
Tropische Moosarten in Europa¹

Jan-Peter Frahm

Zusammenfassung: Es werden 12 tropische Moosarten (alles nur Laubmoose) aufgeführt, welche in den Tropen (vorwiegend den Neotropen) eine geschlossene Verbreitung haben, in Europa aber nur lokal oder regional begrenzt vorkommen. Sie belegen die Möglichkeit der transkontinentalen Fernverbreitung von Moosen. Der Zeitpunkt als auch die Art und Weise der Verbreitung wird diskutiert.

Summary: Twelve species of tropical mosses are listed, which have a closed range in the tropics (mainly neotropics), but are only locally found in Europe. They demonstrate the possibility of transcontinental (spore?) dispersal. Time and way of dispersal are discussed.

Moose haben erhebliche Möglichkeiten zur Fernverbreitung. Ein zwingendes Argument dafür ist die Kolonisierung von neu entstandenen vulkanischen Inseln oder weit im Ozean liegende Inselgruppen wie Makaronesien oder Hawaii. Grund dafür ist nicht nur, dass sie Sporenpflanzen sind. Auch nur steril bekannte Arten und sich nur vegetativ verbreitende Arten zeichnen sich durch rasche Ausbreitungstendenzen aus (z.B. *Tortula pagorum* in Nordamerika und Europa). Selbst Arten ohne spezielle vegetative Vermehrung verbreiten sich noch erheblich und sind an weit auseinanderliegenden potentiellen Standorten anzutreffen, so *Ditrichum plumbicola* auf kleinsten Schwermetallflächen. Deswegen überrascht eigentlich auch nicht die Präsenz überseeischer Arten in Europa.

Es handelt sich dabei um

a. ingeschleppte Neophyten. Es sind alles südhemisphärische Arten, welche die Innertropische Konvergenz nicht ohne Hilfe des Menschen queren können. Bekannte Beispiele weitflächig etablierter Arten sind *Orthodontium lineare* (Südafrika, Neuseeland), *Campylopus introflexus* (ganze Südhemisphäre), *Lophocolea semiteres* (Neuseeland) und lokal eingeschleppte Arten wie *Calomnion complanatum*, *Leptotheca gaudichaudii*, *Daltonia angustifolia*, *Heteroscyphus fissistipus* u.a. z.B. an Baumfarnstämmen aus Neuseeland in die wintermilden Teile der Britischen Inseln (Holyoak & Lockhart 2009). Daneben gibt es in England extrem seltene Arten wie *Leptodontium proliferum* (ein Standort) oder *Lophozia herzogiana* (2 Standorte).

¹ Ein Aufsatz im Rahmen der Bearbeitung der phytogeographischen Elemente der Moose Europas, von denen bislang die atlantischen (Frahm 2012), nordamerikanischen (Frahm 2013) und alpinen Arten (Frahm 2012b) behandelt wurden.

b. Arten aus Nordamerika, die dort weit verbreitet sind, in Europa auffälligerweise aber nur selten vorkommen und hier keinen klassischen Arealtyp vertreten, was die Vermutung stützt, dass diese Arten „später“ durch Fernverbreitung gekommen sind, was im Bereich der nordhemisphärischen Westwindzone auch keine große Besonderheit wäre. Dazu gehören 35 Arten (Frahm 2013).

c. Tropische Arten, die im westlichen, atlantischen Teil Europas und den makaronesischen Inseln vorkommen, wobei es nicht geklärt ist, ob sie dort Relikte aus dem Tertiär darstellen oder postglazial dorthin verbreitet wurden. Eine Liste dieser 28 Arten wird bei Frahm (2012) gegeben. Sie besteht vornehmlich aus neotropischen Arten.

Nachweise von Arten der türkischen Schwarzmeerküste wie *Leptoscyphus cuneifolius* (Batan et al. 2013) belegen, dass es sich in solchen Fällen auch um Tertiärrelikte handeln kann, die vermutlich nicht aus den Neotropen dorthin eingewandert sind.

d. Globale Oreophyten (vgl. Frahm 2012b)

Das sind Arten wie *Hymenostylium recurvirostrum*, *Anoetangium aestivum* u.a., welche in den Alpen, Rocky Mountains, dem Himalaya (dann wären es holarktische Oreophyten), aber auch in der Südhemisphäre der Erde in den Anden, den afrikanischen Hochgebirgen oder sogar jungvulkanische Inseln wie Mauritius oder Réunion vorkommen. Von ihnen gibt es keine genaue Aufstellung.

