Bull. Soc. Nat. luxemb. 105 (2004) p. 15-25

Neue und seltene Arten aus der Familie der Orthotrichaceae (Musci) für Luxemburg - Mögliche Indikatoren für einen Klimawechsel ?

von

Florian Hans [1])

Abstract: A number of rare epiphytic Orthotrichaceae (Musci) are reported from collections made in 2002 and 2003 in Luxembourg. *Orthotrichum consimile*, *O. patens*, *O. stellatum* and *Ulota macrospora* are new to Luxembourg. *Ulota coarctata* was rediscovered after an interval of more than fifty years. The rare and usually epilithic *Zygodon viridissimus* var. *stirtonii* was observed for the first time on the bark of trees. The occurrence of several rare taxa of the Orthotrichaceae in relation with both recent climatic changes and bryophyte mapping activity, and the future immigration of further epiphytic moss species in Luxembourg are discussed.

Résumé: Le présent travail traite de quelques épiphytes rares de la famille des Orthotrichaceae, découverts au Luxembourg en 2002 et en 2003. *Orthotrichum consimile*, *O. patens*, *O. stellatum* et *Ulota macrospora* sont nouveaux pour la flore bryologique du Luxembourg. *Ulota coarctata* a été revue après plus de cinquante ans. Le rare *Zygodon viridissimus* var. *stirtonii*, habituellement sur rochers, a été observé comme épiphyte. La relation entre l'apparition d'orthotrics épiphytiques rares et les changemenants climatiques récents, ainsi qu'avec la densité des prospections bryologiques est discutée. Les perspectives d'une immigration possible d'autres épiphytes au Luxembourg sont discutées.

Zusammenfassung: Vorliegende Arbeit handelt von seltenen epiphytischen Vertretern der Familie der Orthotrichaceae, die während den Jahren 2002 und 2003 in Luxemburg gefunden wurden. *Orthotrichum consimile*, *O. patens*, *O. stellatum* und *Ulota macrospora* sind neu für die Luxemburger Moosflora. *Ulota coarctata* wurde seit mehr als 50 Jahren wiedergefunden. Das seltene und üblicherweise gesteinsbesiedelnde *Zygodon viridissimus* var. *stirtonii* wurde erstmals an Borke gefunden. Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten seltener Vertreter der Familie der Orthotrichaceae und den gegenwärtigen Klimaveränderungen wird kritisch diskutiert und in Zusammenhang mit der Kartierungsintensität gestellt. Ein Ausblick auf die mögliche Ansiedlung weiterer epiphytischer Arten in Luxemburg wird gegeben.

1. Einleitung

Die quantitative Zunahme und räumliche Ausbreitung von epiphytischen Moosarten als unmittelbare Folge des nachhaltigen Rückganges atmosphärischer Emissionen

[1]) Kreuzweilerstraße 22, D-66706 Perl-Sinz (Florian-Hans@web.de).

wird unter Bryologen spätestens seit den 1990er Jahren allgemein anerkannt (z.B. Bates et al. 1997). In den letzten Jahren ist darüber hinaus aber auch ein Ansiedlungstrend von epiphytischen Moosen zu beobachten, die schon in der Vergangenheit in vielen Ländern als extrem selten oder ausgestorben galten oder dort zuvor nie nachgewiesen worden sind. Diese Beobachtung gilt im besonderen für Arten aus der Familie der Orthotrichaceae. So wurden in Luxemburg seit ca. 1985, die in vorliegendem Artikel vorgestellten Arten eingeschlossen, sechs Arten neuentdeckt und eine ausgestorbene Art wiedergefunden. Zum Vergleich: In den Niederlanden wurden allein seit 1989 zehn für dieses Land neue Arten aus der Gattung Orthotrichum nachgewiesen (van der Pluijm 2003). Von den epiphytisch wachsenden Vertretern der Familie der Orthotrichaceae wurden in Belgien seit 1992 sechs Arten neu entdeckt (van der Pluijm 2003). Im bezüglich der Flächengröße mit Luxemburg vergleichbaren Saarland konnten seit ca. 1990 sechs Arten neu entdeckt werden (Caspari et al. 2000b). Weiterhin wurden fünf seit den Angaben von Winter (1868) für ausgestorben gegoltene Arten wiederentdeckt.

Parallel zu dem Auftreten dieser seltenen Arten wird das Vorrücken von Arten festgestellt, die ihr eigentliches Areal im Mittelmeergebiet oder im atlantischen Bereich haben. Gute Beispiele sind *Orthotrichum pulchellum* und *Zygodon conoideus*, beides atlantisch verbreitete Epiphyten, die sich derzeit stark nach Süden und Südosten hin ausbreiten. Ein ähnlicher Ausbreitungstrend in Richtung Südosten ist bei genau diesen Arten auch in Großbritannien (Hill et al. 1992, 1994) zu beobachten. *Orthotrichum pulchellum* gilt in Belgien, in Luxemburg und im benachbarten Saarland bereits als etabliert. *Zygodon conoideus* hat, das Saarland, die Südeifel, Westpfalz und Luxem-



Abb. 1. *Orthotrichum consimile* ca. 10-fach (Foto Lüth).

burg zusammengenommen, hier mehr Fundpunkte als die in gesamt Norddeutschland. Verschiedene Autoren stellen die Ausbreitung dieser Arten in Zusammenhang mit dem Klimawechsel (Werner & Hans 2003, Frahm 2002).

