stickstoffdeposition

In diesem Zusammenhang werden für die bereits genannten Biotoptypen überregional Flächen ausgewählt. Auf diesen erfolgt die Messung von Stickstoffgehalten und Zuwächsen in einem größeren zeitlichen Abstand von einem viertel bis einem halben Jahr. Durch Beibehaltung der gleichen Leitarten wie unter 1. ist ein großräumiger Vergleich der Stickstoffgewebekonzentrationen und damit (postuliert) der Depositionen möglich. Dabei können auch Effekte, wie der Einfluß unterschiedlicher Höhenlage (z.B. Heiden des Tieflandes  $\leftrightarrow$  Hochheiden) und die damit verstärkte nasse Deposition berücksichtigt werden. Die ermittelten Daten werden mit den Immissionswerten der Luftmeßstationen abgeglichen. Weiterhin werden in Form von *V e g e t a t i o n s a u f n a h m e n* Begleitarten qualitativ und quanti-

tativ erfaßt, um Korrelationen zwischen dem Nährstoffangebot und den soziologischen Verhältnissen herzustellen.

#### 3. Transplantationsversuche

Nach den Voruntersuchungen, die einen Überblick über die großräumigen Depositionsunterschiede liefern sollen, werden gezielt Moosproben (moss bags) aus Gebieten mit niedriger Stickstoffbelastung in Bereiche mit verstärkter Immission transplantiert. Nach einigen Monaten der Exposition erfolgt die Überprüfung auf Zunahme der Stickstoffgewebekonzentration. Die hierdurch gewonnen, experimentellen Daten dienen vor allem der Stützung der durch 1. und 2. Gewonnen Ergebnisse.

### Experimentelle Untersuchungen

#### Stickstoffgehaltsbestimmung von Material derselben Arten von unterschiedlichen Herkünften

Dabei soll die Frage geklärt werden, ob sich regional unterschiedliche Stickstoffdepositionen sich im Stickstoffgehalt von einzelnen Moos- und Flechtenarten ausdrücken und ob mit Moosen und Flechten ein aktives Biomonitoring in dieser Hinsicht durchgeführt werden kann. Gedacht ist an die Verwendung verbreiteter, häufiger Arten. Untersucht werden soll auch, inwieweit epiphytische Arten sich besser verwenden lassen als Arten von Erde oder Gestein, da bei letzteren durch Kapillarswasser auch Stickstoff aus dem Substrat aufgenommen werden kann. Zudem dürfte sich z.B. bei Waldbodenmoosen auch ein unterschiedlicher Lichtgenuß auf den Stickstoffgehalt auswirken, sodaß

zur Kontrolle Proben derselben Art von exponierten und beschatteten Standorten verglichen werden sollen. Favorisiert wird die Überprüfung der Eignung epiphytischer Arten von freistehenden Bäumen. Desgleichen ist a priori nicht bekannt, ob sich in Hinblick auf ein Stickstoffmonitoring Moose (wie evtl. anzunehmen) oder Flechten besser als Indikatoren eignen.

### Kulturversuche im Gewächshaus

Dabei sollen die folgenden Fragestellungen überprüft werden:

- Feststellung von Präferenzen für eine N-Form (Ammonium oder Nitrat) durch verschiedene Arten mit unterschiedlichem Nitrophilie-Grad.
- Biomasseproduktion in Abhängigkeit von N-Form und N-Fracht

- Bedeutung unterschiedlicher Eintragswege (Niederschlag, Staub, Aerosol, Gasphase) für die N-Aufnahme.
- Bedeutung partikulärer Deposition und Bildung von "Mikronäse" für die N-Deposition aus der Gasphase.
- Dosis-/Wirkungsbeziehungen oder Akkumulationseffekte für N-Aufnahme.
- Säureausscheidungen in Abhängigkeit von der N-Ernährung.
- Herkunft der N-Depositionen auf Kryptogamen mittels  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten.

### Analyse von Herbarmaterial

Wie Untersuchungen aus Großbritannien gezeigt haben, ist es möglich, viele Jahrzehnte bis über hundert Jahre alte Moosproben aus Herbarien hinsichtlich des im Gewebe festgelegten Stickstoffes zu analysieren. Gelingt es, den

Fundort einer Art an Hand der Konvolutbeschriftung exakt zu lokalisieren, so kann an der gleichen Stelle aktuell wieder Material gesammelt und für eine Vergleichsuntersuchung herangezogen werden. Diese gibt Aufschluß über die zeitliche Entwicklung der Stickstoffdeposition.

