

Nordamerikanische Moosarten in Europa

Jan-Peter Frahm

Abstract: Thirty species are identified in Europe, which have a closed range in North America but are only locally found in Europe. A discussion reveals that they are most probably dispersed from North America to Europe during the Holocene. This supports the possibility of long distance dispersal in the northern hemisphere.

Einleitung

Ein Faszinosum in der Bryologie ist die Ausbreitungsfähigkeit der Moose. Beispiele dafür sind:

- die Vorkommen von Salzmoosen wie *Desmatodon heimii* an den wenigen Salzstellen des Binnenlandes, hunderte Kilometer von den eigentlichen Standorten entfernt, wobei die Vorkommen im Binnenland nur wenige Quadratmeter messen.
- die Vorkommen von Schwermetallmoosen (*Scopelophila cataractae*, *Ditrichum plumbicola*) an ebenfalls nur wenigen und sehr kleinflächigen Schwermetallhalden, die zudem oft hundert Kilometer Luftlinie auseinander liegen.
- die Ausbreitung von Neophyten wie *Phascum leptophyllum*, *Tortula pagorum* u.a.
- das Vorkommen von arktischen Arten (*Hymenostylium recurvirostre*, *Discelium nudum* u.a.) an geeigneten offenen Stellen in Mitteleuropa.

Die Fähigkeit zur raschen und weiten Verbreitung wird in der Regel durch Sporenverbreitung erklärt, doch zeigen viele Beispiele, dass auch sterile Arten (wie alle Schwermetallmoose und sich in Ausbreitung befindliche Arten wie *Phascum leptophyllum* oder *Tortula pagorum*) zur effektiven Ausbreitung in der Lage sind.

Die Verbreitungsmöglichkeit schließt transozeanische Verbreitung nicht aus, besonders im Gebiet der Westwindzone der nördlichen Hemisphäre (Nordamerika – Europa). In vielen Fällen lassen sich Disjunktionen nicht ohne molekulare Studien von neueren Ausbreitungen unterscheiden. Ob die klassische Disjunktion Himalaya – westliches Nordamerika – westliches Europa durch Fernverbreitung erklärbar sind oder Reliktorkommen aus früheren Erdzeitaltern, bleibt daher zur Zeit noch offen. Sind jedoch Arten in Nordamerika häufig, in Europa aber deutlich seltener, besteht der Verdacht, dass die Arten in Europa ursprünglich nicht vorhanden waren und später (im Verlauf des Holozäns) nach Europa verbreitet wurden. Wenn dies zudem mit einem Wechsel im Standort verbunden ist, ist dies ein Indiz dafür, dass die neuweltliche Art in Europa „später gekommen ist“, als ihre ökologische Nische schon besetzt war. Ein weiteres Indiz ist, wenn Arten

in Europa ein zerstreutes Vorkommen haben, ein nur kleines Areal besiedeln, oder die Vorkommen nicht in einen Arealtyp einzugliedern sind.

Nordamerika und Europa haben etwa 700 Laubmoosarten gemeinsam, das heißt dass 57% der Arten aus Nordamerika auch in Europa vorkommen und 70% der Laubmoose aus Europa auch in Nordamerika (Frahm & Vitt 1993). (Der höhere Prozentsatz der Übereinstimmung europäischer Moose liegt an der geringeren Artenzahl in Europa). Das bezieht sich auf die gesamte Flora einschließlich Florida und Texas. Nimmt man nur die temperaten oder gar borealen Bereiche, sind die Übereinstimmungen noch größer. Die Moosflora im Norden Kanadas ist nahezu identisch mit der in Skandinavien.

Definition: Als nordamerikanische Arten in Europa werden solche erachtet, die in Nordamerika ein zusammenhängendes Areal haben, in Europa aber nur einzelne oder vereinzelte, nicht zusammenhängende Vorkommen haben, die kein erklärbares Areal bilden, andere Standorte besiedeln, nur vorübergehend aufgetreten sind oder (bei diözischen Arten) nur in einem Geschlecht vorkommen.