Im vorliegendem Bericht wird über die Ökologie und Verbreitung der neuen und seltenen Arten berichtet. Es wird ausserdem kritisch Bezug genommen auf die Funktion der Moose als Zeigerarten für einen Klimawandel. Im Kontext der rezenten Funde seltener Vertreter der Orthotrichaceae in Belgien und im Saarland, wird ein Ausblick auf die weitere Veränderung der Flora der luxemburgischen Orthotrichaceae gewagt.

2. Methoden

Die Nomenklatur der aufgeführten Taxa richtet sich nach Caspari et al. (2000a), die der dort nicht aufgeführten Arten aus der Gattung *Orthotrichum* nach Lewinsky-Haapasaari (1995). Die Nomenklatur von *Ulota rehmannii* richtet sich nach Corley et al. (1981). Die Georeferenz der Fundorte ist für Luxemburg das IFBL-Raster (IFBL = ehemaliges Institut Floristique Belgo-Luxembourgeois), für das Saarland das Minutenfeld in der Topographischen Karte (TK). Alle Neufunde und Wiederfunde sind im Privatherbar des Autors hinterlegt, *Orthotrichum consimile* zusätzlich im Herbar von Michael Lüth.

3. Ergebnisse

Orthotrichum consimile

Gutland: Beidweiler-Pont (IFBL: L8.28.21), an dünnen Seitenästen von *Sambucus nigra* am Ufer der Schwarzen Ernz 15.6.2003, leg. et det. F. Hans, conf. A. Schäfer-Verwimp & A. Sotiaux.

Orthotrichum consimile ist eine holarktische Art mit ozeanischem Verbreitungsbild. Die Vorkommen in Nordamerika sind streng auf die Westküste beschränkt (Vitt 1973). Die rezenten europäischen Funde liegen in Nordwest-Spanien, in Belgien und in Deutschland (Lewinsky et al. 1995, Sotiaux et al. 1998).

Die Art wurde von Winter 1885 auf dem Gipfel des Schaumberges bei Tholey (TK 6508/1) im benachbarten Saarland, also geografisch nicht weit von Luxemburg entfernt, entdeckt und von Schimper als *O. winteri* beschrieben. Sie wuchs dort an Stämmen und Ästen von *Carpinus betulus*, *Fraxinus*, *Corylus* und *Acer* (Feld 1958). Seit über einem Jahrhundert in Europa nicht mehr gefunden, galt sie noch 1995, nach ECCB (1995), dort als ausgestorben.

Das luxemburgische Vorkommen in der Kleinen Luxemburger Schweiz schließt nun die Verbreitungslücke zwischen den belgischen Vorkommen und dem aktuellen deutschen Vorkommen bei Brilon in Westfalen. Ein weiterer, viel weiter östlich gelegener, rezenter Fund stammt aus dem östlichen Erzgebirge in Sachsen (TK 5246/22; leg. et det. E.Seifert 9.2002, conf. Meinunger & Schäfer-Verwimp, vid. Hans). Ähnlich wie bei den Funden aus Belgien, ist der luxemburgische Standort anthropogen beeinflusst. Der mit *O. affine* übermäßig stark bewachsene Holunder befindet sich nur wenige Meter von einer mäßig stark befahrenen Strasse. Am Ästchen wo *O. consimile* wuchs, kamen noch *Amblystegium serpens*, *O. affine* und *O. diaphanum* vor.

Morphologie: Von ebenfalls im trockenen Zustand kraus beblätterten Vertretern der Gattung *Ulota* ist das Moos durch die kryptophoren Spaltöffnungen abzugrenzen, von *Orthotrichum pulchellum* durch die im unteren Teil der Kapsel gelegenen Spaltöffnungen und das blassbraune Endostom aus acht Paarzähnen, das bei *O. pulchellum* orange-rot gefärbt und in 16 Einzelzähne aufgespalten ist.

Orthotrichum patens

Gutland: Lasauvage, Reierbachtal (IFBL: M7.48), an Salix caprea 5.7.2002, leg. F. Hans, det. Schäfer-Verwimp; Differdange, Roudenhaff (IFBL: M7.48.23), an *Salix caprea* 2.2002, leg. et det. F. Hans, conf. Schäfer-Verwimp; Differdange, Fonds de Gras (IFBL: M7.48.23), an *Salix caprea* 2.2002, leg. et det. F. Hans, conf. Schäfer-Verwimp; Dreiborn, Alleebäume Ortsausgang Richtung Junglinster (IFBL: M9.12.24), an *Acer platanoides*, leg. et det. F. Hans, conf. Schäfer-Verwimp. Differdange, Baache Jang (IFBL: M8.41.33), an *Quercus robur* 29.1.2003, leg. F. Hans.

