Zeitschrift: Botanica Helvetica
Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band: 108 (1998)
Heft: 2

Artikel: Die Verbreitung von Moosen in der Schweiz und in Lichtenstein. I, Ein erster Einblick

Autor: Bisang, Irene / Geissler, Patricia / Müller, Niklaus

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73024

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bot Helv 108 (1998): 197–216
0253-1453/98/020197-20 $ 1.50+0.20/0
© Birkhäuser Verlag, Basel, 1998

Botanica Helvetica

Die Verbreitung von Moosen in der Schweiz und in Liechtenstein

I. Ein erster Einblick

Irene Bisang[1], Patricia Geissler[2], Niklaus Müller[3], Norbert Schnyder[3], Cécile Schubiger-Bossard[4] und Edwin Urmi[3]

Kartierkommission ‚Naturräumliches Inventar der Schweizer Moosflora' (NISM), c/o E. Urmi, mit Beiträgen weiterer Mitarbeiter
[1] Swedish Museum of Natural History, Department of Cryptogamic Botany, Box 50007, S–10405 Stockholm
[2] Conservatoire botanique de la Ville de Genève, Case postale 60, CH–1292 Chambésy
[3] Institut für Systematische Botanik der Universität, Zollikerstraße 107, CH–8008 Zürich
[4] Ankengasse 3a, CH–8623 Wetzikon

Manuskript angenommen am 17. Februar 1998

Abstract

Bisang I., Geissler P., Müller N., Schnyder N., Schubiger-Bossard C. & Urmi E. 1997. Distribution of bryophytes in Switzerland and Liechtenstein. I. A first insight. Bot. Helv. 108: 197–216.

The present paper is the first of a series on the distribution of Swiss bryophytes. Mosaic maps, based on a system of physiographic units, of one hornwort, three liverworts and seven mosses are presented. The distribution maps of all taxa are accompanied by summarized information on some evident characters of the plant, on the total, the European and the Swiss (including Liechtenstein) distribution (horizontal and vertical), and on the threat status in Switzerland. The included examples represent species differing with respect to their systematic position, habitat requirements and tolerances, and frequency in the country, as well as to the extent to which they have been studied in the present project. One of the two indigenous hornworts, confined to agricultural fields (*Phaeoceros laevis subsp. carolinianus*), a bog species (*Kurzia pauciflora*), a species of high altitude endemic to Europe (*Riccia breidleri*), a widespread and frequent taxon commonly occurring also in man-made habitats (*Bryum argenteum subsp. argenteum*), a rapidly invading neophyte (*Campylopus introflexus*), a species whose occurrence is limited to the proximity of water (*Cinclidotus mucronatus*), a taxon expanding due to increasing availability of its habitats (*Dicranella heteromalla*), two rare species (*Epipterygium tozeri, Grimmia atrata*) and finally, two rather widespread taxa somewhat undercollected (*Diplophyllum albicans, Tetraphis pellucida*) are selected. The causes and processes generating certain distribution patterns are evaluated and the potential and limitations of the interpretation and of further application of the presented maps discussed.

Key words: Bryophytes, Switzerland, distribution maps, mapping project, biogeography.

1. Einleitung

Eine auffällige und früh erkannte Eigenschaft der Lebewesen ist ihre ungleichmäßige, doch nicht rein zufällige Verteilung auf der Erde. Das Erfassen und Darstellen räumlicher und zeitlicher Muster und die Erforschung der ihnen zu Grunde liegenden Ursachen und Prozesse sind Themen der Biogeographie (z.B. Cox & Moore 1993). Auffällige und stattliche Organismen haben früh das Interesse der Biogeographen angezogen, und ihre Verbreitung in der gemäßigten Zone der Nordhemisphäre ist weitgehend bekannt. Beispiele aus der Schweiz sind die detaillierten Verbreitungsatlanten der Blüten- und Farnpflanzen (Welten & Sutter 1982), der Brutvögel (Schifferli et al.1980) und der Säugetiere (Hausser 1995). Unscheinbare Lebewesen wurden und werden weniger intensiv studiert, nicht zuletzt deshalb, weil ihre Bearbeitung oft mit Mehraufwand verbunden ist. Viele Moosarten beispielsweise können nicht im Gelände erkannt, sondern müssen mit Hilfe eines Mikroskopes bestimmt werden. Die Beurteilung der globalen wie regionalen Biodiversität erfordert jedoch möglichst umfassende Kenntnis aller Organismengruppen. Zuverlässige Verbreitungsdaten für verschiedenste Organismengruppen sind außerdem nötig, um allgemeine Hypothesen über Ausdehnung, Form, Lage und Dynamik von Artarealen zu erarbeiten und zu prüfen (Hengeveld 1990). Schließlich sind sie eine wichtige Grundlage für den Naturschutz, um die Seltenheit oder Gefährdung einzelner Arten wie auch Veränderungen ihrer Häufigkeit festzustellen (z.B. Ratcliffe 1991).

Bryophyten unterscheiden sich von Blütenpflanzen außer durch geringere Größe vor allem im Wasserhaushalt. Sie können Wasser über die ganze Oberfläche aufnehmen, es aber auch wieder leicht verlieren (Proctor 1982). Viele sind daher auf luftfeuchte Kleinstandorte angewiesen, andere an zeitweilige Austrocknung angepaßt. Wegen ihrer geringen Größe und ihrer relativ schnellen Reaktion eignen sich Moose als Bioindikatoren zum Anzeigen kleinräumiger und feiner Standortsunterschiede, nicht nur betreffend Wasser, oder als Biomonitoren zum Erkennen auch kleinmaßstäblicher Umweltveränderungen (Stetzka 1994). Für die Überwachung der Deposition von Luftschadstoffen können Moose dank ihrer Eigenschaft, Schwermetalle in der Zellwand zu binden und anzureichern, verwendet werden (Schmid-Grob et al.1993, Thöni et al.1993, Rühling 1994).