### Untersuchungsmethoden

Die Bonitierung des Versuches soll erfolgen über:

- Kontrollfotos in wöchentlichem oder mehrwöchentlichem Abstand.
- Chlorophyllgehaltsbestimmungen
- Messung der Wuchslänge
- Bestimmung der Nitratreduktase
- Nitratbestimmung mit Autoanalyser.

## Neue deutsche bryologische Literatur

### Ergänzungen zu BR 27 von Jens Eggers

**Huber, A. 1993.** Die Moosflora der Umgebung von Regensburg - eine Zusammenstellung bisher nachgewiesener Arten. *Hoppea* 54: 509-542.

**Dunk, K.v.d.** 1994. Dauerbeobachtungen zur Sukzession und Konkurrenz von Moosen und Flechten. *Hoppea* 55: 541-560.

**Hertel, E. 1994.** Zur Geschichte des "Kryptogamischen Reisevereins". *Hoppea* 55: 587-612.

**Dürhammer, O. 1995.** Bestand und Wandel der Moosflora von Regensburg auf der Grundlage einer feinrasterkartierung

### Massenhaftes Auftreten von epiphytischen Fadenalgen

Vor noch nicht einmal 2 Jahren wurde am Niederrhein bei der Suche nach epiphytischen Moosen erstmalig eine epiphytische Fadenalge gefunden. Außer coccalen oder capsalen Luftalgen war mir fädige Algen in fast 40 Jahren an Baumstämmen noch nicht aufgefallen. Ein Kartierungsversuch brachte nichts: die Alge war überall. Dann

wurde die Art von meinen Mitarbeitern bei Epiphytenkartierungen im Ruhrgebiet gefunden, teilweise in Bedeckungen bis zu 60% pro Baumstamm. Schließlich tauchte die Art dieses Jahr in Bonn auf, wo sie bei einer Epiphytenkartierung im Vorjahr definitiv nicht gefunden worden war. Eine Bestimmung durch Dr. Lokhorst (Leiden) ergab, daß es sich dabei um *Klebsormidium crenulatum* (Klützing) Lokhorst handelt. Es kann angenommen werden, daß die Art nitro- oder ammoniophil ist und einen guten Indikator abgibt. Daher wäre auf die Ausbreitung dieser Art bei Epiphytenuntersuchungen auch in anderen Gebieten Deutschlands zu achten. (JPF)

## Bryum veronense an der Unterelbe ?

Jan-Peter Frahm

Von Herrn Jens Eggers bekam ich eine ihm unbekannte Moosprobe, die er bereits am 6.2.1964 am Elbufer in Hamburg Neumühlen an Gestein der Blockpackungen zusammen mit *Hygrohypnum luridum* gesammelt hatte. Dieses Moos stellte sich aufgrund des locker-rhombischen Zellnetzes als offenes *Bryum* heraus, welches jedoch rundlich ovale Blätter besitzt (Abb. 1). Obgleich es nicht viele *Bryum*-Arten mit solcher Blattform gibt, kam keine der bekannteren Arten in Frage. Das halophile *Bryum marratii* fiel im Vergleich heraus, für *Bryum cyclophyllum* fehlten die typischen Brutkörper. Von Flußufern wird vielfach *Bryum funckii* angegeben, so von der Unterelbe, dem Oberrhein und der Unterweser, obgleich *Bryum funckii* eigentlich eine Kalkrockenrasenart ist. Eine Durchsicht der zahlreichen *Bryum funckii*-Proben (leg. Timm, Elmendorff) vom Elbufer im Herbarium Hamburgense und vom Elb- und Weserufer aus dem Herbar Koppe (Stuttgart) zeigte, daß es sich bei der von Eggers gesammelten Probe jedoch um etwas anderes handeln muß. Soweit diese "*Bryum funckii*"-Proben Bulbillen besitzen, scheint es sich bei ihnen um *Bryum bicolor* zu handeln, da von *Bryum funckii* keine Bulbillen bekannt zu sein scheinen.