Echternach, unteres Aesbechtal (IFBL:K9.52.34), an *Fraxinus excelsior* 8.5.2003; leg. F. Hans; Niederanven, Hangstufe zwischen Sennigen und Senningerberg (IFBL: L8.57.23), an Buche, leg. F. Hans 26.2.2003. Niederanven, Stackelchesgriecht (IFBL: M8.17.23), an Buche 27.2.2003, leg. F. Hans. Medingen 17.11.2003 (IFBL: M8.27), leg. J. Werner, det. F. Hans.

Trotz der Angaben von Koltz (1880), der die Art von Clémency (Chêne de Jungenbusch) als sehr häufig angibt, wird *O. patens* in den Checklisten der Luxemburger Moose (Werner 1999) nicht aufgeführt, weil keine Herbarbelege vorliegen.

Orthotrichum patens wurde im Vorfeld vorliegender Publikation bereits in die Rote-Liste der Moose Luxemburgs aufgenommen (Werner 2003). Die Einstufung als sehr selten und vom Aussterben bedroht ist nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht mehr gerechtfertigt. Vielmehr scheint die Art in der Vergangenheit mit der Schwesternart *O. stramineum* - zumindest bei Kartierungen im Gelände - verwechselt worden zu sein, mit welcher es in Luxemburg durchaus auch Mischpopulationen ausbildet. *O. patens* besiedelt die unterschiedlichsten Trägerbäume und kommt sowohl in Wäldern als auch an offenen Standorten im ganzen Land vor, was Stichprobenkartierungen ergaben. Die Standorte sind nach den bisherigen Beobachtungen alle sehr luftfeucht. *O. patens* ist in Luxemburg dennoch als deutlich seltener einzustufen als *O. stramineum*. Dies gilt auch für das südlich angrenzende Saarland. Weiter nach Osten kehren sich die Verhältnisse um. Im nördlichen Baden-Württemberg ist *O. patens* gegenüber *O. stramineum* deutlich häufiger (Verbreitungskarten bei Schäfer-Verwimp 2001). Aktuelle Funde aus Belgien existieren nicht. Die letzten Angaben aus diesem Land stammen aus der Zeit vor 1900 (De Zuttere & Schumacker 1984).

Morphologie*:* Vom nah verwandten *O. stramineum* unterscheidet sich die Art durch größere Sporen (bis 24µm Durchmesser), das deutlich papillöse Endostom, die meist nur zweizellreihigen Kapselstreifen (bei *O. stramineum* 4-5 zellreihig) und die im reifen Zustand im unteren Teil sehr dünnhäutige Kapsel, die sich deutlich in einem stumpfen Winkel von der Seta absetzt.

Orthotrichum stellatum

Gutland, Rameldange bei Niederanven (IFBL: L8.57.23), an *Sambucus nigra*, 300 m, 7.2003, leg. et det. F. Hans, conf. F. Lara.

O. stellatum ist eine holarktische Art mit Vorkommen im östlichen Nordamerika und in Europa. Hier ist das Verbreitungsbild sehr zerstreut. Es reicht vom Mittelmeergebiet (Spanien, Italien, Frankreich) über Südost- und Mitteleuropa bis nach Norwegen

(Lewinsky 1993). *O. stellatum* wurde in Europa in den letzten Jahrzehnten kaum gefunden und ist in den meisten deutschen Bundesländern verschollen. Es wurde erst kürzlich im benachbarten Saarland von S. Caspari bei Marpingen (TK 6508/231) rezent für Mitteleuropa wiederentdeckt (Caspari, pers. Mitt.). Wie bei dem luxemburgischen Fund bei Niederanven wuchs das Moos an einem freistehenden *Sambucus nigra* in luftfeuchter Lage. Vergesellschaftete Arten waren dort *O. tenellum, O. striatum* und *O. affine* (Caspari, pers. Mitt.). Am Holunder in Niederanven wurden neben *O. stellatum* noch folgende Arten notiert: *Amblystegium serpens, Bryum subelegans, Homalothecium sericeum, Neckera complanata, O. affine, O. diaphanum, O. pumilum, Tortula laevipila, T. latifolia, T. papillosa, T. virescens* und *Zygodon viridissimus* var. *viridissimus*. Aus Belgien und Holland gibt es bislang noch keine Nachweise (van der Pluijm 2003). *O. stellatum* zählt nach ECCB (1995) zu den in Europa selten Arten.

Morphologie*: Orthotrichum stellatum* hat eine Vaginula mit vielen kleinen ungefärbten Härchen, die farblich mit den kurzen, das Scheidchen nicht überragenden gelben Paraphysen kontrastieren. Das Peristom ist auffallend gelb. Die kryptophoren Spaltöffnungen liegen in nur einer Reihe in der Mitte der Kapselurne. Weitere abgrenzende Merkmale sind die braune Farbe der Exothecialzellbänder im oberen Teil der Kapsel und das auffällig kurze Endostom, das nur etwa zwei Drittel der Länge des Exostoms erreicht. Die Blätter sind schmal linealisch und enden in einer stumpflichen Spitze. Die Pflanzen aus dem Saarland und aus Luxemburg besitzen weiterhin mehrzellige, blattbürtige Brutkörper.

Ulota coarctata

Gutland: Differdange (IFBL: M8.41.32); Weidengebüsch an der Teerstraße entlang der Doggersteilstufe Richtung Ronnebierg, 375 m. An *Salix caprea* 3.12.2002, leg. F. Hans.