Eines der ersten umfassenden Werke zur ‚Geographie der Moose' ist jenes von Herzog (1926), das auch verschiedene Verbreitungskarten enthält. Verbreitungsangaben für die Moose Europas wurden von Düll (1983, 1984, 1985, 1992) zusammengefaßt. In zahlreichen europäischen Ländern werden gegenwärtig Moose kartographisch erfaßt. Für Großbritannien (Hill et al.1991, 1992, 1994) und die Niederlande (Touw & Rubers 1989, Gradstein & van Melick 1996) liegen bereits umfassende und abgeschlossene Atlanten vor, in denen die Verbreitung jeder im betreffenden Land bekannten Moosart auf einer Rasterkarte dargestellt wird, ebenso für die Lebermoose von Belgien und Luxemburg (Schumacker 1985). In der Schweiz wurde 1984 mit dem ‚Naturräumlichen Inventar der Schweizer Moosflora' (NISM) unter der Trägerschaft der ‚Schweizerischen Vereinigung für Bryologie und Lichenologie' (SVBL) begonnen. Die langfristigen Ziele dieses Projektes sind die Erfassung und kartographische Darstellung der Verbreitung der rund 1000 einheimischen Moosarten.

Mit der vorliegenden Arbeit beabsichtigen wir, einen Einblick in das Kartierprojekt zu geben. Einige Fallbeispiele sollen Verbreitungsmuster von ausgewählten Moosarten vorstellen, die durch die ökologischen Ansprüche der einzelnen Sippen, ihre Standortstoleranz und Bindung an gewisse Klimata oder durch historische Faktoren bedingt sind.

2. Grundlagen und Methoden

Die Verbreitungsangaben, die den vorliegenden Karten zugrunde liegen, wurden im Wesentlichen im Rahmen der Kartierung der Schweizer Moosflora (NISM), mehrheitlich von ehrenamtlichen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen, zusammengetragen. Sie beruhen auf Geländearbeit neueren Datums, weitgehend im Rahmen des eigens dafür konzipierten Programms standardisierter Erhebungen. Mittels einer festgelegten Zahl von ‚Standard-Aufnahmen' (= gründliche floristische Analyse einer Fläche von 100 m^2) in jeder Bearbeitungseinheit von 100 km^2 wird eine gleichmäßige Bearbeitung des Untersuchungsgebietes angestrebt. Die Lage der Aufnahmen ist zum Teil durch Zufallskoordinaten, zum Teil durch die betreffenden Bearbeiter unter Berücksichtigung vorgegebener Standortsklassen festgelegt (ausführliche Beschreibung der Methode in Urmi et al.1990). Eine zweite Quelle ist die Auswertung von älteren Herbarbelegen. Dabei wurden neben privaten Sammlungen die Herbarien der Schweizer Hochschulen, kantonaler Naturmuseen und ausländischer Institutionen berücksichtigt.

Zusätzlich liegen für einige hier vorgestellte Arten neuere, von der Kartierung unabhängige Untersuchungen vor (Kategorie II in Tab. 1). Die übrigen werden zur Kategorie I gerechnet (Urmi 1992). Die Kenntnis des Bearbeitungsstandes eines bestimmten Taxons ist nötig für die Interpretation des Kartenbildes. Die neueren Aufsammlungen sind entweder in den privaten Herbarien der Sammler oder in Z oder G aufbewahrt (Abkürzungen nach Holmgren et al.1990). Alle Daten werden in einer Datenbank (ORACLE®) am Rechenzentrum der Universität Zürich elektronisch gespeichert. Diese enthält gegenwärtig über 60,000 Einträge.

Tab. 1. Bearbeitungsstand der vorgestellten Taxa. I, Taxa bei denen das Herbarmaterial weitgehend bearbeitet ist; II, Taxa bei denen das Herbarmaterial weitgehend bearbeitet ist und für die außerdem spezielle neuere Untersuchungen vorliegen.

I	II
Horn- und Lebermoose	
Diplophyllum albicans	*Phaeoceros laevis subsp. carolinianus*
Kurzia pauciflora	*Riccia breidleri*
Laubmoose	
Campylopus introflexus	*Bryum argenteum subsp. argenteum*
Dicranella heteromalla	*Cinclidous mucronatus*
Epipterygium tozeri	
Grimmia atrata	
Tetraphis pellucida	

Bei den vorliegenden Verbreitungskarten handelt es sich um Mosaikkarten. Das zugrundegelegte Netz der Naturräume wurde im Rahmen des NISM erarbeitet und digital umgesetzt, um Verbreitungsdaten von Moosen kartographisch darzustellen (Urmi & Schnyder 1996). Es umfaßt für die Schweiz 413 und für Liechtenstein zwei Flächeneinheiten, die von vergleichbarer Größe und bezüglich Landschaftsgeschichte und Klima möglichst homogen sind

(mittlere Fläche: 100 km^2 in der Schweiz und rund 80 km^2 in Liechtenstein). Die Grenzen der naturräumlichen Flächeneinheiten sind in der Karte von *Epipterygium tozeri* (Abb. 10) mitabgedruckt. Ein vergleichbares Netz naturräumlicher Einheiten liegt den Verbreitungskarten für die Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz zu Grunde (Welten & Sutter 1982).