Ein ähnliches *Bryum* hatte ich bereits bei einer Revision eines Beleges von *Bryum funckii* gesehen, welchen Vincent Rastetter

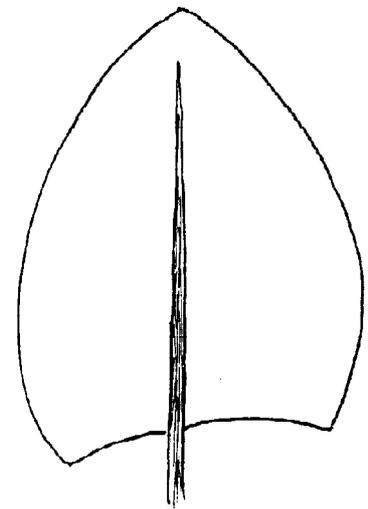
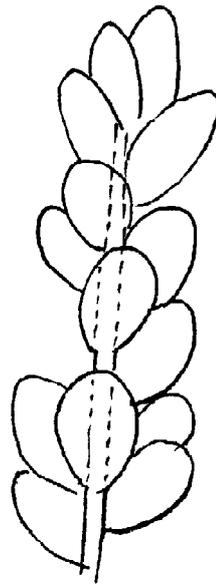
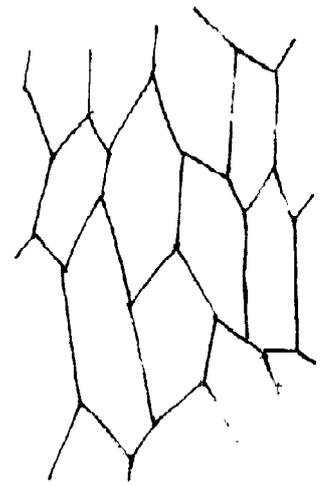
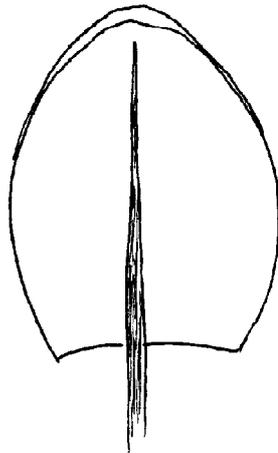


Abb. 1: *Bryum* von der Unterelbe, leg. Eggers, Blattlänge 0,6 mm

am Ufer des Oberrheins gefunden hatte. Dieses *Bryum* (Abb. 2) besaß weitaus rundlichere Blätter als *Bryum funckii* sowie auffälligerweise Flagellenäste in den Blattachsen. Dieses auffällige Merkmal brachte mich auf *Bryum veronense*, eine Art, die bei Mönkemeyer (1927) beschrieben und abgebildet ist. In unserer

Moosflora (Frahm & Frey 1992) war diese Art als eine der dutzenden dubiosen *Bryum*-Arten "unter den Tisch gefallen", in die kleine Kryptogamenflora (Frey et al. 1995) hatte ich sie hingegen wieder aufgenommen, nachdem mich der Beleg von Rastetter überzeugt hat, daß es sich hierbei um eine gute und auch leicht ansprech-

bare Art handelt. Ohne den Typus gesehen zu haben, kann ich mich nach seiner Beschreibung und Abbildung nicht der Meinung anschließen, daß *Bryum veronense* in den Formenkreis von *Bryum argenteum* gehört, wie es auch Molendo sah, der die Art als Varietät zu *Bryum argenteum* stellte.

*Bryum veronense* ist aus der Gegend von Verona in Norditalien beschrieben worden und später laut Mönkemeyer (1927) in Bayern, der Steyermark, der Schweiz und Norwegen gefunden worden. Nach Düll (1994) ist die Art in Deutschland nur vom Donauufer bei Passau bekannt, wo sie Molendo ca. 1890 gesammelt hat. Leider fehlen dem Beleg von der Elbe die für *Bryum veronense* typischen Flagellenäste, so daß nicht sicher ist, ob es sich bei dem eigenartigen *Bryum* von der Unterelbe um diese Art und einen zweiten Nachweis für Deutschland handelt.

Düll, R. 1994. Deutschlands Moose Bd. 2. Bad Münstereifel.

Frahm, J.-P., Frey, W. 1992. Miosflora, 3. Aufl., Stuttgart.