Es gibt vermutlich auch umgekehrte Fälle, also Arten, die in Europa häufig oder auch trivial sind, in Nordamerika aber selten. Dazu gehört *Rhodobryum roseum*, welches in Nordamerika nur in Alaska und British Columbia gefunden wurde (wohin es aber eher aus Japan gekommen sein dürfte), oder besonders auch *Calliergonella cuspidata*, die in Europa trivial ist, in Nordamerika selten nur in gewissen Zwischenmoortypen vorkommt. Solche Fälle sind seltener, weil diese Moose entgegen der vorherrschenden Windrichtung oder durch Hilfe des Menschen nach Nordamerika gekommen sind.

Beispiele (die Verbreitungsangaben stammen – sofern nicht anders angegeben – aus Frey et al. 2006. Mönkemeyer 1927, Meinunger & Schröder 2007)

Anacamptodon splachnoides

Crum & Anderson (1981) machen keine Häufigkeitsangaben, die Verbreitung reicht aber von Nova Scotia bis Florida und Texas. In Europa fehlt die Art in Skandinavien und den Britischen Inseln und kommt nur „sehr zerstreut“ (Mönkemeyer 1927) in Mitteleuropa und den Pyrenäen vor. Nordwärts bis zum Main (Meinunger & Schröder 2007). Ähnlich wie bei *Dicranum viride* entspricht dies keinem Arealtyp. Typischer Standort in beiden Kontinenten sind Astlöcher von Buchen. So würde man erwarten könne, dass *Anacamptodon* – wengleich auch nicht häufig – in Europa im ganzen Buchenareal vorkommt, was nicht der Fall ist.

Atrichum crispum

Diese Art ist in Nordamerika verbreitet, kommt in Europa aber nur in Teilen Englands vor. Dort existieren nur männliche Pflanzen (Smith 1978), weswegen auch das Areal begrenzt ist und eine Ausbreitung über sexuelle Vermehrung unterbunden ist, zudem eine spezielle vegetative Vermehrung nicht vorkommt. Wie auch in anderen Fällen stellt sich die Frage, ob es sich hierbei um Fernverbreitung oder Einschleppung handelt, da bei Sporenausbreitung ja wohl nicht nur männliche Sporen verbreitet wurden oder gekeimt sind.

Bruchia flexuosa

Diese nordamerikanische Art wurde nur im 19. Jahrhundert in Süd-Österreich, Slowenien und am Lago Maggiore in Italien gefunden, von wo sie als *B. trobasiana* beschrieben wurde.

Bryhnia novae-angliae

Eine im Osten Nordamerikas häufige Art, die in Europa nur in SW-Norwegen und SW-Schweden vorkommt. Die Standorte in beiden Gebieten (feuchtes Gestein an Bachrändern) sind identisch. Es gibt keine einleuchtende Erklärung, warum die Art nur dort und nicht auch z.B. in Schottland vorkommt, es sei denn, man geht von einer zufälligen Verbreitung aus.

Bryum miniatum

Eine aus Europa nur von einer Stelle auf den Faeroern bekannte Art aus dem *Bryum alpinum*-Komplex, von der sie als *Pohlia faeroensis* beschrieben worden war.

Claopodium whippleanum

Eine im Südwesten von Nordamerika verbreitete Art, die in Europa nur in Südportugal und neuerdings auf Sardinien gefunden wurde.

Clasmatodon parvulus

Die Art ist in Nordamerika weit verbreitet, in Europa nur ein Mal 1851 bei Düben in Sachsen gesammelt worden. Die iberischen Angaben gehen auf Verwechslungen mit *Pseudoleskeella tectorum* zurück (Heras et al. 2006). Der Beleg aus Sachsen galt als verschollen und daher wurde das Vorkommen in Europa bezweifelt. Müller (2007) konnte Belege ausfindig machen und deren Identität belegen. Der Autor geht davon aus, dass ein einmaliges Vorkommen vor 150 Jahren nur auf Sporenfernverbreitung zurückzuführen ist. Interessant wäre zu klären, ob das eine zufällige Verbreitung ist oder mit irgendwelchen besonderen meteorologischen Phänomenen in Verbindung steht. Obgleich das sächsische Material Sporogone hat, hat dies nicht für eine Etablierung der Art in der Gegend gereicht. In dem Zusammenhang kann man sich fragen, wie oft solche Fernverbreitungen aus Nordamerika passieren, ohne dass (a) sich die Sporen weiterentwickeln oder (b) sich die Sporen entwickeln aber diese initiale Besiedlung stecken bleibt und die Art sich nicht weiter verbreitet, da die bryologische Beobachtungsdichte extrem dünn ist und vieles passiert, ohne dass es von Bryologen registriert wird.