Die Karten werden im geographischen Informationssystem (ARC/INFO®) erstellt und mit dem Zeichnungsprogramm (ADOBE ILLUSTRATOR®) nachbearbeitet. Jedes Symbol stellt das Vorkommen einer Sippe in einem bestimmten Naturraum dar, unabhängig von ihrer Häufigkeit und Verteilung in diesem. Die Funde sind zeitlich (vor und seit 1960) und jene ab 1960 auch nach Höhenstufen differenziert dargestellt. Die Bedeutung der Symbole ist in Abb. 1 erklärt. Ist in den Erläuterungen zu den Karten nichts anderes vermerkt, entspricht der angegebene Gefährdungsstatus demjenigen in der Roten Liste der Moose der Schweiz (Urmi et al. 1992).

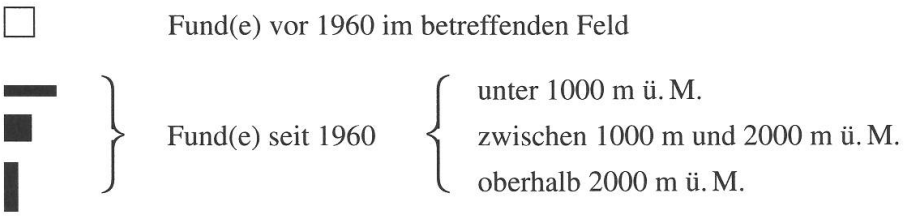
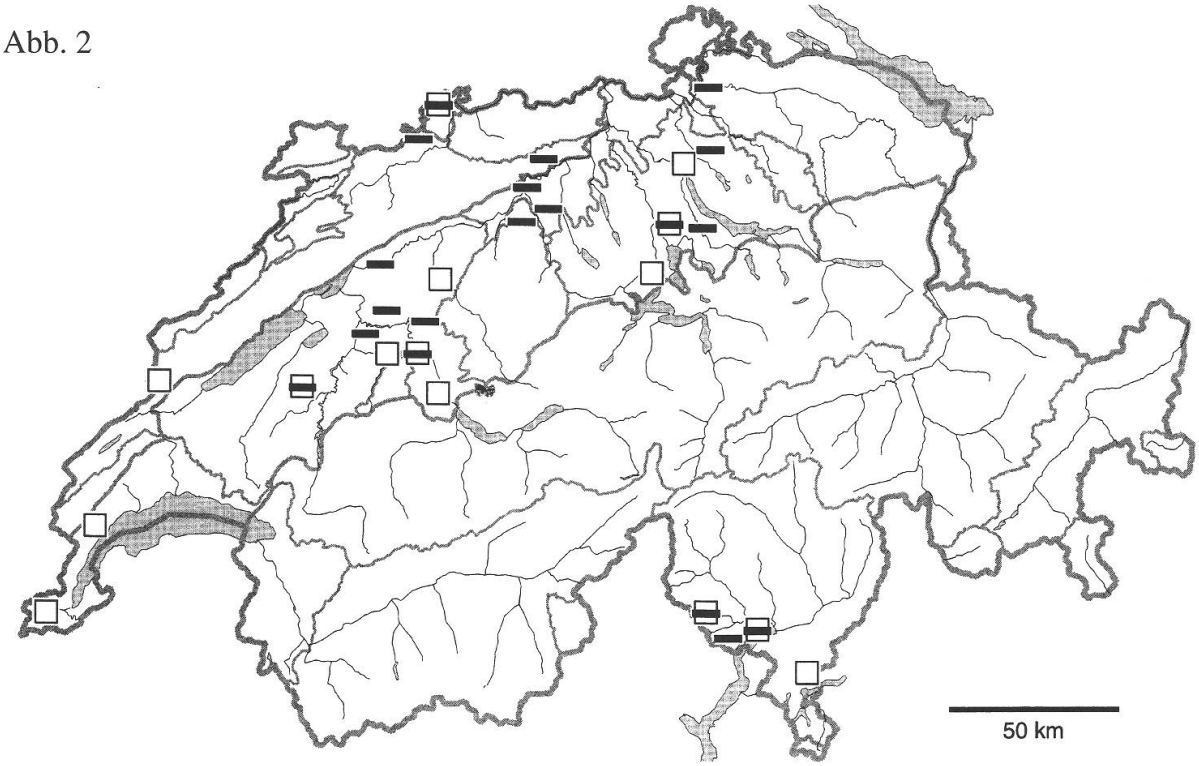


Abb. 1. Bedeutung der in den Verbreitungskarten verwendeten Signaturen. Diese sind beliebig kombinierbar.

3. Verbreitungskarten

Phaeoceros laevis subsp. ***carolinianus*** (Michx.) Prosk. [Ordn. Anthocerotales]

Abb. 2



Eine der beiden einheimischen Sippen der systematisch isoliert stehenden Klasse der Hornmoose; weltweit rund 400 meist (sub)tropisch verbreitete Arten, davon acht aus drei Gattungen in Europa. Rosettenförmige, dem Substrat anliegende Gametophyten von einem bis wenigen cm Durchmesser, mit Blaualgen-Kolonien in Thallushöhlen (*Nostoc*), stoma-ähnlichen Öffnungen auf der Thallus-Unterseite und einem Chloroplasten pro Zelle. Einhäusig im Gegensatz zur subsp. *laevis*; Sporophyt hornförmig mit Basismeristem und unbeschränktem Wachstum, öffnet sich entlang von zwei Längslinien; Sporen gelb, reifen im Spätsommer/Herbst und überdauern den Winter (Pflanzen in Mitteleuropa einjährig) oder mehrere Jahre im Boden.

Ökologische Ansprüche: In Mitteleuropa vorwiegend in Äckern (meist Getreide) und seltener an anderen offenerdigen Standorten wie Weg- oder Grabenrändern; auf frischen bis feuchten, lehmig-sandigen, neutralen bis schwach sauren Böden; häufig mit *Anthoceros punctatus* var. *cavernosus* (Nees) Gott. & al.