Frey, W., Frahm, J.-P., Fischer, E., Lobin, W. 1995. Die Laub- und Lebermoose Europas. Stuttgart.

Mönkemeyer, W. 1927: Die Laubmoose Europas. Leipzig.

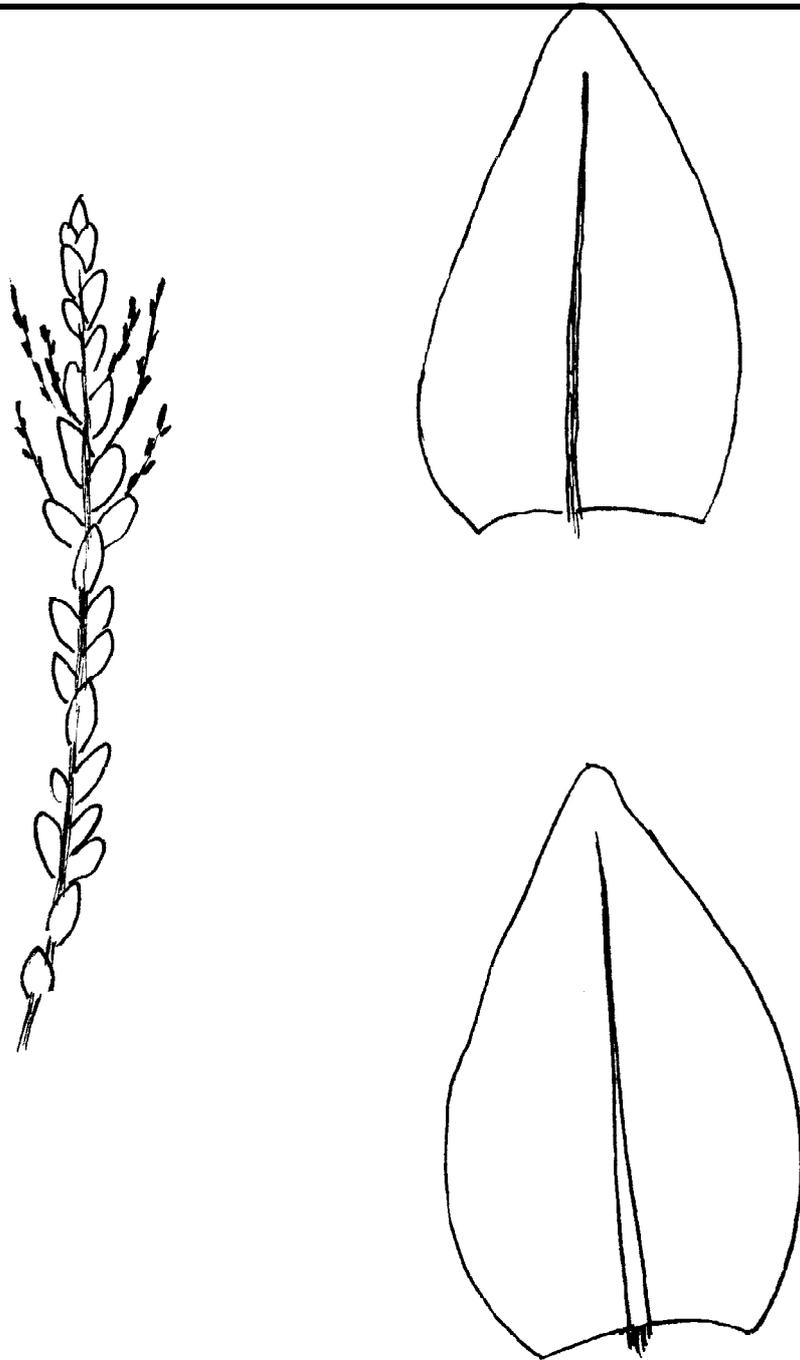


Abb. 2: *Bryum veronense* vom Oberrhein leg. Rastetter, Pflanze 7 mm, Blätter 0,6 mm.

#### IMPRESSUM

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

Herausgeber: Prof. Dr. Jan-Peter Frahm, Botanisches Institut der Universität, Meckenheimer Allee 170, 53115 Bonn, Tel. 0228/733700, Fax /733120, e-mail [frahm@uni-bonn.de](mailto: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.