Conardia compacta

Die Art ist in Nordamerika weit verbreitet, von Yukon bis Kalifornien und New Brunswick bis Florida. Beachtenswert ist auch die ökologische Amplitude, die von senkrechten Kalkfelsen bis zu Erde, morschem Holz und Borke reicht (Crum & Anderson 1981). Im Gegensatz dazu ist *Conardia* in Europa sehr selten und sehr zerstreut. Die Ökologie schließt basenreiche Felsen wie in Nordamerika aber eigenartigerweise auch Salzstellen ein. In Europa ist die Art immer steril, weil es dort nur weibliche Pflanzen gibt.

Crossidium aberrans

Eine Art aus Kalifornien und Arizona, die erst in letzter Zeit in Spanien, dann in Frankreich, dem Wallis und dem Kaiserstuhl gefunden wurde. Bemerkenswert ist, dass die Art erst in letzter Zeit in Europa gefunden wurde, sonst hätte man auch an eine Paläodisjunktion zwischen Spanien und Arizona mit anschließender Ausbreitung nach Mitteleuropa handeln.

Cyrto-Hypnum minutulum

Vereinzelte und sehr weit zerstreute und unzusammenhängende Vorkommen in Mitteleuropa (Deutschland, Österreich, Finnland und Baltikum) lassen darauf schließen, dass die Art bei uns nicht ursprünglich heimisch war. Obgleich schon 1790 bei Karlsruhe entdeckt, datieren die nächsten Funde aus den Jahren 1913, 1942 und 1966, was eher auf immer mal wiederkehrende Fernverbreitungen schließen lässt, ohne dass sich die Art etablieren konnte.

Dichelyma capillaceum

Das Areal in Nordamerika reicht von Kanada bis Florida. In Europa gibt es die Art nur lokal in Mittelskandinavien; es fehlt in großen Bereichen, obgleich Standorte verfügbar sind (Steinblöcke an Gewässern) ist aber lokal dann häufiger. Alle Vorkommen liegen in ehemals vergletscherten Gebieten. In Mitteleuropa gibt es einige wenige zerstreute Einzelvorkommen. Molekulare Untersuchungen ergaben, dass die Population in Skandinavien mit der nordamerikanischen verwandt ist und dass das einzige deutsche Vorkommen von der skandinavischen abstammt (Sabovlevic & Frahm 2009).

Dicranum viride

In Nordamerika ist *Dicranum viride* im Ostteil weit verbreitet (Crum & Anderson 1981), In Europa aber auf Mitteleuropa beschränkt (Bei Mönkemeyer 1927 und Crum & Anderson 1981 wird auch Nordeuropa angegeben, doch findet sich die Art nicht bei Nyholm 1955). Dies ist in sofern verdächtig, als die Vorkommen von *Dicranum viride* in Europa keinem Areraltyp entsprechen, die eine Beziehung zur N-S Lage, E-WLage oder der Höhe zeigen. Es gibt auch wohl keine andere Art, die ein solches Areal hat oder dieses mit *Dicranum viride* teilt. Die Art ist zudem in Mitteleuropa fast stets steril. Dies lässt auf eine spätere Ankunft der Art in Europa schließen. Wie auch *Notothylas orbicularis* ist auch diese Art ausgerechnet FFH-Art, ist aber im gegensatz zu letztgenannter Art besser eingensicht.

