

# BRYOLOGISCHE RUNDBRIEFE

No. 38

Informationen zur Moosforschung in Deutschland

Okt. 2000

## BRYOLOGIE IN BONN

Jan-Peter Frahm

### INHALT:

Bryologie in Bonn.....	1
Versuche mit Moosen 1.	
Keimungsfördernde Wirkung.....	6
Geheimnis der Globular Mosses im Fernsehen gelöst.....	6
2. Fund von <i>Hypnum heseleri</i> in Deutschland.....	6
Digitales Zeichnen von Moosen.....	7
<i>Bryum gemmiparum</i> am Mittelrhein.	8

*Weltweit gibt es nur noch wenige Universitäten, an denen bryologische Forschung betrieben wird. Eine davon ist seit Herbst 1994 Bonn. Die folgende Zusammenstellung soll Sie über die Aktivitäten auf diesem Gebiet unterrichten und zeigen, was so hinter den Kulissen an den Universitäten passiert. Weitere Informationen finden Sie auf der Homepage:*

[www.uni-bonn.de/bryologie/  
byologie.htm](http://www.uni-bonn.de/bryologie/byologie.htm)

### Molekulare Systematik und Phylogeographie der Moose

Die ersten Arbeiten zur Molekularsystematik der Moose liegen erst 10 Jahre zurück. Sie befaßten sich damals mit der Grobssystematik zur Klärung phylogenetischer Fragen auf der Basis des Chloroplastengens 16S und des ribosomalen Gens 23S. In Zusammenarbeit mit Prof. Essigmann-Capesius (Heidelberg) wurde dieser Ansatz mit dem ribosomalen 18S Gen auf die Grobssystematik und später auf einzelne Familien der Laubmoose angewandt, später wurden in Zusam-

menarbeit mit Prof. Frey (Berlin) zunehmend kleinere Verwandtschaftsgruppen der Laubmoose untersucht. In einem DFG-Projekt zur Systematik der haplolepiden Laubmoose wurden insbesondere die bestehenden Unterfamilien der Dicranaceae molekular überprüft und ihre Beziehungen zu verwandten Familien

In einem besonderen, auf der Welt einzigartigen Arbeitsansatz wurden zwei Familien (Donrichardiaceae und Hypnobartlettiaceae) aquatischer Moose aufgrund der Sequenzierung mehrerer ihrer Vertreter eingezogen und die Arten den Amblystegiaceae bzw. Brachytheciaceae zugeordnet. In 2 Fällen gelang dabei der Nachweis, daß es sich bei den Vertretern dieser Familien um somatische Mutationen bereits bekannter Arten handelte !

In weiteren DFG-Projekten wurden systematische Fragestellungen verlassen und molekulare Arbeitsmethoden zur Klärung phylogeographischer Fragen angewandt. Im BRYOAUSTRAL-Projekt soll die Frage geklärt werden, inwieweit die Moosarten temperater Regenwälder der Südhemisphäre in Patagonien und Neuseeland gondwanazeitliche Disjunktionen dar-

stellen und somit seit 100 Millionen voneinander isoliert sind oder in genetischem Austausch untereinander durch Fernverbreitung stehen. In einem Projekt zur Klärung des Status von Xerothermrelikten unter den Moosen Mitteleuropas soll geklärt werden, ob die mediterranen Arten in Mitteleuropa – wie langläufig argumentiert wird - Relikt vorkommen nach eiszeitlicher Wärmeperioden sind, also seit 8000 Jahren hier überdauert haben, oder aber rezent durch Sporenausbreitung aus dem Mittelmeergebiet zu uns gelangt sind.

MEIßNER, K., FRAHM, J.-P., STECH, M., FREY, W. (1998): Molecular divergence and infrageneric relationship of *Monoclea* (Monocleales, Hepaticae). *Nova Hedwigia* 67: 289-302.

QUANDT, D., FRAHM, J.-P., HÉBRARD J.P. (2000): Isoenzymanalysen zur Klärung der Frage von Xerothermrelikten unter den Moosen in Mitteleuropa. 1. Der Status von *Bartramia*

STECH, M., FRAHM, M. (1999): The systematics of species of *Eurhynchium*, *Rhynchostegiella*