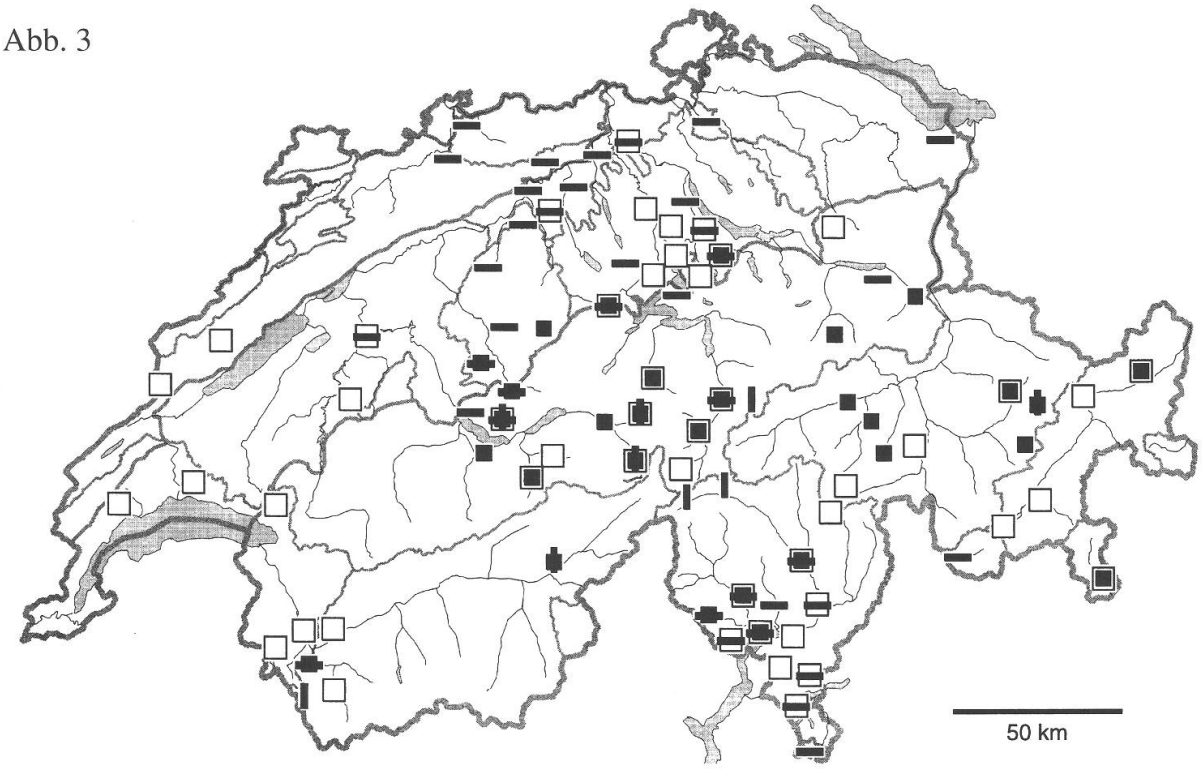
Verbreitung: Subkosmopolitisch; in Europa bis ca. 60° N, außerdem auf Island in der Umgebung heißer Quellen, und bis zum Mediterrangebiet, in Gegenden mit mediterran-atlantischem Klima seltener als subsp. *laevis*. In der Schweiz im Mittelland und in tieferen Lagen im Tessin (Ackerbaugebiete); 70% der Fundorte zwischen 400 und 800 m ü. M. (200 bis 930 m, einmal 1080 m), fehlt in den Alpen.

Gefährdung: *Phaeoceros laevis* subsp. *carolinianus* ist empfindlicher gegenüber modernen Ackerbaumethoden (Pflügen unmittelbar nach der Ernte, intensive mechanische Bewirtschaftung) als das zweite einheimische Hornmoos *Anthoceros punctatus*; heute in der Schweiz und Mitteleuropa viel seltener als letzteres, in der Roten Liste als ‚vom Erlöschen bedroht' (E) eingestuft. Früher wahrscheinlich wegen allgemeiner Häufigkeit wenig gesammelt, wegen gezielter rezenter Nachsuche ist der auf Grund von Literaturangaben vermutetete Rückgang auf der Karte kaum ersichtlich.

Literatur: Bisang (1992, 1995).
Text: Irene Bisang

Diplophyllum albicans (L.) Dum. [Ordn. Jungermanniales]

Abb. 3



Beblättertes Lebermoos mit niederliegenden, bis 3 cm langen Stämmchen in kleinen bis ausgedehnten, meist angedrückten Rasen. Seitenblätter gekielt, in zwei ungleich große Lappen geteilt, Unterlappen größer und fast rechtwinklig abstehend, Oberlappen spitzwinklig zum Stämmchen. Im Gelände mit der Lupe an den hellen rippenartigen Längsstreifen in den Blättern leicht zu erkennen. Pflanzen zweihäusig; Kapseln nicht selten, hellgrüne Brutkörper an der Spitze der Blattlappen häufig.

Ökologische Ansprüche: Wächst in Wäldern oder an anderen schattigen Orten, auf sauren Substraten wie fester Erde an Abhängen oder Wegrändern oder kalkarmem oder -freiem Gestein.