e. Tropische Arten, die ganz lokal in Europa vorkommen, und daher vermutlich erst im Holozän durch Fernverbreitung nach Europa gekommen sind. Diese Arten sind im Folgenden behandelt. Unberücksichtigt sind die zahlreichen Arten aus den Tropen, die in Europa ein Teilareal besitzen. Beispiele sind *Reboulia hemisphaerica*, *Targionia hypophylla*, *Leptodontium flexifolium*, *Campylopus flexuosus*, *C. fragilis* u.v.a.m.

Anacolia laevisphaera

Im Jahre 1931 fand Heinrich Andres in der Rhein-Moselgegend eine sterile Bartramiaceae, die von Loeske als mediterrane *Bartramia stricta* bestimmt wurde. In der Folgezeit wurde die Art an einem dutzend Stellen gefunden, alle in einem Gebiet von 10x30 km (Frahm 2005). Bei dem Versuch, die Herkunft dieser Art molekular zu klären, stellte sich heraus, dass es sich dabei gar nicht um *B. stricta* handelte sondern um *Anacolia laevisphaera* aus den Tropen, wo sie in der Neuen Welt durch die Anden von Nordargentinien bis Alaska, in der Dominikanischen Republik, den Kapverden, Kamerun, den ostafrikanischen Vulkanen und Réunion vorkommt. (Zur Unterscheidung siehe Frahm 2012c). Zwischenzeitlich wurde die Möglichkeit eines Reliktes aus der letzten Zwischeneiszeit bedacht; wahrscheinlicher ist jedoch eine Fernverbreitung aus Amerika, wie es bei der überwiegenden Zahl der tropischen Arten auch der Fall ist zumal die Areale (Anden und Rocky Mountains, Karibik, Afrika) sehr ähnlich sind.

Braunia secunda

Aus den Südalpen (Tessin, Graubünden, Südtirol) ist *Braunia alopecura* beschrieben worden. Herzog (1926) bezeichnet diese Art sehr simplifizierend als *Mediterranelement*. In Wirklichkeit ist das Vorkommen dort auf einige Südalpentäler beschränkt. Das hat dazu geführt, die Art als Tertiärrelikt zu bezeichnen. Gegen die Relikthypothese spricht, dass sie auch auf einer jungvulkanischen Inselgruppe wie den Kapverden-Insel vorkommt. He & De Luna (vgl. Frahm 2013c) gaben als Areal "China, Cape Verde Islands, France, Germany, India, Iran, Italy, Kuwait and Switzerland" an. Davon beziehen sich Italy und Switzerland auf die Südalpen. Aus Indien werden andere aber nicht diese Art angegeben. Die Angaben France und Germany sind falsch. Und Kuwait bezieht sich auf eine andere Art (Frahm 2013c). Übrig blieben China (Yunnan), Südalpen und Kapverden, was arealtypologisch keinen Sinn macht. Wegen des Vorkommens mehrere anderer amerikanischer Arten in den Südalpen wurde daher nach Möglichen identischen

Arten in Amerika gesucht und in *Braunia secunda* gefunden, von der schon Schimper im 19. Jahrhundert annahm, sie könnte mit der europäischen *B. alopecura* identisch sein (Frahm 2013d). *Braunia alopecura* hat ein ähnliches Areal in der neuen Welt wie *Anacolia laevisphaera*, kommt sogar mit letzterer zusammen vor, geht aber nicht so weit nach Norden in die USA.

Calymperes erosum

Vgl. *Trematodon longicollis*.

Helicodontium capillare

Vgl. Frahm (2013b). In der Mitte des 19. Jahrhunderts wurde auf Schiefergestein in den Apuanischen Alpen in Italien ein Moos gefunden, das zunächst von Schimper als *Dubyella italica* beschrieben wurde. Fleischer, der durch seinen langjährigen Aufenthalt in Java eine größere Erfahrung mit tropischen Moosen hatte, stellte es zu tropischen Gattung *Helicodontium*. Später wurde die Identität mit *Helicodontium torquatum* festgestellt, einer Art, die aus den Anden von Mexiko bis Nordargentinien und der Karibik bekannt ist (Buck 1998) und deren aktueller Name *H. capillare* ist. Buck bezeichnet sie als „one of the most common and weedy mosses“.