- and *Rhynchostegium* (Musci, Brachytheciaceae) based on molecular data. Acta Botanica Fennica.
- STECH, M., FRAHM, J.-P. (1999): The Status and Systematic Position of *Platyhypnidium mutatum* Ochyra & Vanderpoorten and the Donrichardiaceae based on molecular data. Journal of Bryology 21: 191-196.
- STECH, M., FREY, W., FRAHM, J.-P. (1999): The status and systematic position of *Hypnobartlettia fontana* Ochyra and the Hypnobartlettiaceae based on molecular data. Lindbergia 24: 97-102.
- STECH, M., FRAHM, J.-P. (2000): The systematic position of *Gradsteinia andicola* Ochyra (Donrichardiaceae, Bryopsida): evidence from nrDNA internal transcribed spacer sequences. Tropical Bryology 18: 75-86.
- STECH, M., FRAHM, J.-P. (im Druck): The Status and Systematic Position of *Ochyrea tatrensis* Vana (Amblystegiaceae, Bryopsida) Based on Molecular Data.
- FREY, W., FRAHM, J.-P., MEIßNER, K. (im Druck): Phylogenetic relationship of *Treubia* Goebel (Treubiaceae, Hepaticae) inferred from cpDNA gene sequences and the evolution of the Hepaticae. Nova Hedwigia.
- QUANDT, D., TANGNEY, R.S., FRAHM, J.-P., FREY, W. (im Druck): A molecular contribution for understanding the Lembophyllaceae (Bryopsida): Implications from morphological and molecular data. J. Hattori Bot. Lab.
- QUANDT, D., FRAHM, J.-P., FREY, W. (im Druck): Patterns of molecular divergence within the palaeoaustral genus *Weymouthia* Broth. (Lembophyllaceae, Bryopsida). J. Bryol.
- men scheint Bioindikation nicht mehr so aktuell zu sein. Bioindikation befaßt sich jedoch nicht nur mit der Feststellung der medienwirksamen Verschlechterung der Lebensqualität, sondern auch mit deren Verbesserung. So hat denn speziell die „Rückkehr der Epiphyten“ selbst in urbane und industrielle Bereiche weitgehend ohne Resonanz bei staatlichen Stellen oder der Öffentlichkeit stattgefunden. Die Anzahl der epiphytischen Moose und Flechten in Städten hat sich verzehnfacht und ein Ausmaß angenommen, wie es zuvor nicht dokumentiert war. Entsprechende Untersuchungen haben im Stadtgebiet von Bonn stattgefunden. Im Rahmen eines Rahmenprojektes der Landesanstalt für Ökologie des Landes Nordrhein-Westfalen (LÖBF) wurden die epiphytischen Moose und Flechten in 3 Ruhrgebiets-transekten erfaßt. Eine weitere Arbeit untersucht die Epiphyten ausgewählter Probestellen der LÖBF im Rahmen eines Kulturlandschaftsprogrammes. Dabei ist die Vergleichbarkeit der Luftgüte unterschiedlicher Standorte an Hand von Luftgütwerten, Frequenz oder Abundanz von epiphytischen Moosen und Flechten noch nicht befriedigend gelöst und soll korrigiert werden.
- Die Zunahme der Epiphyten hat mutmaßlich mit veränderten Luftparametern zu tun. Der Anstieg der Stickstoffemissionen könnte dabei eine Rolle spielen. In einem vom Umweltministerium des Landes Nordrhein-Westfalen (MURL) geförderten Projektes soll der Einfluß von Stickstoffemissionen auf Moose von Magerstandorten als auch auf epiphytische Moose und Flechten behandelt werden. Dazu soll erstmalig eine Epiphytenkartierung des Landes Nordrhein-Westfalens durchgeführt werden, die wiederum erstmalig überhaupt den regional unterschiedlichen Stickstoffeinfluß dokumentieren soll. Im Bereich der Bioindikation der Gewässergüte konnten Moose als Indikatoren der Verbesserung der Wasserqualität am Rhein eingesetzt werden. Im Vergleich zu Untersuchungen aus den Jahren 1972/73 ließ sich ermitteln, daß sich die Qualität des Rheinwassers um 2 Saprobienstufen gebessert hatte. Neben einer massenhaften Ausbreitung von Arten, die früher nur an kleinen, weniger verschmutzten Flußabschnitten überdauert hatten, sind auch eine Vielzahl von südlich verbreiteten Arten neu aufgetreten, was auf eine Erhöhung der Wassertemperatur im Rhein zurückgeführt wird. Damit gibt es jetzt am Rhein deutlich mehr Wassermoosearten als im letzten Jahrhundert. Erstmals überhaupt sind Moose als Indikatoren für Klimafluktuationen verwendet worden. Ausgehend von einer explosionsartigen Zunahme wärmeliebender Arten in Mitteleuropa konnte belegt werden, daß dieser Effekt mit der Zunahme der Wintermitteltemperaturen zusammenhängt. Die Besonderheit der Moose liegt darin, daß sie Veränderungen der Wintertemperaturen dokumentieren und zudem sehr rasch auf veränderte Klimaverhältnisse reagieren. Davon ausgehend konnte belegt werden, daß auch das frühere Auftreten von wärmeliebenden Arten in Mitteleuropa mit positiven Klima-anomalien zusammenhängt, was generell die Eignung der Moose als Klimaindikatoren unterstreicht.
- Die Verwendung von Moosen als Bioindikatoren ist in einem Lehrbuch zusammengefaßt.
- DILG, C. (1998): Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität im Stadtgebiet von Bonn. Limprichtia 11. 94S..
- DILG, C. (1999): Kartierung epiphytischer Moose und Flechten im Stadtgebiet von Bonn. Decheniana (Bonn) 152: 105-115.
- FRAHM, J.-P. & ABTS, U. (1993): Veränderungen in der Wassermooseflora des Niederrheins. Limnologica 23: 123.130.
- FRAHM, J.-P. & KLAUS, D. (1997): Moose als Indikatoren von Klimafluktuationen. Erdkunde 51: 181-190.
- FRAHM, J.-P. (1997): Zur Ausbreitung von Wassermooseen am Rhein und seinen Nebenflüssen. Limnologica 27: 251-261.
- FRAHM, J.-P. (1998): Moose als Bioindikatoren. Quelle & Meyer. 187S.
- FRAHM, J.-P. (1999): Die Rückkehr der Epiphyten. Kosmos 2(1999): 52-56.

## Bioindikation mit Moosen und Flechten

Nach der wesentlichen Verbesserung der Luft- und Wasserqualität in Deutschland in den letzten 20 Jahren aufgrund gesetzgeberischer Maßnah-