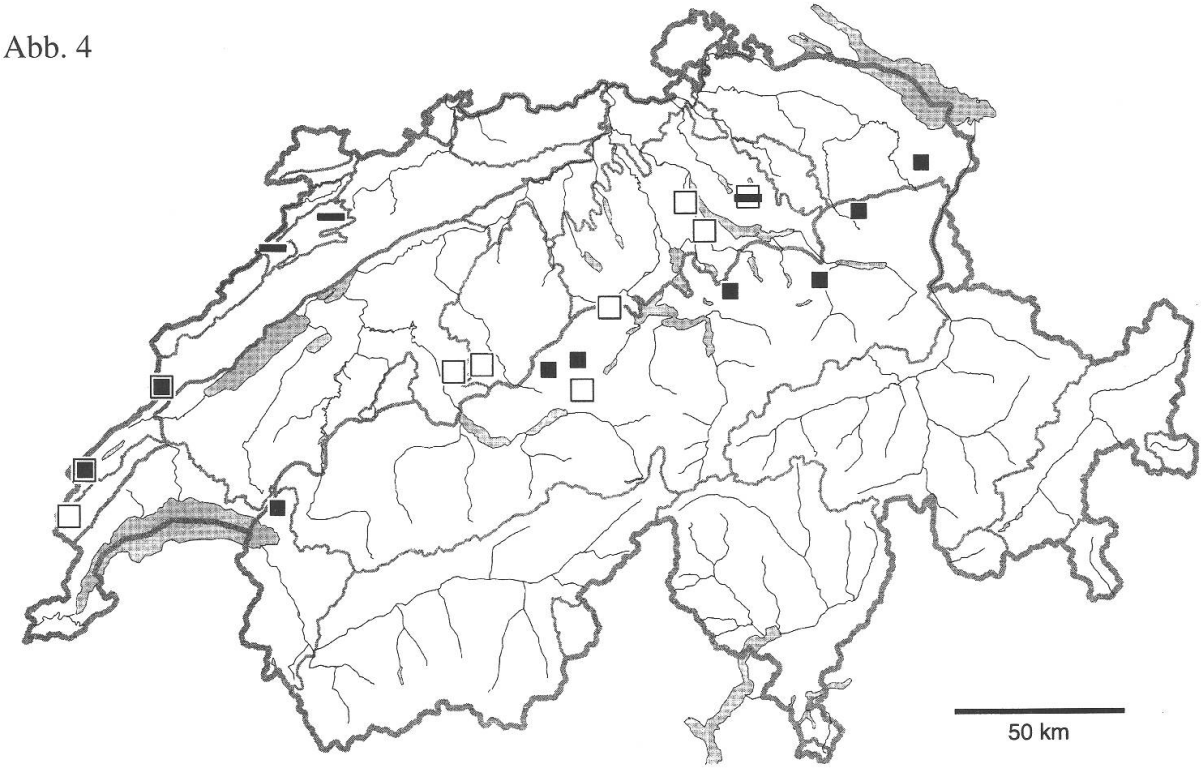
Verbreitung: Zirkumboreal-subozeanisch, Eurasien einschließlich Türkei, Japan, Korea, Taiwan, Nordamerika, Hawaii, Grönland; in Europa nordwärts bis Skandinavien, Färöer, Island, Spitzbergen, im Süden bis zur Iberischen Halbinsel sowie Makaronesien, im westlichen Mitteleuropa häufig (vgl. Verbreitungskarte in Müller 1951–1958). In der Schweiz, mit Ausnahme des Juras, ziemlich verbreitet. Die Verbreitungslücken in der Westschweiz und im Wallis sind wahrscheinlich auf ungenügende Beobachtungen zurückzuführen, vertikale Verbreitung von 200 m im Tessin bis 2750 m ü. M. im Wallis.

Gefährdung: Wegen des häufigen und verbreiteten Vorkommens zur Zeit wohl nicht gefährdet; bei gezielter Nachsuche dürften ein Großteil der unbestätigten früheren Funde (offene Quadrate) und weitere Vorkommen lokalisiert werden.

Weitere Literatur: Smith (1990).
Text: Bruno Bagutti

Kurzia pauciflora (Dicks.) Grolle [Ordn. Jungermanniales]

Abb. 4



Drei europäische Arten der Gattung *Lepidozia* wurden auf Grund charakteristischer Merkmale und ihrer geringen Größe in eine eigene Untergattung gestellt (*Microlepidozia*); dieser wird später Gattungsrang zuerkannt, für den jedoch bereits der ältere Name *Kurzia* existierte. Winzige, fadenförmige Pflänzchen, deren Artzugehörigkeit nur mit Gametangien eindeutig zu bestimmen ist. Geschlechtsverteilung zweihäusig; Kapseln in der Schweiz selten.