Koltz (1880) hat die im sporulierenden Zustand unverkennbare Art bei Echternach, Nonnenwald (ohne Beleg!) gemeldet und gibt die Art als ziemlich selten an. Auch Feltgen hat die Art in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in einem Wald bei Rollingen bei Mersch an Buche gesammelt. Der bislang unveröffentlichte Fund ist im Herbar des luxemburgischen naturhistorischen Museums belegt und wurde vom Autor eingesehen. Die Probe besitzt zahlreiche, typisch entwickelte Kapseln.

U. coarctata wurde zuletzt von Barkman bei Beaufort, Vugelsmillen südlich Grundhof auf *Acer campestre* (K9.51) nachgewiesen und mit einer bryosoziologischen Aufnahme belegt (Barkmann 1949).

U. coarctata ist in Europa boreo-montan verbreitet und z.B. in Deutschland in den meisten Bundesländern durch die Industrialisierung und die damit verbundene Schadstoffemissionen verschollen (Sauer 2001). In neuester Zeit wird das Moos etwas öfter gefunden, so in Baden-Württemberg (Lüth in prep.) und im Saarland (Heseler pers. Mitt.). Trägerbäume sind dabei fast immer Weiden. Auch in Differdingen wächst die Art in Kopfhöhe an einer Weide, inmitten eines geschlossenen Pioniergebüsches aus Salweiden und Zitterpappeln. Die Begleitarten in Differdingen (*Cryphaea heteromalla, Ulota bruchii, Ulota crispa*) entsprechen im wesentlichen den Arten, die in der soziologischen Aufnahme von Barkman (1949) aufgeführt sind. Allerdings fehlt *Antitrichia curtipendula*.

Morphologie: Mit reifen Sporogonen ist das Moos anhand der im trockenen Zustand birnenförmigen Kapsel, die an der Mündung wie ein Kartoffelsack zugezogen ist, unverwechselbar. Im unreifen Zustand ist die Art von anderen kraus beblätterten *Ulota*-Arten nahezu nicht unterscheidbar.

Ulota macrospora

Gutland: Differdange, Weidengebüsch im Wald beim Roudenhaff (IFBL: M7.48.23); an *Salix caprea* 5.7.2002, 400m, leg. et det. F. Hans, conf. M. Sauer.

Dem Fund dieses äusserst seltenen Vertreters der Gattung *Ulota* geht eine nicht alltägliche Gegebenheit voraus. Beim Kartieren epiphytischer Moose in der Gemeine Differdingen fielen dem Autor mehrfach *Ulota*-Sporophyten auf, die einen rot berandeten Kapseldeckel aufwiesen, ein Merkmal, das u.a. *Ulota macrospora* kennzeichnet, von *Ulota bruchii* anscheinend jedoch wenig bekannt ist. Dennoch erwiesen sich alle Belege mit rotem Deckelrand aufgrund der geringen Sporengröße und der hellen Peristomzähne als Formen von *U. bruchii*. Nun kam der Gedanke auf, dass es sich bei den Funden um eine Hybridform von *U. bruchii* und *U. macrospora* handeln könnte. Immerhin lag bereits ein rezenter Nachweis von *U. macrospora* (pers. Mitt. Heseler), aus dem östlichen Saarland nordwestlich von Blieskastel-Lautzkirchen (6709/135) vor. Mehrmalige sehr intensive Nachsuchungen am Standort ergaben dann tatsächlich den Nachweis von *U. macrospora*. Am gleichen Baum wuchsen sogar mehrere Polster von *U. bruchii* mit rotberandetem Kapseldeckel! Ob es sich bei den rotrandigen Formen von *U. bruchii* aber tatsächlich um Hybridformen handelt, muss durch genetische Untersuchungen geklärt werden.

U. macrospora ist ein europäischer Endemit. Neben den jeweiligen Einzelfunden im Saarland und in Luxemburg gibt es rezent nur wenige Nachweise aus dem Nordschwarzwald und dem schweizerischen und dem französischen Jura (Sauer 2001).

Morphologisch ist die Art durch das deutlich rot gefärbte Peristom und die im Durchmesser bis zu 36 µm großen und damit größten Sporen der Gattung, gekennzeichnet. Auffallend ist weiterhin die Kapselmündung, die im trockenen Zustand nicht, wie bei *U. crispa*, unterhalb der Mündung zusammengezogen ist, was *U. crispa* die Weitmündigkeit verleiht und auch nicht, wie bei *U. bruchii*, engmündig entwickelt ist. Vielmehr erscheint die Kapselöffnung wie abgeschnitten. Den Hinweis auf dieses Merkmal verdanke ich Herrn Ulf Heseler, der das Moos im Saarland an *Prunus avium* gefunden hat. Von *U. rehmannii* Jur., die erst vor wenigen Jahren in Belgien neu nachgewiesen wurde (Sotiaux & Sotiaux 1999), ist *U. macrospora* anhand der behaarten Kapselhaube und des roten Peristoms abzugrenzen (Sauer 1998). In Belgien werden die beiden Arten in Synonomie gestellt.