Ephemerum spinulosum

ist eine nordamerikanische Art, die vor 10 Jahren zunächst in Irland, dann in Spanien und schließlich auch in Deutschland gefunden wurde. Da die Art auf feuchten Böden an Gewässern (z.B. Talsperren) vorkommt, muss man auch eine Verbreitung durch Vögel in Betracht ziehen.

Entodon cladorrhizans

Eine nordamerikanische Art, die in Europa in Rumänien gefunden wurde. Wird auch aus Frankreich, der Schweiz, Italien und Spanien angegeben, was sich auf *E. schleicheri* beziehen könnte. Doch ist auch letztere überwiegend in Nordamerika verbreitet.

Frullania oakesiana

Die Hauptverbreitung der Art liegt im östlichen Nordamerika. In Europa kommt sie sehr selten sowohl in den Spanien und Portugal als auch in Skandinavien vor. Die Standorte in Skandinavien waren aber definitiv vergletschert. Zudem ist die Disjunktion nördliches Mittelmeergebiet – Südkandinavien ungewöhnlich bzw. unerklärlich, es sei denn, man geht von unterschiedlichen Fernverbreitungen aus.

Frullania bolanderi

Eine aus dem nördlichen Nordamerika beschriebene Art, die in Europa in SW-Schweden und SW Norwegen vorkommt, ähnlich *Bryhnia novae angliae*. Wie *F. oakesiana* kommt auch diese Art in Ostasien vor, sodass man davon ausgehen kann, dass diese holarktische Arten sind, die in Europa während der Eiszeiten ausgestorben sind aber sich nur lokal wiederangesiedelt haben.

Frullania riparia

Ähnlich wie *Frullania oakesiana* eine Art aus dem östlichen Nordamerika, die in den Pyrenäen und Südalpen und von dort nach Kroatien, Österreich und Bulgarien ausstrahlt. Die Südalpen gelten ja vielfach als Reliktstandort, sodass der Status dieser Art nicht ganz so eindeutig ist.

Haplocladium angustifolium

Kommt in Europa nur in den Südalpen vor. Die Tatsache, dass diese Art mutmaßlich in Baltischem Bernstein häufig war (Frahm 2011), lässt daran denken, dass es sich hierbei um Reliktorkommen handeln könnte.

Haplocladium microphyllum

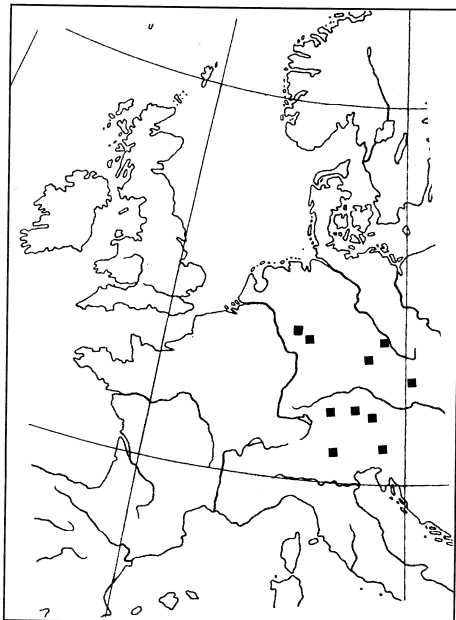
Vereinzelte Funde der nordamerikanischen Art in Schweden, Polen und Kroatien deuten auf Fernverbreitung. Interessant ist, dass diese Vorkommen offenbar nicht in der Lage waren, stabile Populationen auszubilden und die Vorkommen (wie auch bei Fernverbreitungen aus den Tropen, vgl. *Heterophyllum affine*) keinen dauerhaften Bestand hatten.

Haplocladium virginianum

Die isolierten Vorkommen der in Nordamerika häufigen Art in Europa in den Südalpen, Slowenien, Bosnien-Herzegowina und Rumänien suggerieren stark eine Fernverbreitung, und zwar offenbar vielfach unabhängig voneinander. Auffällig ist, dass gleich drei nordamerikanische Arten einer Gattung (wie bei *Frullania*) in Europa vorkommen.