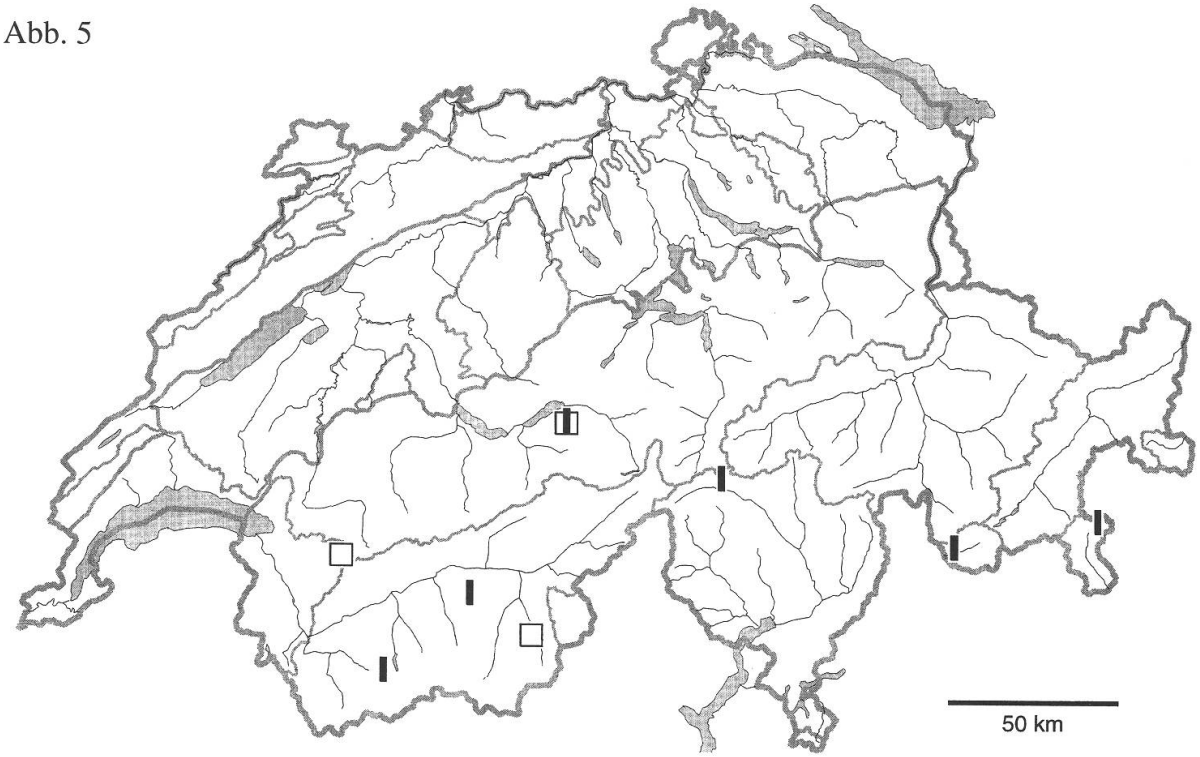
Ökologische Ansprüche: Typische Hochmoorpflanze, wächst einzeln zwischen Torfmoosen oder in reinen, bräunlichen Rasen auf Torf; häufig zusammen mit *Mylia anomala* (Hook.) S. Gray.

Verbreitung: Das Gesamtareal umfasst die östlichen Staaten der USA, Alaska, Eurasien und Makaronesien; in Europa atlantisch-subatlantisch, von den Azoren bis ins südliche Norwegen, Schweden und Finnland. Vorkommen in der Schweiz auf Jura, nördlichen Alpenrand und vereinzelte Stellen im Mittelland beschränkt; in den Alpen oberhalb 2000 m ü. M. nicht nachgewiesen.

Gefährdung: Meylan (1924) erwähnt sehr zahlreiche Fundstellen («très nombreuses»), doch gehört *Kurzia pauciflora* heute zu den Seltenheiten der Schweizer Lebermoosflora. Lebensraum stark reduziert wegen Zerstörung oder Beeinträchtigung vieler Hochmoore durch teilweise Abtorfung, Veränderung des Wasserhaushaltes und Nährstoffeintrag; in der Roten Liste der Moose der Schweiz deshalb in der Kategorie ‚gefährdet' (V) aufgeführt.
Text: Hans Hürlimann

Riccia breidleri Steph. [Ordn. Marchantiales]

Abb. 5



Thallöses Lebermoos. Thallus meist gabelig verzweigt, nur wenige mm lang, im Querschnitt wenig breiter als hoch, ohne wulstige Ränder. Einhäusig, Sporophyt im Innern des Thallus, Sporen 80–90 µm groß, im September reif. Ähnlich *R. subbifurca* Croz., deren Thalli aber etwas grösser und mehrfach gegabelt sind und die in xero-thermophiler Vegetation gedeiht.

Ökologische Ansprüche: Auf feuchten, eher basenreichen Sandböden alpiner Schmelzwassertümpel, die im Spätsommer oft austrocknen; Populationsgrößen schwanken von Jahr zu Jahr beträchtlich; Überwinterung als Sporen oder neue Triebbildung aus fast abgestorbenen Thallusspitzen. Kaum Begleitpflanzen, weder andere Moose noch höhere Pflanzen.

Verbreitung: Eines der ganz wenigen Moose, das bislang nur in den Alpen gefunden wurde, gilt also als europäischer Endemit; heute bekanntes Areal umfaßt gut ein Dutzend Fundorte zwischen 2000 und 2600 m ü. M. von den Westalpen (Haute-Maurienne) bis zum locus classicus (Schladminger Tauern). Als einzige *Riccia*-Art bis in die obere alpine Stufe steigend; nur *R. ciliifera* Lindenb., *R. crozalsii* Lev. und *R. sorocarpa* Bisch. wurden in neuerer Zeit auch in der unteren alpinen Stufe gesammelt.

Gefährdung: Eine der gut lokalisierbaren alten Fundstellen mit großer Wahrscheinlichkeit durch Skipistenplanierung zerstört, eine andere vielleicht durch Kraftwerkbau, die übrigen unseres Wissens zur Zeit nicht gefährdet. Wohl noch weitere potentielle Standorte in den Alpen vorhanden; falls zur richtigen Zeit gesucht, sind vermutlich neue oder bisher übersehene Vorkommen zu entdecken.

Literatur: Geissler (1984).
Text: Patricia Geissler

Bryum argenteum Hedw. subsp. ***argenteum*** [Ordn. Bryales]

Abb. 6

Polsterbildendes, silberglänzendes akrokarpes Laubmoos mit feinen, kätzchenförmig beblätterten Sprößchen. Blätter mit hyaliner Spitze. Zweihäusig, aber dennoch häufig mit birnförmigen, hängenden Kapseln. Die subsp. *veronense* (De Not.) Amann von der typischen Unterart durch Fehlen der hyalinen Blattspitze und Vorkommen in sandigen Flußalluvionen und Gletschervorfeldern unterschieden, deren taxonomischer Status aber unsicher (vgl. Nyholm 1993).