- FRAHM, J.-P. (1999): Anzeichen für mildere Winter. Invasionen von Moosen aus dem Mittelmeergebiet deuten auf Klimaerwärmung. *Akzente* 1/99: 26-27.
- FRAHM, J.-P., KLAUS, D. (im Druck): Bryophytes as indicators for past and present climate fluctuations. *Lindbergia*
- FRAHM, J.-P., KLAUS, D. (im Druck): Moose als Indikatoren rezenter und vergangener Klimafluktuationen. *Ber. Naturschutzakademie Schneeverdingen*.
- FRANZEN, I., GOHRBANDT, S. & STAPPER, N. (1999): Biomonitoring im Ballungsraum Ruhrgebiet: Epiphytische Moose und Flechten in den Monitoring-Transekten Duisburg, Bochum und Dortmund. Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF). 40 S..
- FRANZEN, I., GOHRBANDT, S., STAPPER, N. & FRAHM, J.-P. (1999): Epiphyte recolonization of the heavy industrialized Ruhr District: bryophyte and lichen mapping in transects through Duisburg, Bochum, and Dortmund (Germany). Poster. 10th International Symposium on Bioindicators. Karlsruhe.
- KILLMANN, D. & BOECKER, M. (1998): Zur epiphytischen Flechtenflora und -vegetation des Siebengebirges und ihren Veränderungen seit 1959. *Decheniana* 151: 133-172.
- KLAUS, D., FRAHM, J.-P. (1999): Moose als Indikatoren von Klimafluktuationen in Mitteleuropa. Abstracts, Tagungsband des Fachkongresses "Energie und Umwelt '99 an der Techn. Universität Freiberg/Sachsen vom 24.-25.3.1999 S. 133-135.
- ROHLFS, M. (2000, im Druck): Flechtenkartierung belegt Verbesserung der Luftqualität im Bonner Raum. *Decheniana* 153.
- STAPPER, N. J., FRANZEN, I., GOHRBANDT, S. & FRAHM, J.-P. (2000): Epiphytische Moose und Flechten kehren ins Ruhrgebiet zurück. *LÖBF-Mitteilungen* 2:12-21.

## Ökologie der Regenwaldmoose

In den Jahren 1982–1994 lief das DFG-Projekt BRYOTROP (in Zusammenarbeit mit W. Frey Berlin sowie wechselnden anderen Fachkollegen aus dem In- und Ausland. In drei Arbeitsgebieten (Peru, Zaire/Rwanda sowie Borneo) wurde seinerzeit in Transekten vom Tieflandsregenwald bis zur Waldgrenze die „Geographie, Ökologie, Soziologie und Systematik tropischer Regenwaldmoose“ interdisziplinär erfaßt. Die Ergebnisse wurden in 91 Publikationen auf 1525 Seiten publiziert.

Zur Zeit läuft noch ein Projekt zur Erfassung der Biodiversität eines Bergregenwaldes in Venezuela.

Als Weiterführung des BRYOTROP-Projekt wurde das DFG Projekt BRYO AUSTRAL konzipiert, welches sich mit den Moosen temperater südhemisphärischer Regenwälder beschäftigt. Dabei sollen u.a. ökologische Vergleiche (Phytomasse, Höhenzonierung, Lebensformen, Vergesellschaftung epiphytischer Moose) mit den tropischen Regenwäldern durchgeführt werden. Neu hinzugekommen sind Aspekte molekularer Systematik und Phytogeographie (s. dort). Erste Geländeuntersuchungen fanden 1998 auf Neuseeland statt. Dort ist u.a. eine Bearbeitung der epiphytischen Moosgesellschaften in ihrer vertikalen und breitenkreismäßigen Differenzierung durchgeführt worden. Das Projekt soll in Chile fortgesetzt werden. Dabei soll der Frage nachgegangen werden, inwieweit in Chile vergleichbare Moosgesellschaften existieren. Im Rahmen des BRYOTROP-Projektes hatte sich herausgestellt, daß innerhalb der äquatorialen Tropen in allen Tropengebieten in entsprechenden Höhen vergleichbare epiphytische Moosgesellschaften ausgebildet sind, die sich aus vikariierenden Arten derselben Gattungen zusammengesetzt haben. Bei Felduntersuchungen in SE-Brasilien soll speziell der Frage nachgegangen werden, ob es neben

gondwanaländischen Taxa auch gondwanaländische Moosgesellschaften gibt

## Interaktionen mit anderen Organismengruppen

Moose interagieren vielfältig mit anderen Pflanzen sowie Tieren. Flechten gegenüber sind Moose Konkurrenten mit ähnlicher Physiologie und vielfach denselben Standortansprüchen. Auf Grund ihrer Morphologie wären Flechten, speziell unscheinbare Krustenflechten, den Moosen unterlegen. Wir konnten erstmalig experimentell nachweisen, daß epiphytische Krustenflechten **allelopathische Effekte auf Moose** haben, sich also die Moose mit chemischen Mitteln „vom Leibe halten“. So haben Flechtenextrakte einen hemmenden Einfluß auf die Keimung von Moosporen, ja sogar Samen von Bromeliaceen.

Erstmalig konnte auch **Zoophagie bei Moosen** nachgewiesen werden. Fleischfressende Pflanzen waren bislang nur unter den Blütenpflanzen bekannt gewesen. Lebermoose mit sackartigen Blattoorganen mit einem Fallenmechanismus waren schon vor 100 Jahren bekannt und hatten zu Spekulationen über Carnivorie Anlaß gegeben. In Fütterungstests konnte belegt werden, daß Wimpertierchen „den Moosen in die Falle gehen“. Diese leben auf der Oberfläche der Moospflanzen, wo sie sich von den dort wachsenden Bakterien ernähren.

Ebenso wie sich die Flechten die Moose vom Leibe halten, tun dies die Moose mit Bakterien, Pilzen und Schadinsekten. Da Moose im Gegensatz zu Blütenpflanzen über keinerlei mechanischen Schutz gegen Schädlinge verfügen, greifen sie auf chemische Abwehrstoffe zurück. Die **antimikrobielle Wirkung von Moosen** auf Grund polyphenolischer Inhaltsstoffe war zwar schon seit längerem bekannt, war aber noch nie in vivo, also im praktischen Versuch getestet worden. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn wurden mit Pilzen infizierte Kulturpflanzen mit Moosextrakten behandelt, die zum Teil einen besseren Erfolg als käufliche Fungizide zeigten. Inzwi-

schen wird Moosextrakt in den Handel gebracht. Desgleichen wird im Rahmen einer Industriekooperation versucht, die Wirkstoffe zu isolieren und als Fungizid in den Handel zu bringen.