U. macrospora gilt nach ECCB (1995) in Europa als gefährdet.

Zygodon viridissimus var. ***stirtonii***

Gutland: Niederanven, (IFBL: L8.58.11), an einem altem Apfelbaum in einem Vorgarten, 270m, 5.2002, leg. F. Hans.

Z. viridissimus var. *stirtonii* ist bislang in Luxemburg nur von zwei basenhaltigen Felsstandorten im Norden und Osten des Landes bekannt. Dort wächst das Moos in kleinen Populationen. Umso erstaunlicher ist das reichhaltige epiphytische Vorkommen an einem alten Apfelbaum in einem Vorgarten in Niederanven. Die Art steht hier sehr luftfeucht zusammen mit *Hypnum cupressiforme*, *Leucodon sciuroides*, *Orthotrichum lyellii*, *Tortula laevipila* und *Bryum subelegans* und bildet eine ca. 0,5 m² große geschlossene Decke. Von der Nominatform unterscheidet sich die Varietät durch die als Stachelspitze austretende Rippe. Ob der Felsenhafter dem derzeit nachvollziehbaren Trend anderer Gesteinsmoose, z.B. *Hediwigia ciliata*, *Grimmia pulvinata* und *Schistidium apocarpum* s.l., wohl folgt und zukünftig zunehmend öfter Borke besie-

deln wird? Jedenfalls konnten bislang in der *Zygodon* reichen Gegend trotz intensiver Nachsuche keine weiteren epiphytischen Nachweise erbracht werden. *Z. viridissimus* var. *stirtonii* wird in der luxemburgischen Roten-Liste der Moose als extrem selten und vom Aussterben bedroht aufgeführt (Werner 2003).

4. Diskussion

Viele Vertreter der seltenen epiphytischen Orthotrichaceae sind schwer und nur mit frisch ausgereiften Kapseln bestimmbar, da an den Kapseln die wesentlichen diagnostischen Merkmale wie Lage und Form der Spaltöffnungen, Größe der Sporen sowie Ausgestaltung des Peristoms zu suchen sind. Ausserhalb des Zeitrahmens ihrer optimalen Entwicklung sind diese Arten insbesondere im Gelände kaum unterscheidbar und werden daher oft bei Kartierungen übersehen. Aufgrund ihrer Kleinheit und des polsterförmigen Wuchses stehen gerade die kleinsten Vertreter unter hohem Konkurrenzdruck zu stärker wüchsigen Moosen.

Kein Wunder also, dass es sich bei vielen Arten um Pionierarten handelt, welche bevorzugt Jungbäume besiedeln oder im dünnastigen Bereich - oft auch in den Kronen vieler Baumarten -vorkommen. Diese kleinwüchsigen Pionierarten können, ausgehend von den Kartiererfahrungen in Luxemburg, grob zwei Standortgruppen zugeordnet werden: Eine Gruppe eher schattiger Standorte und eine Gruppe eher offener, lichtreicher Standorte. Mesoklimatisch bevorzugte Standorte sind grundsätzlich nebelhäufige und/oder luftfeuchte Lagen.

Lichtreiche Standorte bevorzugen *Orthotrichum tenellum*, *O. stellatum*, *O. pumilum*, *Zygodon viridissimus*, *Z. viridissimus* var. *stirtonii*. Es sind meist Arten mit temperiertem oder submediterranem Arealtypus.

Schattige Standorte bevorzugen *Ulota crispa*, *Orthotrichum consimile*, *O. pulchellum*, *O. stramineum*, *O. patens*, *O. pallens* und *Zygodon conoideus*. Diese Arten sind entweder dem ozeanischen und/oder boreal-montanen Arealtypus zuzuordnen.

Zygodon rupestris und *Orthotrichum obtusifolium* sowie viele der großwüchsigeren und konkurrenzstärkeren Arten aus der Familie der Orthotrichaceae verhalten sich intermediär.

Der Pioniercharakter, eine leichte Verkennung und die Unterkartierung sprechen dafür, dass viele der seltenen Arten häufiger und weiter verbreitet sind, als bislang angenommen wird. Erst durch den Push-Effekt mehrerer Intensivstkartierungen im Gutland gelang es, *Orthotrichum patens*, *O. stellatum*, *Ulota macrospora* und *U. coarctata* für Luxemburg in den vergangenen Jahren neu-, respektive wiederzuentdecken und darüber hinaus den Kenntnisstand der Verbreitung anderer sehr seltener und seltener Arten zu erweitern. So stammen, auf IFBL-Quadrantenbasis bezogen, allein 8 von insgesamt 16 Nachweisen von *Orthotrichum pulchellum* und drei von bisher insgesamt vier Nachweisen von *Z. conoideus* aus Intensivstkartierungen der letzten Jahre, darunter eine Kartierung von Werner in der Westeifel (Werner 2001). Verbreitungskarten hierzu bei Werner und Hans (2003).