Das singuläre Vorkommen könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Art sehr unscheinbar ist (wie *Amblystegium serpens*) und auch heute noch dort vorkommen könnte, oder, wie *Heterophyllum affine*, sich nicht hat behaupten können und dort wieder ausgestorben ist. Rein theoretisch käme in den Apuanischen Alpen auch ein Reliktvorkommen in Frage. Buck (1998) vermutet, dass es sich bei der Art um eine pantropische Art handelt.

Heterophyllum affine

Das Laubmoos *Heterophyllum affine* ist von Kolumbien bis Mexiko, auf Jamaica und Haiti und im südöstlichen Nordamerika verbreitet. Es kommt auch in Asien (Baikal-See, Kaukasus, östlicher Himalaya) vor. In Europa wurde die Art nur im 19. Jahrhundert vereinzelt in der Rheinpfalz, im südlichen Bayern, Vorarlberg, Niederösterreich, der Schweiz und den Ostkarpathen gefunden. In Deutschland wurde sie in den Jahren 1833, 1834, 1846, 1847, 1851, 1853, 1858 und 1862 nachgewiesen. Seitdem ist sie dort nie wieder beobachtet worden. In Österreich ist die Art noch 1870 gefunden worden. Der Erstfund aus dem Jahr 1833 braucht nicht das erste Auftreten zu bedeuten, da man erst seit Anfang des 19. Jahrhunderts intensiver Moose gesammelt hat. Die Art kann also u. U. schon wesentlich früher dort vorhanden gewesen sein. Das mysteriöse Verschwinden im letzten Jahrhundert als auch die sehr unregelmäßige Verbreitung lässt an eine vorübergehende Fernverbreitung aus dem Hauptareal denken, die keinen Bestand hatte, d.h. die Art konnte sich gegen die heimischen Arten auf Dauer nicht durchsetzen oder ist strengen Wintern zum Opfer gefallen. Sonst müsste man davon ausgehen, dass die Art hier heimisch war, aber natürlicherweise im letzten Jahrhundert ausgestorben ist. Die Gründe für das Aussterben in Mitteleuropa sind jedoch nicht bekannt. Die Art wächst auf morschem Holz in Wäldern, ist also nicht durch Zerstörung ihres Standortes ausgestorben. Sie wird „meist fruchtend“ angegeben, hat also Sporen gebildet, mit denen sich die Art in Mitteleuropa auf Sekundärvorkommen hat verbreiten können.

Interessanterweise wird *Heterophyllum affine* auch aus dem Kaukasus angegeben, von wo auch das nordamerikanische *Ptychomitrium incurvum* angegeben wird. Vielleicht funktioniert der Kaukasus ebenso wie die Alpen als Sporenfalle für aus dem Westen durch die Luft verbreitete Arten.

Hyophila involuta

Dies ist ein in den gesamten Tropen weit verbreitetes Moos, woher es aufgrund des riesigen Areals unter einer Vielzahl verschiedener Namen beschrieben worden ist. Es wächst ursprünglich an Kalkfelsen, hat sich aber durch den Menschen verbreitet und ist jetzt in den feuchten Tropen häufig an Betonmauern, Brücken und Hausfundamenten zu finden. In Savannengebieten kommt es

an periodischen Rinnsalen oder an Wasserfällen vor. Die nächsten Vorkommen liegen in Schwarzafrika. Trotz einer Entfernung von 5-6000 km Luftlinie wächst diese Art mitten in Europa. Nicht etwa in den ozeanischen, wintermilden Gebieten in Irland oder Westschottlands, wo einige tropisch-montane Arten vorkommen. In Mitteleuropa ist die Art jedoch ein Wassermoos. Limpricht (1890) beschrieb die Art als *Trichostomum* (*Hydrogonium*) *warnstorffii* von Männedorf am Ufer des Zürichsees, wo sie am 24.4.1884 von J. Weber entdeckt worden war.