- BARTHLOTT, W., FISCHER, E., FRAHM, J.-P., SEINE, R. (2000): First Experimental Evidence for Zoophagy in the Hepatic Colura. *Plat boil.* 2: 93-97.
- FRAHM, J.-P. (2000): Moos mit tierischem Appetit. *GEO* 1/00: 168.
- FRAHM, J.-P., REIFENRATH, K., SPECHT, S., LEÓN VARGAS, Y. (2000): Allelopathic effects of crustaceous lichens on the germination of bryophytes and vascular plants. *Nova Hedwigia* 70: 245-254.
- MEKURIA, T., BLAESER, P., STEINER, U., FRAHM, J.-P. (1998): Effects of moss extracts against phytopathogenic fungi. In: W. Laux (ed.), 51. Deutsche Pflanzenschutz-Tagung, 5-8. Oktober 1998, Halle/Saale, Mitt. BBA 357: 167-168.
- TADESSE, M., DEHNE H.-W., STEINER, U., FRAHM J.-P. (Mskr.): In vitro and in vivo antifungal activity of bryophyte extracts against phytopathogenic fungi.

## Die Laubmoosflora des Baltischen, Sächsischen und Dominikanischen Bernstein

Die Fossilgeschichte gibt wesentliche Aufschlüsse über die Evolution und das Alter einer Organsimengruppe. Aufgrund spärlicher Fossilnachweise ist die Entwicklung der Moose nur relativ wenig bekannt. Die ältesten fossilen Moose sind aus dem Devon bekannt; sie gleichen bereits rezenten Vertretern. Aus dem Paläozoikum sind nicht mehr als 50 fossile Moose bekannt; sie lassen sich in heutige Familien einordnen. Die etwa 75 Fossilien aus dem Mesozoikum lassen sich zum Teil schon rezenten Gattungen zuordnen. Aus dem Tertiär sind allein an Laubmoosen mehr als 100 Arten bekannt. Eine wichtige Quelle der Kenntnis ist Bernstein mit einem Alter von 25 (Dominikanischer Bernstein) bis 45 Millionen Jahren (Baltischer bzw. Sächsischer Bernstein). Über die Laubmoosflora des Dominikanischen Bernsteins (aus der Dominikanischen Republik) und Sächsischen Bernsteins (aus Bitterfeld) lagen jedoch überhaupt keine Arbeiten vor, die wenigen Arbeiten über Baltischen Bernstein liegen 90-150 Jahre zurück. Die dort beschriebenen fossilen Moose sind zumeist in Formgattungen („Muscites“) beschrieben worden und erlauben keinerlei systematische Zuordnung. In den letzten Jahren wurde daher das verfügbare Material, zumeist aus Privatsammlungen, gesichtet. Aus Baltischem und Sächsischem Bernstein konnten neben vielen nicht identifizierbaren Belegen festgestellt werden:

- 16 Vertreter rezenter Gattungen
- 5 Vertreter rezenter Arten
- 3 Arten in Formgattungen
- 2 ausgestorbene Arten rezenter Gattungen
- 2 ausgestorbene Gattungen in Formgattungen.

Die rezenten Arten und Gattungen kommen überwiegend

heute in Ostasien vor, wo sie offenbar die Eiszeiten überstanden haben, wohingegen sie in Europa ausgestorben sind.

Alle aus Dominikanischem Bernstein untersuchten Proben gehören zu rezenten neotropischen Arten bzw. Gattungen. Daraus läßt sich ableiten, daß viele Moosarten ein Alter von mehr als 25-45 Millionen Jahre haben und seitdem unverändert überdauert haben, was auf extrem geringe Evolutionsraten bei einem großen Teil der Moose schließen läßt. Dieses Erkenntnis ist phytogeographisch bedeutsam, als sie Großdisjunktionen von Arten auf längere Trennung von Populationen durch Grund von Plattentektonik zurückführen läßt und nicht nur auf rezente Fernverbreitung.

- FRAHM, J.-P. (1993): Mosses in Dominican Amber. *J. Hattori Bot. Lab.* 74: 249-259.
- FRAHM J.-P. (1994): Die Identität von *Muscites hauchecornei* Caspary & Klebs (Musci) aus Baltischem Bernstein. - *Nova Hedwigia* 58: 239-243.
- FRAHM, J.-P. (1994b): Moose - lebende Fossilien. *Biologie in unserer Zeit* 24(2): 120-124.
- FRAHM J.-P. (1996a): Laubmoose aus Baltischem Bernstein. - *Palaeontographica* 241: 127-135.
- FRAHM J.-P. (1996b): Mosses newly recorded from Saxonian amber. - *Nova Hedwigia* 63: 525-527.
- FRAHM, J.-P. (1996c): New records of mosses from Dominican amber. *Cryptogamie Bryol. Lichénol.* 17: 231-236.
- FRAHM, J.-P., REESE, W.D. (1998): *Calymperes palisotii* (Musci, Calymperaceae) Found in Dominican Amber. *The Bryologist* 101: 131-132.
- FRAHM J.-P. (1999a): Die Laubmoosflora des Baltischen und Bitterfelder Bernsteins. - *Mitteilungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Hamburg* 83: 219-238.
- FRAHM, J.-P. (1999b): Neue bemerkenswerte Laubmoosfunde aus baltischem Bernstein. - *Haussknechtia Beih.* 9 (Grolle Festschrift): 129-132.
- FRAHM J.-P. (2000a): New and Interesting Records of mosses from Baltic and Saxonian Amber. - *Lindbergia* 25: 33-39.
- FRAHM, J.-P. (2000b): Neue Laubmoosfunde aus Baltischem Bernstein. - *Cryptogamie* 21(2): 121-132.