Ähnlich verhält es sich im benachbarten Saarland, wo der Kenntnisstand der Verbreitung der Moose durch eine sehr intensive, systematisch angelegte Mooskartierung auf Minutenfeldbasis sprunghaft angestiegen ist (Caspari et al. 1997, 2000b). Folgende Beispiele aus dem Saarland belegen, dass die Anzahl der Fundnachweise sehr seltener Vertreter der epiphytisch vorkommenden Orthotrichaceae proportional zur Kartiertätigkeit steigt: Den derzeit 30 Nachweisen von *O. pulchellum* stehen 13 Funde im Jahr

2000 und ein einziger Fund bis zum Jahr 1997 gegenüber. Bei *O. pallens* stehen den aktuell 11 Funden sieben bis zum Jahr 2000 und drei bis zum Jahr 1997 gegenüber. Den derzeit 17 Nachweisen von *O. patens* gingen 7 bis zum Jahr 2000 voraus. Bis zum Jahr 1997 waren es vier Funde. Von *Zygodon conoideus* gibt es bislang 20 Nachweise!

Ein wesentlicher Unterschied zu den häufigeren Vertretern der Familie der Orthotrichaceae besteht bei den seltenen Arten in ihrer äußerst geringen Populationsdichte. Dies gilt sowohl für den Trägerbaum, wo meist nur ein oder wenige Pölsterchen vorgefunden werden (Beispiele: *O. pulchellum, O. pallens, U. coarctata, Z. conoideus*) als auch für die Fundstelle selbst und in entsprechend verstärktem Maß für ein Kartiergebiet. Der Terminus „low-density-species" ist sicher ein geeigneter Begriff zur Charakterisierung dieser Arten hinsichtlich ihres Verbreitungverhaltens. Trotz intensivster Nachsuche an den epiphytenreichen Weiden im näheren Umfeld der jeweiligen Tragerbäume wurden zum Beispiel keine weiteren Vorkommen von *U. coarctata* und *U. macrospora* an den Fundstellen in Differdingen entdeckt, obwohl man dort mit weiteren Individuen durchaus rechnen darf. Die Verbreitungsdichte dieser Arten ist eben auch, kleinräumlich betrachtet, extrem gering. Zusätzlich können sich die Pflanzen in einem Entwicklungsstadium befinden, welches sie, z. B. bei ausbleibender Sporogonbildung im Gelände unerkannt bleiben lässt. Ein weiteres Beispiel mag dies verdeutlichen: Zur Anfertigung einer bryosoziologischen Aufnahme wurde ein bekannter Fundort von *O. pulchellum* im Birelergund bei Sandweiler aufgesucht, der auf eine Fläche von ca. 10 m² räumlich eingegrenzt werden konnte. Trotz mühevoller Suche wurde das Moos nicht wieder gefunden, da die im Frühjahr gebildeten Kapseln nicht mehr vorhanden waren. Die Suche nach der „Stecknadel im Heuhaufen" erwies sich also in allen vorliegenden Fällen als erfolglos.

Ist der rezente Nachweise vieler seltener Vertreter aus der Familie der Orthotrichaceae nun als Indikator für eine Klimaveränderung zu bewerten oder eher nicht? Bei den Arten *O. pulchellum, Z. conoideus* und *Cryphaea heteromalla*, alles Atlantiker, findet derzeit unzweifelhaft eine Arealausweitung statt. Dies legt den Hinweis auf eine klimatische Veränderung nahe. Das Moos *Ulota phyllantha* scheint es diesen Arten nachzutun. Man darf sehr gespannt sein, wie sich das Verbreitungsbild von *U. phyllantha*, die ja erst wenige Male im mitteleuropäischen Binnenland gefunden wurde (vgl. Caspari 2000), weiter entwickeln wird. Auch in Luxemburg ist mit der Art zu rechnen. Mit Ausnahme von *Z. conoideus*, welche Werner (2002) ebenfalls für übersehen hält, sind die o. g. Arten makroskopisch bereits im Gelände anzusprechen und dürften auch in der Vergangenheit nicht übersehen worden sein. Frahm (2002) hält das gehäufte Auftreten von *O. pulchellum* und *Z. conoideus* im Raum von Saar und Mosel nicht für einen Zufall und wirft unter anderem die Frage nach dem Zusammenhang mit der dort sehr intensiven Kartieraktivität auf. Die starke Kartiertätigkeit ist eindeutig verantwortlich für das gehäufte Auffinden der (in Luxemburg und im Saarland jetzt nicht mehr!) seltenen atlantischen Arten *C. heteromalla* (im Saarland bereits mehr als 200 Minutenfeldnachweise!) und *O. pulchellum*. Auch Sotiaux et al. (1998) weisen darauf hin, dass die Seltenheit vieler epiphytischer Moose in Belgien im Kontext zur Unterkartierung steht und die rezenten Funde seltener Arten nur von einer Handvoll Bryologen getätigt wurden. Ergänzend zur Kartierintensität müssen den Kartierern vor Ort eben auch die ökologischen Standortansprüche und die Bestimmungsmerkmale der Arten hinreichend bekannt sein. So wurden, angeregt durch einen Zufallsfund von *U. coarctata* während einer gemeinschaftlichen Exkursion der Kartiergruppe Saar in Lothringen, von Heseler (pers. Mitt.) allein im Jahre 1998 vier Fundortnachweise dieser Art für das Saarland an ähnlichen Standorten erbracht. Vom Autor wurde das atlantische *O. pul-*