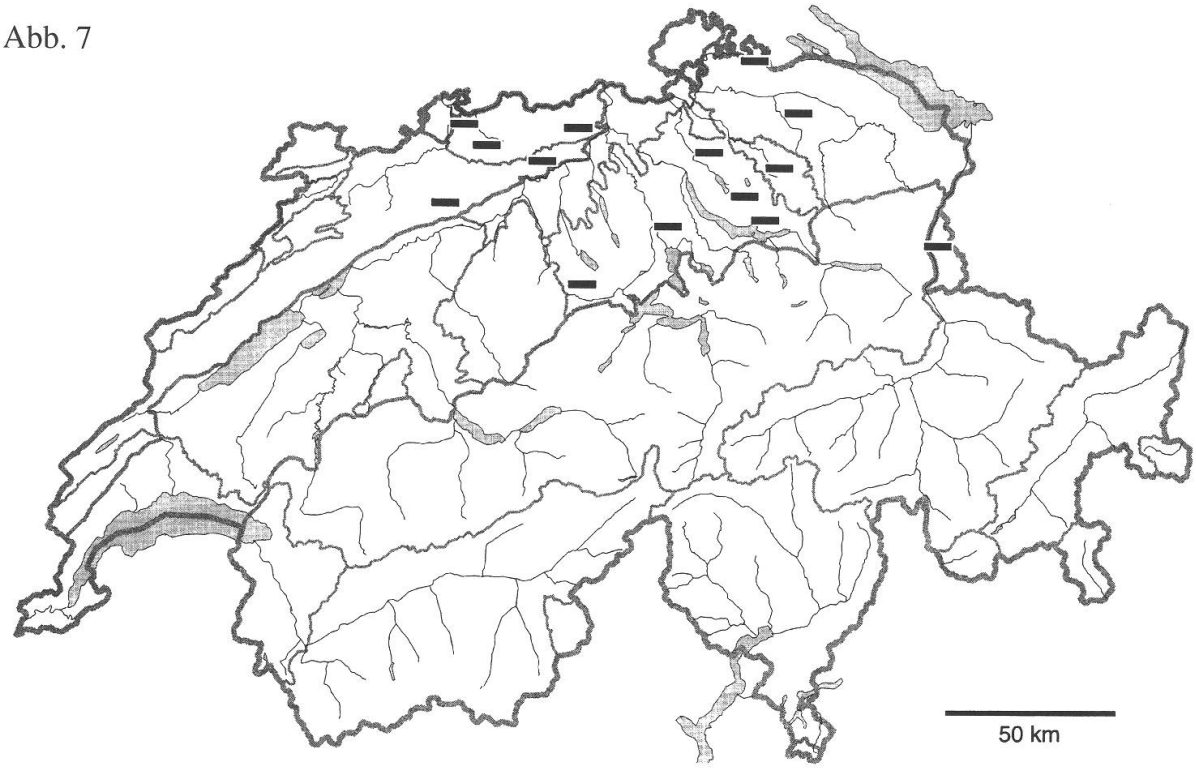
Ökologische Ansprüche: Kommt bis ins Zentrum großer Städte an nährstoffreichen Ruderalstellen wie Pflastersteinritzen, Straßen- und Trottoirrändern oder Mauern vor, auf kiesigen Feldwegen und Ackerböden; natürliche Standorte sind z. B. Vogelsitzwarten auf Felsköpfen. Erträgt hohe Konzentrationen an Stickstoff und Schwermetallen. Häufiger auf alkalischem als saurem Substrat. Wegen seines Vorkommens auch in Siedlungen und landwirtschaftlichen Gebieten und seiner Häufigkeit (siehe unten) geeignet als Biomonitor für anthropogen stark erhöhte Schwermetallemissionen (z. B. Cd, Pb, Zn) (Thöni et al. 1993).

Verbreitung: Weltweit häufig in menschlich beeinflußten Habitaten; von Meereshöhe bis in die höheren Gebirge (höchster Fundort in der Schweiz über 3000 m ü. M.). Lücken in der Verbreitungskarte können durch gezielte Nachsuche weitgehend geschlossen werden, außer in Gletscher- und Firngebieten.

Gefährdung: Wegen seiner Häufigkeit und Fähigkeit zur Besiedlung auch anthropogener und gestörter Standorte nicht gefährdet.
Text: Norbert Schnyder

Campylopus introflexus (Hedw.) Brid. [Ordn. Dicranales]

Abb. 7



Akrokarpes Laubmoos in graugrün-olivenfarbenen Polsterrasen, Blätter meist mit rechtwinklig abstehendem Glashaar und breiter Blattrippe. Geschlechtsverteilung zweihäusig; Sporophyten in Mitteleuropa selten, hier vegetative Vermehrung vorherrschend. In Europa zunächst nicht als eigenständige Art erkannt und zu dem in Europa heimischen, mediterran-atlantischen *C. polytrichoides* De Not. gestellt; Giacomini (1955) zeigte, daß es sich um zwei morphologisch und geographisch verschiedene Sippen handelt; daraufhin konnte Richards (1963) Vorkommen von *C. introflexus* in England und Irland bis 1941 zurückverfolgen.

Ökologische Ansprüche: Wächst meist in oder am Rande von Kiefern- oder Laubmischwäldern, in Moor- und Heidegebieten, an flachen oder geneigten, kalkarmen, lichtreichen, trockenen Standorten, auf sandigen, sandig-lehmigen bis tonigen Böden, jedoch auch auf Torf, Streu oder morschem Holz; vielfach auch an Sekundärstandorten wie Wegböschungen, Erdanrissen, Flachdächern und Lagerplätzen; oft vergesellschaftet mit *Polytrichum formosum* Hedw. und *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb.