## Taxonomie und Nomenklatur von Laubmoosen

Auch in einer Zeit „moderner“ cladistischer oder molekularer Methoden in der Systematik bleibt die Taxonomie immer noch die Grundlage der Biologie. Für die Abschätzung der globalen oder regionalen Biodiversität ist man auf eine gesicherte taxonomische Basis angewiesen, die nomenklatorisch gefestigt sein muß. Insofern spielen auch heute noch Revisionen von Verwandtschaftsgruppen eine wichtige Rolle. Da bislang nur ein Bruchteil des Artenbestandes, speziell in den Tropen, der Moose kritisch bearbeitet wurde, haben wir es uns zur Aufgabe und Verpflichtung gemacht, neben modernen Arbeitsmethoden auch heute noch die heute vielfach missachtete Alpha-Taxonomie weiterzuführen.

ren, da sie – wie gesagt – die Grundlage der gesamten Biologie ist. In taxonomischen Kursen werden unsere Studenten in an Hand von praktischen Revisionen die taxonomische Arbeitsweise eingeführt.

- FRAHM, J.-P. (2000): New combinations in the genera *Atractylocarpus* and *Metzleria*. *Tropical Bryology* 18: 115-118.
- FRAHM, J.-P., AHMED, J., HAGEN, M., PELES, M. (2000): Revision der Gattung *Rhabdoweisia* (Musci, Dicranaceae). *Tropical Bryology* 18: 61-172.
- FRAHM, J.-P., KLÖCKER, T., SCHMIDT, R., SCHÖTER, C. (2000): Revision der Gattung *Amphidium* (Musci, Dicranaceae). *Tropical Bryology* 18: 173-184.
- FRAHM, J.-P. (1999): Taxonomische Notizen zur Gattung *Campylopus* XVIII. *Trop. Bryol.* 17: 19-20.
- FRAHM, J.-P., ISOVIITA, P. (1999): The correct arguments for using the name *Hypnum andoi*. *Journal of Bryology* 21:329-330.
- FRAHM, J.-P. (1998): A type catalogue of *Campylopodioideae* and *Paraleucobryoideae* (Musci, Dicranaceae), Part II, *Campylopus*. *Trop. Bryol.* 16: 17-102.
- FRAHM, J.-P., KUNERT, V., FRANZEN, I., HOANG, G.-T., WILLMEROOTH, M. (1998): Revision der Gattung *Dichodontium* (Musci, Dicranaceae). *Tropical Bryology* 14: 109-118.
- FRAHM, J.-P., BUCHBENDER, V., LACHMANN, V., REIFENRATH, K., WERNER, F. (1998): Revision der Gattung *Oncophorus* (Musci, Dicranaceae). *Tropical Bryology* 14: 119-132.
- FRAHM, J.-P. (1998): Taxonomische Notizen zur Gattung *Campylopus* XVIII. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 19: 27-34.
- FRAHM, J.-P. (1997): A taxonomic revision of *Dicranodontium* (Musci). *Acta Bot. Fennica* 34: 179-204.
- FRAHM, J.-P. (1996): Lektotypifikation von *Rhacocarpus purpurascens*. *Trop. Bryol.* 12: 155.
- FRAHM, J.-P., BÖRNER, H., STREIBER, N., WALLAU, B., WEITKUS, S. (1996): Revision der Gattung *Conostomum* (Musci, Bartramiaceae). *Trop. Bryol.* 12: 97-114.
- FRAHM, J.-P. (1996): *Campylopus extinctus* sp. nov. (Musci, Dicranaceae), an apparently extinct species from Brazil. *The Bryologist* 99: 218-220.
- FRAHM, J.-P. (1996): Taxonomische Notizen zur Gattung *Campylopus* XVII. *Fragm. Flor. Geobot.*
- FRAHM, J.-P. (1996): Revision der Gattung *Rhacocarpus*. *Cryptogamie Bryologique et Lichénologique* 17: 39-65.
- FRAHM, J.-P. (1995): Taxonomische Notizen zur Gattung *Campylopus* XVI. *Nova Hedwigia* 59: 147-155.
- GEISSLER, P., FRAHM, J.-P. (1995) Lectotypifikation of *Barbula ruralis* Hedw. (*Tortula ruralis* [Hedw.] Gärtn., Meyer & Scherb. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 16: 157-164.

## Floristik

Noch mehr als die Alpha-Taxonomie gilt die Floristik heute wenig, als ein Arbeitsgebiet von Liebhaberbotanikern und ist wissenschaftlich nicht akzeptiert, weil sie empirisch

arbeitet und kaum eigene Methoden entwickelt. Dennoch ist Floristik aber die Grundlage für das Biomonitoring: hier spiegeln sich die Umweltveränderungen in der Veränderung der Artenzusammensetzung. Des weiteren ist Floristik die Grundlage für den Naturschutz, die Erstellung von Roten Listen und die Einschätzung von Gefährdungspotentialen. Daher ist dieser Bereich hier nicht außer Acht gelassen. In der Tat haben erst floristische Entdeckungen und Beobachtungen den Ausschlag für unsere Arbeiten im Bereich der Bioindikation mit Moosen (Veränderung der Wassermoosflora, Rückkehr der Epiphyten, mutmaßlicher Luftstickstoffeinfluß, Moose als Indikatoren für Klimaänderungen), für die Untersuchungen zum Status von Xerothermelementen, und selbst für manche molekulare Arbeit gegeben. Der Hauptaugenmerk liegt auf der Beobachtung der Veränderung der Epiphytenflora sowie der Xerothermelemente. Man kann wohl sagen, daß es in den letzten beiden Jahrhunderten wohl kaum so gravierende Veränderungen in der Moosflora gegeben hat wie in den letzten 10 Jahren.