Sie wächst auf zeitweise vom Wasser bespültem Gestein an den Schweizer Seen (Vierwaldstättersee, Wallensee, Zürichersee) und an weiteren Stellen in der Schweiz, am Bodensee und am Hochrhein. Allen diesen Standorten ist offenbar jedoch gemein, dass sie im Winter nicht zufrieren und so einer tropischen Art einen geschützten frostfreien Lebensraum bieten. Daneben gibt es einzelne Nachweise in den schweizer Südalpen an Bachsteinen, die jedoch in wintermilden gebieten (Tessin) liegen. Mönkemeyer gab die Art auch aus Norditalien an. Aleffi et al. (2008) listen sie aus der Lombardei und früher auch aus Ligurien. Die Lombardei muss wohl im Zusammenhang mit den tessiner Funden gesehen werden. In Nordamerika geht die Verbreitung der Art von Florida bis Ontario in Kanada, wo die Art auch ein Wassermoos ist.

Hyophila involuta ist bei uns nur steril anzutreffen, vermehrt sich jedoch vegetativ durch blattachselständige, gestielte Brutkörper. Die Sterilität könnte ein Grund für das relativ kleine Areal zu sein.

Auch *Hyophila* wurde schon als Relikt der Tertiärflora gedeutet. Das ist jedoch sehr unwahrscheinlich, wenn man bedenkt, dass es sich bei den Hauptvorkommen, den Schweizer Seen, um ehemalige Gletscher handelt.

Sematophyllum adnatum

Die Art wurde rezent an der Basis von Eichen in der Lombardei und Piemont gefunden (Brusa 2000, 2001). Sie kommt vom östlichen Nordamerika über die Karibik bis ins nördliche Südamerika sowie im tropischen Afrika vor. Der Autor geht von einer Verwilderung aus einer Gärtnerei aus.

Da die Südalpen aber gerade im Grenzgebiet Schweiz/Italien eine ganze Reihe amerikanischer Arten (vgl. Frahm 2013f, 2013g) beheimaten, besteht auch die Möglichkeit einer Fernverbreitung.

Orthodontium gracile

Lange Zeit galt sie als europäische Art, selbst Mönkemeyer (1927) gab sie nur aus „England und Nordfrankreich“ an. Später wurde Kalifornien hinzugefügt (Smith 1978). Sie ist aber aus dem Nordwesten und Südwesten der USA, Mexico, Zentralamerika, westl. und südl. Südamerika, Nordost- und Westafrika bekannt (Allen 2002). Sie wurde von Wilson als *Bryum gracile* aus England beschrieben, von Lindberg zu *Stabilia* und von Schwaegrichen zu *Orthodontium* gestellt. In England kam sie im 19. Jahrhundert noch mehrfach vor und ist seitdem dramatisch zurückgegangen. In Frankreich gilt die Art als ausgestorben; der letzte Fund datiert von 1953 aus Fontainebleau (alle Angaben nach Porley 2013). Vorkommen in Australien (Porley l.c.) lassen auch an eine Einschleppung denken. Die Seltenheit als auch der Rückgang in Europa lassen auch auf eine Fernverbreitung denken, die auf Dauer keinen Erfolg hatte, weil neu hinzukommende Arten einen schweren Stand in der Konkurrenz mit anderen Arten haben.

Orthodontium pellucens

Diese Art wurde aus Ecuador beschrieben. Ihre Verbreitung reicht (wie auch bei *Zygodon campylophyllus*, *Anacolia laevisphaera* und *Orthodontium gracile* durch die Anden über Mittelamerika, Mexico bis in die südlichen Vereinigten Staaten, sowie Brasilien und die Karibik. In Europa kommt sie „very local in France and N-Spain“ vor (Frey et al. 2006).

Splachnobryum obtusum

Vgl. *Trematodon longicollis*.

Trematodon longicollis

Die nahezu pantropischen *Trematodon longicollis*, *Splachnobryum obtusum* und *Calymperes erosum* kommen auch an Solfataren in Italien vor (Frey et al. 2006), wohin sie eigentlich nur durch Fernverbreitung gekommen sein können, nimmt man nicht an, dass sie dort aus Warmzeiten überdauert haben. Allerdings wird *Trematodon* seit 40 Jahren auch auf Kreta an einem Wegrand gefunden, wenige Meter von *Jungermannia handelii* entfernt, einem mutmaßlichen Tertiärrelikt, das sonst nur an der Schwarzmeerküste vorkommt sowie in Ostasien.

Splachnobryum obtusum ist außerdem noch von warmen Quellen aus Ungarn bekannt.