Hypnum lindbergii

Die Art ist in Nordamerika praktisch die häufigste Hypnum-Art, weitaus häufiger als *H. cupressiforme*, welche in Nordamerika nicht die Variabilität wie in Europa zeigt, auch nicht die Vielzahl von Substraten besiedelt und deutlich seltener ist. *Hypnum lindbergii* ist weit verbreitet („common and widespread“, Crum & Anderson 1981), was man von den Vorkommen in Europa nicht sagen kann, und kommt auf einer Vielzahl von Substraten vor, z.B. morschem Holz, was ebenfalls nicht für Europa gilt, wo die Art nur auf grusiger Erde an Wegrändern oder Seeufnern wächst. Standorte wie Wegränder sind Sekundärstandorte, eine Einnischung an Primärstandorten ist nicht ersichtlich. Es ist also nicht nur die unterschiedliche Häufigkeit sondern auch der abweichende Standort, der vermuten lässt, dass diese Art ursprünglich in Europa nicht heimisch war, „später“ kam und sich dann mit einem abweichendem Standort an konkurrenzschwachen Stellen zufrieden geben musste.



Notothylas orbicularis

Die Art ist aus Nordamerika beschrieben und dort nicht selten, ganz im Gegensatz zu Europa, wo sie aus dem Grund zur FFH-Art deklariert wurde. Sie wurde erstmalig 1913 in Deutschland (in Bayern) gefunden. Warum nicht eher? Weil sie nicht da war oder so selten, dass sie nicht eher gefunden wurde? Das europäische „Areal“ ist in Abb. 1 gezeigt: es entspricht keinem Arealtyp. Die Karte ist zudem irreführend, weil die meisten Vorkommen nicht mehr existieren und sich die Art an diesen Stellen nur eine mehr oder weniger lange Zeit hat halten können und wieder verschwunden ist.

Abb. 1: Frühere und rezente Vorkommen von *Notothylas orbicularis* in Europa (aus *Bryologische Rundbriefe* 57:6, 2002, ergänzt).

Orthotrichum consimile

Die Art war in Europa 1846 in Sussex von Mitten gefunden worden, aber als *O. pulchellum* fehlbestimmt, dann 1866 aus dem Saarland als *O. winteri* beschrieben und 130 Jahre nie wieder in Europa gefunden. Sie ist im östlichen Nordamerika verbreitet. Seit 1995 wurde sie vielfach in Deutschland, Holland, Belgien, Frankreich und Spanien gefunden. Warum sie in dieser Zeit in Europa nicht auftrat, bleibt ungeklärt. Man könnte die Luftverschmutzung anführen, die sich seit 1995 extrem verringert hat, aber auch argumentieren, dass die Art im 19. Jahrhundert und dann erst wieder erneut von Nordamerika nach Europa verbreitet wurde.

Orthotrichum flowersii

Diese von Vitt aus Nordamerika beschriebene Art wurde nur ein Mal in Frankreich (im Tal der Durance in den Westalpen) gefunden.

Rhodobryum ontariense

ist "die" *Rhodobryum*-Art in Nordamerika und wurde erst in den Siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts in Europa unterschieden. Dabei ist sie nicht neu aufgetreten sondern war – wie aus Herbarbelegen hervorgeht – schon länger in Europa. Die Vermutung, dass diese Art aus Nordamerika fernverbreitet wurde, ergibt sich aus der Tatsache, dass sie (a) viel seltener als *R. roseum* ist und (b) dass sie in Europa diametral andere Standorte besiedelt. In Nordamerika besiedelt *R. ontariense* Standorte wie hierzulande *R. roseum*, also sauren Waldboden, wohingegen sie in Europa eine Kalkart ist. Das kann aber auch daran liegen, dass *R. ontariense* in Europa heimisch war aber sich wegen der Konkurrenz mit *R. roseum* auf Kalkuntergrund spezialisiert hat.

Sphagnum angermannicum

Ogleich aus Angermannland (Mittelschweden) beschrieben, hat sich diese Art später als identisch mit *S. americanum* herausgestellt, die im östlichen Nordamerika vorkommt. Ihr Vorkommen in Europa ist auf Südnorwegen und Mittelschweden beschränkt.