- Frahm, J.-P. (1994): A contribution to the bryoflora of the Chocó region, Colombia. I. Mosses. *Tropical Bryology* 9: 89-110.
- Frahm, J.-P. (1994): Additions to the *Campylopus* flora of Australia. *J. Bryol.* 18: 311-327.
- Frahm, J.-P. (1996): The Bryoflora of a Waterfall in France 1902 and in 1995. *The Bryologist* 99: 118-120.
- Frahm, J.-P. (1997): A second European record for *Aneura maxima* (Schiffn.) Steph. in Finland. *Lindbergia* 22: 99.
- Frahm, J.-P. (1998): Bemerkenswerte Moosfunde aus der Umgebung von Bonn. *Decheniana* 151: 95-107.
- Frahm, J.-P. (1999): A Survey of the *Campylopus* Flora of the Azores. *Cryptogamie Bryologie* 20: 145-152
- Frahm, J.-P. (2000): Die Moosflora der Insel Helgoland. *Limprichtia* 14: 1-10.
- Frahm, J.-P. (2000): *Hilpertia velenovskyi* in Rheinhessen. *Limprichtia* 14: 27-30.
- Frahm, J.-P., Brown, G.M. (1996): Die Moosflora und Flechtenflora des Tombergs 1975 und 1995. *Decheniana* 149: 70-77.
- Frahm, J.-P., Fischer, E. (1998): Führer zu botanischen Exkursionen in der Umgebung von Bonn. 151 S. Bouvier Verlag Bonn.
- Frahm, J.-P., Fischer, E., Boecker, M. (1996): *Fontinalis howellii* Ren. & Card., - ein gefährdetes Wassermoos neu für Rheinland-Pfalz. *Decheniana* 149: 78-80.
- Frahm, J.-P., Lindlar, A., Muhle, H. (1996): Lista Vermelha para os briófitos. Pp. 27-36 in: T. Leyens & W. Lobin, Primeira Lista Vermelha de Cabo Verde. Courier Forschungsinstitut Senckenberg 193: 27-36.
- Frahm, J.-P., Lindlar, A., Sollman, P., Fischer, E. (1996): Bryophytes from Cape Verde Islands. *Trop. Bryol.* 12: 123-153.
- Frahm, J.-P., Stapper, N. (1998): Das Laubmoos *Dichelyma capillaceum* nach 70 Jahren an seinem einzigen Fundort in Deutschland wiedergefunden. *Decheniana* 151: 109-113.
- O'Shea, B.J., Frahm, J.-P., Porembski, S. (1996): Die Laubmoosflora der Seychellen. *Trop. Bryol.* 12: 169-191.

## ***Hypnum heseleri* ein zweites Mal in Deutschland gefunden**

Neue Serie

Oesau (1999) gab einen Überblick über die Moosflora des Jakobsberges bei Ockenheim in Rheinhessen (SW Bingen). Auf 20 qkm konnte er 144 Arten feststellen. Darunter waren *Phascum floerkeanum*, welches seit 1870 der erste Wiederfund in Rheinland-Pfalz ist. Sensationell ist ein Fund von *Hypnum heseleri*, einer somatischen Mutation von *Hypnum cupressiforme*, welche 1989 von Ulf Heseler (St. Ingbert) im Saarland erstmalig gefunden wurde (Details dazu sowie Abbildung siehe Frahm 1990), später in Holland, neuerdings in Nordfrankreich (Lothringen) und jetzt das 4. Mal insgesamt und das 2. Mal in Deutschland.

Den Hinweis auf die Publikation von Oesau verdanke ich Eberhard Fischer. Wer liest schon das Mainzer naturwissenschaftliche Archiv oder vermutet darin solche Angaben? Es hat nur Sinn, wenn solche Funde bekannt werden. Deswegen die dringende Bitte an alle Autoren und Bryologen, die über solche Publikationen stolpern, solche Angaben in den Rundbriefen oder im Bryonet publik zu machen, damit sie den Leserkreis erreichen, für den sie geschrieben sind.

**Frahm, J.-P. 1990.** Mysteriöses Moos im Saarland. Bryol. Rundbr. 2: 7-8.

**Oesau, A. 1999.** Zur Moosflora des Jakobsberges bei Ockenheim in Rheinhessen (Rheinland-Pfalz) und seiner Umgebung. Mainzer naturw. Archiv 37: 135-154.

Moose sind bekannt für ihre biologisch aktiven Inhaltsstoffe. Diese haben auch oder gerade eine ökologische Bedeutung, so die fungizide und antibakterielle Wirkung, mit der sich die Moose vor dem Angriff von Bakterien und Pilzen und der Zersetzung in der Streuschicht schützen. Eine weitere ökologische Bedeutung wurde von Huneck (1972) entdeckt und von Huneck & Meinunger (1990) an 81 Moosarten ausprobiert. Sie betrifft die keimungsfördernde Wirkung von Moosextrakten, welche auf Phytohormon-ähnliche Substanzen in den Moosen zurückgeht.

Für den Nachweis von regulatorischen Wirkungen von Moosextrakten wird eine Abwandlung des einfachen Kressetests benutzt. Frisch gesammelte Moospflanzen werden in Petrischalen gelegt und mit destilliertem Wasser befeuchtet. In jede Schale werden 10 Samen von *Lepidium sativum* gegeben. Atatt Kresse können auch andere Arten benutzt werden. Als Kontrolle werden einige Petrischalen mit feuchtem Filtrierpapier ausgelegt und mit Samen bestückt. Die Schalen wer-

den verschlossen und bei ausreichender Helligkeit und Raumtemperatur gehalten. Es wird (a) die Zeit bis zur Keimung festgehalten, (b) durch tägliche Messungen die Längen der Keimpflanzen und der Keimwurzeln gemessen.

Einige Moosarten fördern deutlich das Wachstum der Keimpflanzen, andere die der Keimwurzeln, wieder andere beide. Es kommen auch Fälle vor, daß Moosarten die Keimung von Samen hemmen, was ökologisch einen Sinn macht, da Moose auf diese Weise ihre Konkurrenten am Keimen hindern. Dies betrifft insbesondere die Hemmung der Mykorrhizapilzen von bei der Keimung von Samen von Baumarten.