Zygodon campylophyllum

Die Art wurde im 19. Jahrhundert aus York in England als *Zygodon gracilis* als neu beschrieben. Es stellte sich später heraus, dass es seine Hauptverbreitung in den Alpen hat und der Fund in England der einzige außerhalb der Alpen war. Ähnlich wie *Brotherella lorentziana*, *Distichophyllum carinatum*, *Tayloria rudolphiana* war auch *Zygodon gracilis* für ein Alpenendemismus gehalten worden. Erstere haben sich aber alle als mit Arten aus Asien identisch erwiesen (Frahm 2013e).

Vor über 60 Jahren hat Bartram (1949) schon den Verdacht geäußert, dass es sich dabei um das in Mittelamerika und dem nördlichen Südamerika vorkommende *Z. campylophyllum* handeln könnte. Später schrieb Vitt (1994) “*Zygodon campylophyllus* is very close to *Z. gracilis* Wils ex Kerk. and may prove to be synonymous with it, in which case *Z. campylophyllus* has nomenclatural priority. I have not seen sporophytes, or the type of *Z. gracilis*, and so I hesitate to place it into synonymy without careful study of European variants.”

Mönkemeyer (1927) vermutete ein Vorkommen von *Z. gracilis* in Nordamerika, von wo es dann aber erst später von Ireland et al. 1987 angegeben wurde. Das Areal reicht von der kanadischen Pazifikküste bis Mexico, Guatemala, Costa Rica, die Dominikanische Republik in das andine Südamerika (Allen 2002).

Mögliche Erklärungen

Die Möglichkeit von Relikten

Darüber lässt sich nur spekulieren. Eine Überdauerung der letzten Eiszeit wurde für *Anacolia laevisphaera* in Betracht gezogen (Frahm 2005), weil die Art oberhalb der Waldgrenze in den Anden vorkommt und in der Lage gewesen wäre, in Zentraleuropa (Moseltal) überdauert zu haben. Relikte können aber zumeist ausgeschlossen werden, weil sie als tropische Arten die Eiszeiten nicht haben überstehen können.

Long Distance Dispersal

Fernverbreitung liegt in den Fällen nahe, wenn sich Arten nicht halten können und wieder ausgestorben sind (*Helicodontium torquatum*, *Heterophyllum affine*). Die Tatsache, dass tropische Arten in Europa nur lokal vorkommen (*Anacolia laevisphaera*, *Orthodontium pellucens*), lässt auf einmalige Verbreitungs- Events schließen. Eine dritte Gruppe (*Braunia secunda*, *Zygodon campylophyllum*) hat in Europa ein kleines Teilareal, welches aber beschränkt ist.

Westeuropa ist im Sommerhalbjahr durch eine Luftströmung mit der Ostküste Nordamerikas und diese mit Mittelamerika verbunden. Das erklärt, warum die meisten nordamerikanischen Arten in Europa (Frahm 2013) im östlichen Nordamerika zu finden sind. Es kann auch vermutet werden, dass ein Genaustausch der amphi-atlantischen Arten im östlichen Nordamerika und westlichen

Europa stattfindet. da der größte Teil der Moose in diesen Gebieten identisch ist (Frahm & Vitt 1993).

Staub

Ein Vehikel für Sporentransport könnten Verfrachtungen von Staub sein. Staub hat eine Korngröße von 10 bis 100 Mikrometer und besteht nicht nur aus anorganischem Material sondern auch aus Sporen, sogar Pathogenen wie Pilzen und Bakterien. Das betrifft aber in erster Linie Wüstengebiete. Jedes Jahr werden zwischen 500 Millionen und einer Billion Staub über die Atmosphäre bis nach Florida und Amazonien transportiert. Ähnlich gibt es bei uns im Sommer Staubbiederschläge aus der Sahara. Im Jahre 2002 erreichte ein Staubsturm aus der Mongolei die Pazifische Küste Nordamerikas (Taylor 2002). Das wäre nur aufgrund der unterschiedlichen Klimate für den Transport von Moossporen nicht so sehr relevant.