chellum kürzlich auch im Nordschwarzwald (Ruhestein) in ca. 1000 m Meereshöhe, also in hochmontaner Lage, gleich zweimal an Weiden gefunden. Hierbei handelte es sich um den zweiten Nachweis für Baden-Württemberg. Der Fund im Schwarzwald ist kaum dahingehend interpretierbar, dass sich die klimatischen Verhältinisse im Schwarz-wald geändert hätten. Auch bei diesem Fund stand sicherlich die Kenntnis der Art und ihrer ökologischen Ansprüche Pate für den Nachweiserfolg. Die Art besitzt im Schwarzwald nun einen südöstlichen Vorposten und befindet sich in Bezug zu den Vorkommen im Saarland und Luxemburg an ihrer Arealgrenze. Ein wichtiger, noch weiter südlich gelegener Fundort der Art gelang mir erst vor kurzem im Südschwarzwald in Freiburg im Breisgau (Hans in prep.). Auch die von dort nicht bekannte *Cryphaea heteromalla* wurde innerhalb eines Tages gleich mehrfach entdeckt.

Es bleibt nach wie vor Vorsicht geboten, das Auftreten viele der extrem seltenen Vertreter der Familie der Orthotrichaceae in Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen zu bringen. Erst die konsequente Weiterführung intensiver Kartierungen und die langjährige Beobachtung ausgewählter Kartiergebiete können zukünftig dazu beitragen helfen, die Fragestellung der Indikatorfunktion vieler, heute noch weitgehend unterkartierter, „low-density-species“ für eine Klimaverschiebung abschliessend zu klären.

Ausblick auf die zukünftige Entwicklung: In Luxemburg dürften in den nächsten Jahren mit einiger Wahrscheinlichkeit noch weitere „low-density-species“ aus der Familie der Orthotrichaceae nachgewiesen werden können. Dies gilt insbesondere für *Orthotrichum rogeri, O. scanicum* und *Ulota phyllantha*, die bereits jeweils in Belgien und im Saarland nachgewiesen worden sind. Als hochgradig interessant dürfte sich dabei vor allem das zukünftige Verbreitungsbild der atlantischen *Ulota phyllantha* erweisen, die rezent an zwei Stellen im Saarland, im rheinland-pfälzischen Hunsrück, bei Trier (Capari 2000 und pers. Mitt.) und bei Aachen (Bomble 2003) gefunden worden ist. Das Moos ist in Mitteleuropa darüberhinaus ansonsten nur von küstennahen Standorten bekannt und gilt als streng atlantisch und halophil.

Auch ist auf *O. acuminatum, Zygodon dentatus, Z. forsteri* und andere äußerst seltene Vertreter dieser Gattungen zu achten, die schon in Belgien und/oder Holland und Deutschland rezent gefunden wurden oder früher schon einmal dort vorkamen.

5. Danksagung

Für wertvolle Diskussionen und Anregungen möchte ich mich an erster Stelle bei Steffen Caspari (D-St.-Wendel) und Jean Werner (L-Bereldange) bedanken. J. Werner danke ich darüber hinaus für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Den folgenden Kollegen möchte ich für die Nachbestimmung kritischer Taxa und/oder kompetente Hinweise ein herzliches Dankschön aussprechen: U. Heseler (D-St.- Ingbert), F. Lara (E-Madrid), M. Lüth (D-Freiburg), M. Sauer (D-Plietzhausen), A. Schäfer-Verwimp (D-Herdwangen-Schönach), A. Sotiaux (B-Waterloo).

6. Literatur

Barkman, J.J., 1949. - Notes sur quelques associations épiphytiques de la Petite Suisse luxembourgeoise. Arch de Inst. g.-duc. Lux. Section Sc. nat. phys. et math. N.S. Tome 18: (1948-1949): 79-94.

Bates, J.W., MCF Proctor, C.D. Preston, N.G. Hodgetts & A.R. Perry, 1997. - Occurence of epiphytic bryophyes in a `tetrad` transect across southern Britain 1. Geographical trends in abundance and evidence of recent change. Journal of Bryology 19: 685-714.

Bomble, W., 2003. - *Lophocolea semiteres* und *Ulota pyllantha* in Aachen. - Bryologische Rundbriefe 64: 1.

Caspari, S., 2000. - Neue Moose für Rheinland-Pfalz. - Limprichtia 14: 21-26.

Caspari, S., F. Hans, U. Heseler, I. Holz, H. Lauer, R. Mues, K. Offner, E. Sauer, C. Schneider, T. Schneider, G. Sesterhenn & P. Wolff, 1997. - Arbeitsatlas der Moose des Saarlandes und angrenzender Gebiete 1. Auflage. - Manuskript, herausgegeben von der Kartiergruppe Moose im Saarland. Unveröffentlicht.

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

Caspari, S., F. Hans, U. Heseler, I. Holz, H. Lauer, R. Mues, K. Offner, E. Sauer, C. Schneider, T. Schneider, G. Sesterhenn & P. Wolff, 2000b. - Arbeitsatlas der Moose des Saarlandes und angrenzender Gebiete 2. Auflage. - Manuskript, herausgegeben von der Kartiergruppe Moose im Saarland. Unveröffentlicht.