Thamnobryum subserratum

ist eine aus Japan beschriebene Art, die Mastracci (2003) mit *Th. alleghaniense* synonymisiert hat, die – wie der Name sagt – aus dem östlichen Nordamerika kommt. Die Art wurde von Köckinger et al. (200) neu für Europa aus Kärnten angegeben.

Thamnobryum neckeroides

Eine Art aus dem westlichen Nordamerika, die erst rezent aus Italien, Tschechien (Riesengebirge) Kärnten und Deutschland (Berchtesgaden, Bodensee, Rhön) angegeben wurde. Der Entdecker (Mastracci 2003) macht bei den Funden keine Jahresangaben, doch stammen alle Funde von rezenten Bryologen. Es bleibt dabei die Frage, warum keine älteren (als *Th. alopecurum* fehlbestimmte) Herbarbelege vorliegen und ob die Art erst so spät rezent „übergekommen“ ist.

Tortula amplexa

Diese Art wurde seit v1973 an wenigen Stellen in der Grafschaft Leicestershire in England gefunden.

Tortula bolanderi

Diese nordamerikanische Art wurde erst in letzter Zeit auf den Kanaren, bei St. Tropez und in Sizilien gefunden.

Die Aufzählung ist sicherlich nicht komplett, gibt aber einen ersten Eindruck. Nicht aufgeführt sind hier zahlreiche mediterrane Arten, die disjunkt in Kalifornien oder Arizona vorkommen (Bartramia „stricta“, Anacolia menziesii, Antitrichia californica u.a.), die eine weite Verbreitung im Mittelmeergebiet haben und daher nicht als fernverbreitete Arten identifiziert werden können, sondern durchaus auch palaeodisjunkt sein können.

In anderen Fällen ist die Ausgangspopulation in Nordamerika kleiner als Vorkommen in Europa, sodass es fraglich ist, ob es um Fernverbreitung handelt oder um Einschleppungen:

Henediella standfordensis

Diese Art wurde – wie der Name verrät – aus Kalifornien beschrieben, wohin sie aber bereits eingeschleppt worden sein kann, da die Typulokalität auf dem Campus der Universität liegt. Vielleicht ist sie auch in England, Irland, Frankreich und Griechenland eingeschleppt, da so eine kleine Ausgangspopulation wohl nicht die Ausbreitungskraft hat.

Besondere Beispiele für Fernverbreitungen sind möglicherweise auch Arten, die nur an einer Stelle in der Welt vorkommen, wo sie sicher nicht entstanden sind. Beispiele dafür sind:

Pterygoneurum squamosum

Nur aus einem Orangerhain in Spanien bekannt.

Pterygoneurum papillosum

Nur aus Rheinhessen bekannt.

Schließlich werden noch sog. nordamerikanische Arten in Europa angegeben, von denen gar nicht sicher ist, dass es sich dabei um echte Amerikaner handelt.

:

Fontinalis howellii (kindbergii)

ist eine nordamerikanische Art, die aus Mitteleuropa sehr zerstreut angegeben wird., doch ließ sich die Probe einer deutschen Population in Kultur in *F. antipyretica* transferieren und demnach als Modifikation der letzteren entlarven (Frahm 2004).

Diskussion

Die zahlreichen Beispiele belegen, dass Fernverbreitung von Moosen von Nordamerika nach Europa nicht selten ist. Eine Meteorologe müsste einmal klären, bei welchen Wetterlagen so etwas passiert und ob es bevorzugte Ursprungs- und Zielgebiete gibt.