Eine weitere Möglichkeit ist Verbreitung durch vulkanischen Staub. Es ist bekannt, dass vulkanische Eruptionen Vulkanstaub und Asche in viele tausend Meter Höhe und dann um die Erde verbreiten. Im Jahr 1991 gelangten beim Ausbruch des Pinatubo auf den Philippinen 29 Millionen Tonnen Staub in die Atmosphäre. Satellitenbilder zeigten, wie der Staub die Welt umrundete und schließlich niederging. Solche bekannten Eruptionen, deren Staubmengen die Sonne verdunkelten, sind aus den Neotropen (also dem Herkunftsgebiet der meisten tropischen Moose in Europa) von den Ausbrüchen des Nevado de Ruiz in Columbia in 1593 und den Huaynaputna in Peru in 1680 bekannt. Diese Hypothese war von mir persönlich sehr favorisiert und war auch schon früher von anderen Bryologen in Zusammenhang gebracht worden (z.B. von Nicholson bei dem Fund von *Distichophyllum carinatum* in den Alpen, den er mit dem Ausbruch des Krakatau in Zusammenhang brachte (wobei sich nachträglich herausstellte, dass der Krakatau nicht im Areal der Art lag). Doch machte mich Jesus Munoz darauf aufmerksam, dass diese Ausbrüche auch mit schädlichen Gasen und sauren Emissionen verbunden sind, was gegen eine Fernverbreitung durch Vulkanausbrüche spricht.

Woher kommen die tropischen Arten?

Alle Arten (mit Ausnahme von *Hyophila*, *Calymperes* und *Trematodon*, die pantropisch sind) haben eine Gemeinsamkeit: sind in Mittel- und Südamerika beheimatet. Das lässt auf einen gemeinsamen Event der Verbreitung schließen, z.B. ein Vulkanausbruch, oder eine Windströmung.

Wann sind die neotropischen Arten nach Europa gekommen?

Zieht man Windströmungen als Verbreitungsmittel in Betracht, besteht das Problem, dass die globale Zirkulation sich in Laufe des Pleistozäns stark geändert hat, aber kaum zu rekonstruieren ist. Zum Beispiel können die Azoren heutzutage nicht über Windströmungen von den Neotropen erreicht werden, die tropischen Moose dort also kein Resultat einer jüngeren Verbreitung sein können, was aber vor 10.000 Jahren durchaus der Fall gewesen sein kann.

Für die Mehrzahl der angegebenen Arten muss wohl angenommen werden, dass sie erst nach der Eiszeit also im Holozän nach Europa verbreitet wurden, da sie während der Eiszeit in Europa eine geeigneten Klimabedingungen hatten oder die heutigen Standorte von Eis bedeckt waren (*Zygodon*, *Braunia*).

Die Erstnachweise lassen keine bestimmte Häufung erkennen.

Hyophila involuta 1861

Heterophyllum affine 1833

Anacolia laevisphaera 1931

Helicodontium capillare um 1850

Es ist lediglich abzuleiten, dass die meisten Nachweise im 19. Jahrhundert waren und dass diese Arten schon bald nach Beginn der Bryofloristik gefunden wurden und schon lange in Europa gewesen sein können. Eine Art mit kleinstem Areal in Europa wie *Anacolia laevisphaera* ist relativ spät entdeckt worden, was aber damit zusammenhängen kann, dass sie nur von relativ wenigen Populationen in kleinen Beständen bekannt ist oder in der Gegend früher nicht (intensiver) gesammelt wurde.

Verschleppungen

sind nicht auszuschließen, aber nicht zu belegen, wie es z.B. bei den Vorkommen von *Leptodontium proliferum* in England der Fall ist, das auf einem Golfplatz gefunden wurde.

Von den 12 genannten Arten sind *Hyophila involuta*, *Trematodon longicollis*, *Splachnobryum obtusum* und *Calymperes erosum* pantropische Arten. Alle anderen sind vorwiegend neotropische Arten, die durch die Anden bis in die Rocky Mountains vorkommen. Sie lassen vermuten, dass es hier besondere Winströmungen gibt, welche die Verbreitung nach Europa erleichtern. Zudem sind es nicht eigentlich tropische sondern tropisch-montane Arten, welche keine tropischen Klimaanforderungen haben (wie die genannten pantropischen Arten, die in Europa an „beheizten“ geothermalen Standorten wachsen oder – wie *Hyophila* – an frostgeschützten Standorten. In Europa ausgestorben sind *Heterophyllum affine* und *Helicodontium capillare*. *Helicodontium capillare* ist nur einmal gefunden worden. Die Geothermalarten sind aufgrund ihres begrenzten Standortangebotes sehr selten. *Anacolia laevisphaera* ist von einem dutzend Nachweisen bekannt.