Corley, M.F.V., A.C.Crundwell, R. Düll, M.O. Hill, & A.J.E. Smith, 1981. - Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. - J. Bryol. 11: 609-689.

Europeen Committee for the Conservation fo Bryophytes (ECCB), 1995. - Red Data Book of European Bryophytes. -Trondheim, 291 p.

De Zuttere, P., 1992. - Les Orthotrichaceae (Musci) de la Belgique et du Grand-Duché de Luxembourg. - Nowellia bryologica 2: 1-32.

De Zuttere, P. & R. Schumacker, 1984. - Bryophytes nouvelles, méconnues, rares, menacées ou disparues de Belgique. - Min. Rég. wall., Serv. Cons. Nature, Trav. 13 : 1-161; cartes 1-40.

Feld, J., 1958. - Moosflora der Rheinprovinz. - Decheniana Beihefte 6: 94 p.

Frahm, J.-P., 2002. - Die aktuellen Vorkommen von *Ulota phyllantha* und *Zygodon conoideus* in Deutschland. - Bryologische Beiträge 53: 1-4.

Hill, M. O., C. Preston & A. J. E. Smith, 1992. - Atlas of the Bryophytes of Britain and Ireland. - Vol. 2 Mosses (exept Diplolepidae), 400 pp. Colchester.

Hill, M. O., C. Preston & A. J. E. Smith, 1994. - Atlas of the Bryophytes of Britain and Ireland. - Vol. 3 Mosses (Diplolepidae), 419 pp. Colchester.

Koltz, J.-P.-J., 1880. - Class II. Muscinaceae (familles V Musci et VI Sphagnaceae). - In: Koltz, J.-P.-J., Prodrome de la flore du Grand-Duché de Luxembourg. Seconde partie: plantes cryptogames ou acotylédonées. Subdivision II. Plantes cellulaires. Recueil des Mémoires et des Travaux de la Société Botanique du Grand-Duché de Luxembourg, 4-5 (1877-1878): 213-426.

Lewinsky, J., 1993. - A synopsis of the genus *Orthotrichum* Hedw. (Musci, Orthotrichaceae). - Bryobrothera 2: 1-59.

Lewinsky-Haapasaari, J., 1995. - Illustrierter Bestimmungsschlüssel zu den europäischen *Orthotrichum*-Arten. – Meylania, Sondernummer 9: 3-56.

Lewinsky-Haapasaari, J., A. Ederra Induráin & C. Schmidt, 1995. - *Orthotrichum consimile* Mitt. still in Europe. - Lindbergia 20: 56-61.

Pluijm, A. van der, 2003. - Determinatiesleutel en veldnotities voor de soorten van het geslacht *Orthotrichum* Hedw. in Nederland en België. - Buxbaumiella 65: 35-47.

Sauer, M., 1998. - *Ulota macrospora*, eine verkannte Art? Ein Beitrag zur Taxonomie der Gattung *Ulota* (Orthotrichaceae) in Mitteleuropa. - Herzogia 13: 37-51.

Sauer, M., 2001. - *Ulota* D.Mohr. In: Nebel, M. & G. Philippi (Hrsg.). Die Moose Baden-Württembergs, Bd. 2: 197-208. – Ulmer, Stuttgart.

Schäfer-Verwimp, A., 2001. - *Orthotrichum* Hedw. - In: Nebel, M. & G. Philippi (Hrsg.). - Die Moose Baden-Württembergs, Bd. 2: 170-197. - Ulmer, Stuttgart.

Sotiaux, A., H. Stieperaere & O. Sotiaux, 1998. - *Orthotrichum consimile* Mitt. in Belgium, an overlooked species in Europe? - Journ. Bryology 20: 449-454.

Sotiaux, A. & O. Sotiaux, 1999. - *Ulota rhemannii* (Orthotrichaceae, Musci) nouveau pour la bryoflore belge dans le massif ardennais. - Belg. Journ. Bot. 132: 153-157.

Vitt D.H., 1973. - A revision of the genus *Orthotrichum* in North America, north of Mexico. - Bryophytorum Bibliotheca 1: 1-208.

Werner, J. 1999. - Première mise à jour critique de la check-list des bryophytes du Grand-Duché de Luxembourg. - Lejeunea N.S. 161: 1-25.

Werner, J. 2001. – Eine Teilkartierung in der südlichen Eifel (3. Beitrag zur Moosflora der Eifel). - Abh. Delattinia 26: 267-280.

Werner, J. 2002. - *Zygodon conoideus* in der Eifel und in Luxemburg. - Bryologische Beiträge 58: 3.

Werner, J. 2003. - Liste rouge des bryophytes du Luxembourg. Mesures de conservation et perspectives. - Ferrantia 35: 1-71.

Werner, J. & F. Hans, 2003. - Observations bryologiques au Luxembourg: espèces remarquables observés en 2002 (17e série). - Bull. Soc. Nat. luxemb. 104: 13-19.

Winter, F., 1868. - Die Moosflora des Saarlandes mit einleitenden geographischen und geognostischen Bemerkungen. - Pollichia Jahrbücher 25-27: 1-52.