Nun hat man zu bedenken, dass Bryologen nicht omnipräsent sind und jede Fernverbreitung mitbekommen. Im Gegenteil ist die bryologische Erforschung extrem unterrepräsentiert, selbst im Vergleich mit Pilzen oder Blütenpflanzen, deren Spezialisten ja auch nur immer eine geringe Auswahl solcher Events mitbekommen. Die Zahl der tatsächlichen Fernverbreitungen ist also um ein vielfaches höher. Es gehört aber noch ein zweites dazu, man muss solche Fernverbreitungen mitbekommen und erkennen. Wie oft hat man Moose gesammelt, die man nicht bestimmen kann und ggf. dann wegwirft, und wer hat dann die Idee, dass es sich dabei um überseeische Moose handeln kann. Das Beispiel von *Anacolia laevisphaera* zeigt, dass man dieses überseeische Moos als *Bartramia stricta* bestimmt, wenn man eine europäische Moosflora benutzt. In nicht allzuferner Zukunft wird man solche Moose mit Hilfe des Barcodings richtig identifizieren können. Man kann aber auch über das Ziel hinausschießen. Aus Holland wurde einmal *Tortula grandiretis* aus Vorderasien publiziert, wobei es sich um *Phascum cuspidatum* handelte.

In manchen Fällen gibt es in Europa nur ein Geschlecht, so bei *Atrichum crispum* (nur männliche Pflanzen) oder *Conardia compacta* (nur weibliche). So etwas wird für gewöhnlich als Beweis für Relikte gewertet, bei der nur ein Geschlecht überlebt hat. Zudem ist es unwahrscheinlich, dass bei

Sporenverbreitung nur ein Geschlecht verbreitet worden ist, wo die Sporen halbe-halbe produziert werden. Wie aber *Leucobryum glaucum* zeigt, bestehen aber die sterilen Populationen aus weiblichen Pflanzen und sind damit durchsetzungsstärker und auch die Tatsache, dass bei *Zygodon viridissimus* die sterilen Populationen am Rande des Areals weiblich sind, bestätigt dies.

Nach der Häufigkeit lassen sich unterscheiden:

Singuläre Vorkommen:

Bryum miniatum
Orthotrichum flowersii

regional gehäufte

Atrichum crispum
Bryhnia novae-angliae
Dichelyma capillaceum
Dicranum viride
Frullania bolanderi
Haplocladium angustifolium
Sphagnum angwermannicum
Thamnobryum subserratum
Tortula bolanderi

weiter verbreitet aber selten und zerstreut:

Anacamptodon splachnoides
Claopodium whippleanum
Conardia compacta
Crossidium aberrans
Cyrto-Hypnum minutulum
Ephemerum spinulosum
Entodon cladorrhizans
Frullania oakesiana
Frullania riparia
Haplocladium microphyllum
Haplocladium virginianum
Hypnum lindbergii
Notothylas orbicularis
Orthotrichum consimile
Rhodobryum ontariense
Thamnobryum neckeroides
Tortula amplexa

wieder ausgestorben

Bruchia flexuosa
Clasmatodon parvulus

Nach der Verbreitung lassen sich folgende Typen unterscheiden:

Nordeuropa

Bryhnia novae-angliae, *Bryum miniatum*, *Dichelyma capillaceum*, *Frullania oakesiana*, *F. bolanderi*, *Sphagnum angermannicum*.

West- und Mitteleuropa:

Notothylas orbicularis, *Dicranum viride*, *Clasmatodon parvulus*, *Cyrto-Hypnum minutulum*, *Ephemerum spinulosum*, *Thamnobryum neckeroides*, *Th. subserratum*, *Tortula amplexa*.

Südalpen, Südeuropa

Bruchia flexuosa, *Claopodium whippleanum*, *Crossidium aberrans*, *Entodon cladorrhizans*, *Frullania oakesiana*, *F. riparia*, *Haplocladium angustifolium*, *H. virginianum*, *Orthotrichum flowersii*, *Tortula bolanderi*

Nord- bis Südeuropa

Haplocladium microphyllum, *Hypnum lindbergii*, *Orthotrichum consimile*, *Rhodobryum ontariense*

Auffällig ist, dass nur wenige Lebermoose dabei sind (*Frullania* spp., *Notothylas*).