Die Größe der europäischen Teilareale beträgt wenige Quadratmeter (Geothermalarten) bis wenige Quadratkilometer (*Anacolia*), bis zu hunderten von Quadratkilometern (*Heterophyllum*). Erstere sind durch die verfügbare Standorte bedingt, die wenige Quadratkilometer großen lassen auf einen singulären Ausbreitungsevent schließen, die großen Teilareal u.U. durch mehrere Verfrachtungen nach Europa.

Literatur

- Aleffi, M., Tacchi, R., Cortini Pedrotti, C. 2008. Check-list of the Hornworts. Liverworts and Mosses of Italy. *Bocconea* 22: 1-254.
- Allen, B. 2002. Moss Flora of Central America Part 2. St. Louis.
- Bartram, E.B. 1949. Mosses of Guatemala. *Fieldiana Botany* vol. 25.
- Batan, N., Alatas, M., Özdemir, T. 2013. *Leptoscyphus cuneifolius* (Lophocoleaceae, Marchantiophyta) new to Southwest Asia. *Cryptogamie, Bryologie*, 34: 373-377.
- Brusa, G. 2000. New national and regional bryophyte records. 3. *Sematophyllum adnatum* (Michx. E. Britton. *J. Bryol.* 22: 305.
- Brusa, G. 2001. *Sematophyllum adnatum* (Michx.) Britt in Italia: distribuzione ed ecologia di una Bryophyta esotica. *Arch. Beobot.* 7(1):1-9.
- Buck, W.R. 1998. *Pleurocarpous Mosses of the West Indies*. New York.
- Frahm, J.-P. 2005. Die wahre Identität von *Bartramia stricta* in Deutschland. *Bryol. Rundbriefe* 95: 1-3.
- Frahm, J.-P. 2012. Das atlantische Element in der Moosflora Europas. *Archive for Bryology* 141, 11 S.
- Frahm, J.-P. 2012b. Zur Herkunft der alpinen Moosarten. *Archive for Bryology* 126, 9 pp.
- Frahm, J.-P. 2012c. Zur Unterscheidung von *Bartramia stricta* und *Anacolia laevisphaera*. *Archive for Bryology* 131, 6 pp.
- Frahm, J.P. 2013. Nordamerikanische Moosarten in Europa. *Archive for Bryology* 160: 1-10.

- Frahm, J.-P. 2013b. A guide to bryological hot spots of the world. 5. The Apuanian Alps (Tuscany, Italy). *Archive for Bryology* 181, 7 pp.
- Frahm, J.-P. 2013c. The range of *Braunia alopecura* revised. *Archive for Bryology* 180, 5 pp.
- Frahm, J.-P. 2013d. The identity of *Braunia alopecura* (Brid.) Limpr. with *Braunia secunda* (Hook.) Bruch & Schimp. 5 pp.
- Frahm, J.-P. 2013e. Are there endemic bryophyte species in the Alps? - The range of *Brotherella lorentziana* (Lor.) Loeske. 7 pp.
- Frahm, J.-P. 2013f. Guide to Bryological Hot Spots in the world. 9. Ticino in Switzerland. *Archive for Bryology* 194, 9pp.
- Frahm, J.-P. 2013g. The identity of *Braunia alopecura* (Brid.) Limpr. with *Braunia secunda* (Hook.) Bruch & Schimp. *Archive for Bryology* 195, 5 pp
- Frahm, J.-P. & Vitt, D.H. 1993. A comparison of the mossfloras of Europe and North America. *Nova Hedwigia* 56:307-333.
- Frey, W., Frahm, J.-P., Fischer, E., Lobin, W., 2006. *The Liverworts, Mosses and Ferns of Europe*. Martins (Harley Books).
- Herzog, Th. 1926. *Geographie der Moose*. Jena.
- Holyoak, D., Lockhart, N. 2009. Australasian bryophytes introduced to South Kerry with tree ferns. *Field Bryology* 98: 3-7.
- Ireland, R.R., Brassard, G.R., Schofield, W.B., Vitt, D.H. 1987. Checklist of the mosses of Canada II. *Lindbergia* 13: 1-62.
- Smith, A.J.E. 1978. *The Moss Flora of Britain and Ireland*. Cambridge.
- Taylor, D.A. 2002. Dust in the Wind. *Environmental Health Perspectives* 110(2): 80-87.
- Vitt, D.H. 1994. *Orthotrichaceae* in A.J.Sharp et al., *The Moss Flora of Mexico*. New York.