Huneck, S., Meinunger, L. 1990. Plant growth regularity activities of bryophytes, a contribution to the chemical ecology of mosses and liverworts. S. 289-298 in: H. D. Zinsmeister & R. Mues, Bryophytes, Their Chemistry and Chemical Taxonomy. Proc. Phytochem. Soc. Europe 29, Oxford.

Huneck, S., Schreiber, K. 1972. Phytochemistry 11: 2429.

## **Geheimnis der "Globular mosses" im Fernsehen gelöst !**

Eine umfangreiche Literatur hat sich mit dem Phänomen von Moosbällen beschäftigt (vgl. Beck, Mägdefrau & Senser, Flora 178: 73-83, 1986), die zumeist in arktischen und alpinen Gebieten der Welt beobachtet wurden. Beck et al. (l.c.) haben nach eigenen Beobachtungen von Moosbällen am Mt. Kenya umfangreiche Schilderungen, Beobachtungen und Experimente von diesem Phänomen gemacht und Erklärungsversuche unternommen, die die Bildung von

Moosbällen mit Solifluktion in Verbindung brachten. Mägdefrau (Bryol. Times 41:1) gab eine Kurzfassung dieser Beobachtungen. Den Beweis für die Entstehung von Kugelmoosen gab es im Fernsehen zu sehen: in der Sendung "Das geheime Leben der Pflanzen" von David Attenborough Teil 6 "Überleben" wurden Aufnahmen aus den afrikanischen Hochgebirgen gezeigt, in denen zu sehen ist, wie des Nachts Kammeis gebildet wird, d.h. das

Bodenwasser ausfriert, zu Nadeln erstarrt, und diese Nadeln in Bodenrissen zu ganzen Kämmen vereint durch laufenden Wassernachschub aus den tieferen Bodenschichten aus dem Boden herauswachsen. Dabei war zu sehen, wie dieses Kammeis (was es im Winter gelegentlich auch bei uns zu sehen gibt, besonders an Waldwegrändern) des Nachts (!) Moosdecken emporhebt und durch die Bewegung des Eises zum Rollen bringt, wodurch die runde Form entsteht. JPF

*Nachdem in BR 34 der Tipp mit zur Erstellung von Digitalfotos am Mikroskop oder Binokular gegeben wurde, in BR 38 der Tipp mit den Lupenaufnahmen mit einer Digitalkamera, kommt hier ein weiter Praxistipp, der bares Geld wert ist!*

## Digitales Zeichnen von Moosen

Illustrationen von Moosen zu machen ist in mehrerer Hinsicht ein Problem. Es betrifft einerseits die Anlage der Zeichnung und dann die Ausführung.

Ein Habitusbild oder eine mikroskopische Zeichnung kann man freihändig machen, aber das ist nur sehr begabten Leuten möglich. Andere brauchen dazu Hilfsmittel in Form von Zeichenhilfen. In Frage kommen dazu Mikroprojektion, Verwendung von Zeichenprismen, Abbéschen Zeichenapparaten, Zeichenansätzen, Umzeichnen von Mikrofotografien, Abzeichnen von einem Monitor u.a. Methoden, auf die hier nicht im Einzelnen eingegangen werden soll.

Das nächste Problem ist die Reinzeichnung der mit Bleistift gemachten Rohskizzen. Daraus muß zur Publikation eine Strichzeichnung entstehen, d.h. es dürfen nur tiefschwarze Striche oder Punkte sein (keine Bleistiftschummerung). Ist die Vorlage ausreichend groß und wird sie entsprechend zur Veröffentlichung verkleinert, so ist das kein Problem. Hat man z.B. das mikroskopische Bild auf eine A0 Zeichenplatte projiziert, nimmt man einen dicken Edding und zeichnet die Konturen mit Schwung nach. Schatten werden grob schraffiert. Auf A4 verkleinert sieht das aus wie eine feingestochene Lithographie. Auf diese Weise entstehen die überragenden Abbildungen von Rudi Schuster. In der Regel geht man jedoch von A4 aus. Früher nahm man zur Reinzeichnung Rapidographen. Die hatten nur die Eigenart, immer wenn man sie benutzen wollte verstopft zu sein. Dann wurden sie erst mal auseinander geschraubt und alle Einzelteile im Badezimmer in ein Waschbecken mit Heißwasser und Pril gekippt, gesäubert, getrocknet, neu befüllt und dann gingen sie wieder einmal, aber eben nur dieses Mal. Es gab eine Reihe von Zubehör zum automatischen Feuchthalten, z. Tl. mit kleinen Hygrometern,

die den Feuchtigkeitsstand in dem Wasserschwämmchen anzeigten, aber es nutze nichts. Konnte auch nicht, Tusche ist nun einmal eine Suspension und die Tuscheteilchen sedimentieren mit der Zeit bis sie wieder die Zeichenröhrchen verstopft haben.

Heute kann man statt dessen feine Filzschreiber (Profipens, Fineliner) mit denselben Standarddicken (0,1, 0,2, 0,5 etc.) verwenden. Der Sinn von Finelinern und Rapidographen ist ja, eine gleichmäßige Strickdicke zu erreichen (sonst könnte man mit einer Zeichenfeder oder einem mit schwarzer Tinte befüllten Füllfederhalter arbeiten). Die weitere Arbeit ist aber immer noch umständlich. Die Einzelzeichnungen müssen auf Zeichenpapier oder Transparentpapier gezeichnet werden, ausgeschnitten, ggf. auf dem Kopierer noch herauf- oder herunter vergrößert werden, und auf Zeichenkarton aufgeklebt werden. (Dazu gibt es Sprühkleber in Dosen, die ein gleichmäßiges Kleben erreichen, aber auch immer wieder neu abgezogen und an anderer Stelle neu aufgeklebt werden können).