Gegen Relikte und für Fernverbreitung sprechen:

- Arten in ehemals von den Eiszeiten beeinflussten Gebieten
- Singuläre Vorkommen
- unterschiedliche Standorte in Nordamerika in Europa
- sehr zerstreute Vorkommen
- kein eigenes Areal
- Immer mal wieder gefundene Arten zeigen keine dauerhafte Etablierung an.
- Waldarten und speziell Epiphyten können keine Relikte sein
- Arten, die plötzlich auftauchen oder 100 Jahre zuvor nicht gefunden wurden, sind keine Relikte.

Problematisch ist die Unterscheidung von Einschleppungen und Fernverbreitungen. Winzige Erdmoose, die ihre Sporen in den Bioten entlassen wie *Bruchia flexuosa* oder *Notothylas orbicularis* oder Arten auf Ruderalstandorten wie *Tortula amplexa* lassen eher an Einschleppungen denken.

Wie immer bei solchen transkontinentalen Disjunktionen stellt sich die Frage, ob dies ein Resultat langer Isolation nach der Trennung des Megakontinents Laurasia ist, die vor ca. 50 Millionen Jahren begann, oder ob Genaustausch zwischen den Kontinenten gibt, welcher die partielle Übereinstimmung der beiden Floren erklärt. Molekulare Untersuchungen dazu liegen noch kaum vor. Studien (Shaw et al. 2004) haben gezeigt, dass z.B. die südiberischen Populationen von *Claopodium whippleanum* nicht von den nordamerikanischen zu trennen sind sondern im Phylogramm zwischen die nordamerikanischen gemischt sind. Das lässt darauf schließen, dass die europäischen Proben keine Relikte eines ehemals zusammenhängenden Areals aus dem Tertiär sind, sondern über Fernverbreitung nach Europa gelangt sind. (Frahm et al. 2008)

Literatur

- Crum, H.A., Anderson, L.E. 1981. Mosses of Eastern North America. New York.
- Frahm, J.-P. 2004. Rätsel um *Fontinalis* im Rhein gelöst. *Bryologische Rundbriefe* 74: 3-5.
- Frahm, J.-P. 2011. Die Laubmoosflora des baltischen Bernsteinwaldes. Jena (Weissdorn-Verlag).
- Frahm, J.-P., Vitt, D.H. 1993. A comparison of the mossfloras of Europe and North America. *Nova Hedwigia* 56:307-333.
- Frahm, J.-P., Lüth, M., van Melick, H. 2008. Kommentierte Artenliste der Moose von Sardinien. *Archive for Bryology* 38: 1-13.
- Frey, W., Frahm, J.-P., Fischer, E., Lobin, W. 2006. The liverworts, mosses and ferns of Europe. Martins (Harley Books).

-
- Heras, P., Infante, M., Buck, W.R, 2006. On the presence of *Clasmatodon parvulus* (Bryopsida) in Europe. *Herzogia* 19:317-321.
- Mastracci, M. 2003. *Thamnobryum neckeroides* (Bryopsida; Neckeraceae): lectotypification, synonymies, diagnostic characters, habitat and distribution. *Journal of Bryology* 25: 115-120.
- Meinunger, L., Schröder, W. 2007. *Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands*. Regensburg.
- Mönkemeyer, W. 1927. *Die Laubmoose Mitteleuropas*. Leipzig.
- Müller, F. 2007. Zum Vorkommen von *Clasmatodon parvulus* (Fabroniaceae, Bryopsida) in Deutschland. *Herzogia* 20: 293-298.
- Nyholm, E. 1955. *Illustrated Moss Flora of Fennoscandia vol. 1*. Lund.
- Sabovljevic, M., Frahm, J.-P. 2009. Genetic diversity and phylogeography of the rare riparian moss *Dichelyma capillaceum* (Wih.) Myr. inferred from TRNL-F plastid DNA sequences. *Arch. Biol. Sci. Belgrade* 61: 85-91.
- Shaw, A.J., Werner, O., Ros, R.M. 2003. Intercontinental mediterranean disjunct mosses: morphological and molecular patterns. *American Journal of Botany* 90: 540-550.
- Smith, A.J.E. 2004. *The Moss Flora of Britain and Ireland*. 2nd ed. Cambridge.

Online Feb. 20, 2013