Das digitale Zeitalter hat hier auch Alternativen parat. Der Vorteil ist, man kann beliebige und auch unterschiedlich dicke und auch extrem feine Strickdicken einstellen, die Striche werden perfekt gleichmäßig. Man kann ferner die Einzelzeichnungen markieren und neu arrangieren, Einzelzeichnungen oder die ganze Tafel verkleinern oder vergrößern, die Beschriftung sauber mit dem Computer einfügen, also nie mehr Letraset-Buchstaben aufrubbeln oder Zahlen oder Buchstaben mit dem Drucker ausdrucken, ausschneiden und aufkleben.

Man braucht dazu ein Digitalisierbrett, von dem man Vorlagen in den Computer übertragen kann. Ich habe damit viele Jahre experimentiert, ohne richtigen Erfolg zu haben, bis mir kürzlich Herr Lünser, der wissenschaftliche

Zeichner von Herrn Frey (von ihm sind die Illustrationen im „Gams“) mit einem entscheidenden Tipp zum Durchbruch verhalf:

Zu beachten ist zunächst, dass man ein ausreichend großes Digitalisierbrett kauft. Die Größe der Bretter täuscht meist über die zur Verfügung stehende Zeichenfläche. Es gibt viele Bretter, die nur nutzbare Flächen von 10 x 15 cm haben, das ist Spielzeug, damit kann man seine Unterschrift schreiben und in ein Computerfax einsetzen, aber nicht viel mehr. A4 soll es schon sein.

Dann denkt man, man legt einfach seine Bleistiftskizzen auf das Brett und zieht die Linien mit dem Digitalisiergriffel nach. Denkste. Versucht man solche Zeichnungen mit z.B. dem Paint Programm von Windows zu machen, bekommst man treppige Pixelgrafiken. Auch mit Corel Draw geht das nicht besser. Der entscheidende Tipp von Herrn Lünser ist die Verwendung des Programms Adobe Illustrator. Dazu muss die Zeichenvorlage digital sein, also eine gescannte Skizze oder ein Mikrofoto, mit einer Digitalkamera gemacht oder mit einer normalen Kamera und dann das Foto oder Dia gescannt. Diese Vorlage wird in das Zeichenprogramm geladen und entsprechend ausschnittvergrößert. Mit dem Digitalisiergriffel zieht man dann die Linien nach. Fehler werden einfach wegradiert. Der Vorteil des Adobe Illustrator ist, das die Linien automatisch geglättet werden! Wer mit dieser Technik angefertigte Zeichnungen sehen will, kann sich Beispiele auf der homepage von Herrn Lünser ansehen ([www.biologie.fu-berlin.de/systbot/](http://www.biologie.fu-berlin.de/systbot/)). Mit Werkzeugen wie der Spritzpistole kann das Bild dann noch koloriert werden...

Der Adobe Illustrator kostet als Schullizenz knapp 200.—, ein großes Digitalisierbrett 200–400.—DM. JPF

## *Bryum gemmiparum* am Mittelrhein

J.-P. Frahm

Im Frühjahr 2000 lernte ich auf einer Exkursion geleitet von dem Kollegen Jean Pierre Hébrard in Südfrankreich *Bryum gemmiparum* kennen, welches dort in Gesteinritzen an Bächen nicht selten war und im Gelände unverkennbar und leicht an seinem metallisch-glänzendem Habitus zu erkennen war. Im Herbst diesen Jahres fand ich die Art auch bei St. Goar am Rhein, wo sie durch denselben Standort (episodisch überflutete Felsritzen am Gewässerrand) und "Metallic-Grün-Lackierung" auffiel. Ein Vergleich der Probe von St. Goar (5812A) mit denen aus Südfrankreich brachte völlige Übereinstimmung und auch ein in der Literatur nicht erwähntes Merkmal.

Mikroskopisch sieht die Art zunächst wenig charakteristisch aus: die Blätter sind breitlanzettlich und die Rippe geht bis in die Blattspitze. *Bryum gemmiparum* gehört jedoch in den *Bryum-alpinum*-Komplex, der sich durch längere Laminazellen als "normale" *Bryum*-Arten auszeichnet sowie z.Tl. auch metallischen Glanz wie bei *B. alpinum* selbst. Bei *B. gemmiparum* sind nun die Laminazellen in der Blattmitte neben der Rippe relativ breit (ca. 8 x 50 µm), sind dann aber am Blattrand in ca. 8 Reihen (bei franz. Material auch 10 Reihen) schmaler (ca. 5 x 60 µm). Der hier in Zahlen unbedeutend erscheinende Unterschied ist im mikroskopischen Bild sehr deutlich (6:1 gegen 12:1). Dieses Merkmal dürfte

auch hilfreich sein, *Bryum gemmiparum* von *B. bicolor* zu trennen, mit dem Funde von Flußuferrand verwechselt wurden. *Bryum bicolor* von Flußuferrand hat zudem in der Regel sehr viel stumpfere Blattspitzen, weswegen es früher vielfach fälschlich als *B. funckii* bezeichnet wurde, keinen Metallglanz und entfernt gestelltere Blätter

*Bryum gemmiparum* wird aus Deutschland (Düll 1994) vom Hoch- und Oberrhein nördlich bis Laufen

und vom Naheufer angegeben (der in der Karte im MTB 6816 angegebene Punkt bei Leopoldshafen wird im Text zu *B. bicolor* revidiert). Der Fund von *B. gemmiparum* bei St. Goar liegt voll im Trend anderer ehemals südlich verbreiteter Moosarten wie z.B. *Dialytrichia mucronata*, die ebenfalls in St. Goar vorkommt, allerdings heute schon bis Holland gefunden wird.

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



Blatt von *Bryum gemmiparum* leg. Frahm St. Goar 2.10.00. Man beachte die verengten Randzellen.

### 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

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.