Verbreitung: Ursprünglich neotropisch-australisch, Vorkommen in Süd- und Mittelamerika, auf den Falklandinseln, den Kerguelen, Australien, Neuseeland und Tasmanien; in Nordamerika (Kalifornien) wahrscheinlich eingeführt; in Europa Neophyt aus jüngster Zeit, erstmals 1941 in Großbritannien (Sussex) beobachtet, sich von da auf dem Nordwest-Teil des europäischen Kontinents rasant ausbreitend; auf dem Festland 1954 in Frankreich gefunden, 1963 in Holland, 1966 in Belgien, 1967 in Deutschland (bis 1970 11 Funde, bis 1989 in allen Bundesländern mehr als 100 Funde), außerdem aus Island, Südskandinavien, Polen und Nordspanien belegt. Erster Fund in der Schweiz 1980 (Kt. Solothurn, leg. H. Huber); bis 1996 14 weitere Funde, die eine Ausbreitungstendenz der Sippe vor allem in südlicher und östlicher Richtung belegen, Funde zwischen 370 und 940 m ü. M.

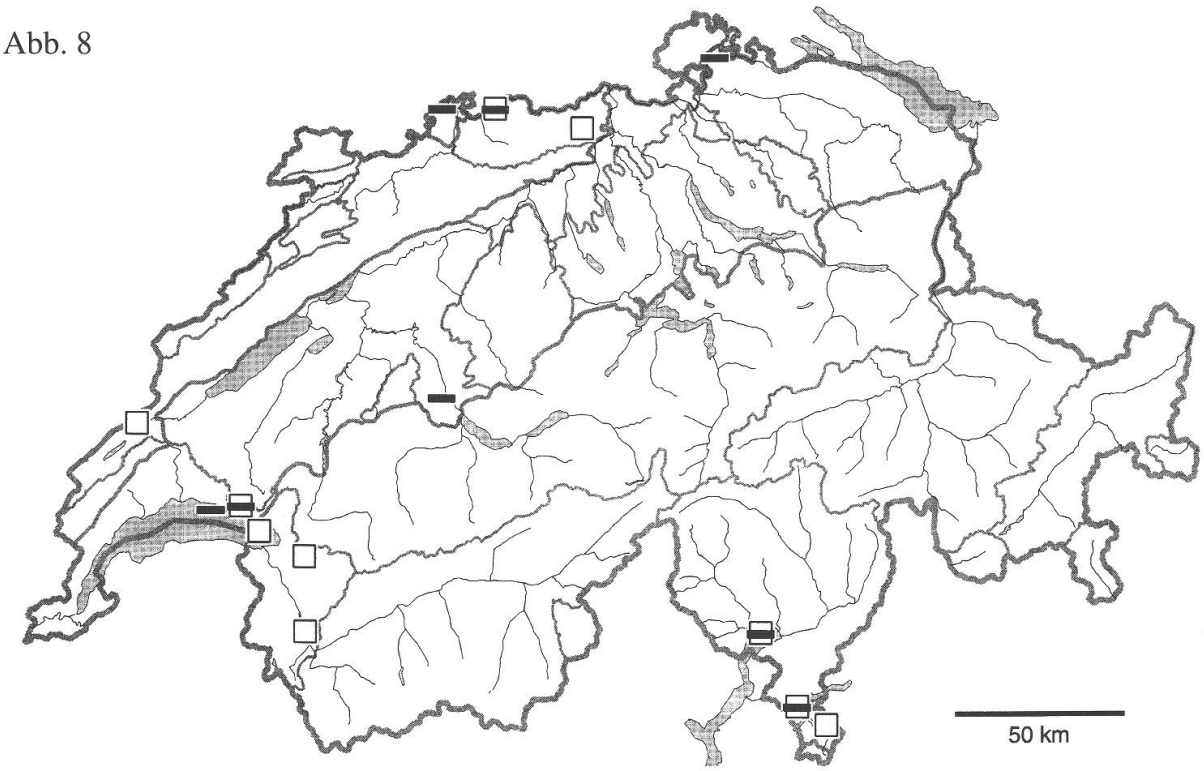
Gefährdung: Als Neophyt von fraglicher Schutzwürdigkeit (siehe Diskussion).

Weitere Literatur: Frahm (1972, 1974), Philippi (1977), Düll & Meinunger (1989).

Text: Josef Bertram

Cinclidotus mucronatus (Brid.) Mach. [Ordn. Pottiales]

Abb. 8



Kräftiges, niederliegendes, verzweigtes Laubmoos in dunkelgrünen Rasen. Blätter zungenförmig, trocken gedreht, mit zwei- bis vierschichtigem Blattrand, von den übrigen Vertretern der Gattung durch stark papillöse Blattzellen unterschieden; oft als eigene Gattung *Dialytrichia* aufgefaßt und nur diese den Pottiaceae zugerechnet, während *Cinclidotus* als separate Familie Cinclidotaceae abgetrennt wird (vgl. Zander 1993). Pflanzen zweihäusig; Kapseln selten.

Ökologische Ansprüche: An episodisch überschwemmten oder (im Gegensatz zu andern *Cinclidotus*-Arten) auch an nicht überschwemmten Standorten, oft bei normalem Wasserstand den Wasserspiegel überragend; an feuchten Felsen, Mauern, Baumwurzeln und Stammbasen an Ufern von Seen, Bächen und Flüssen, wärmeliebend.

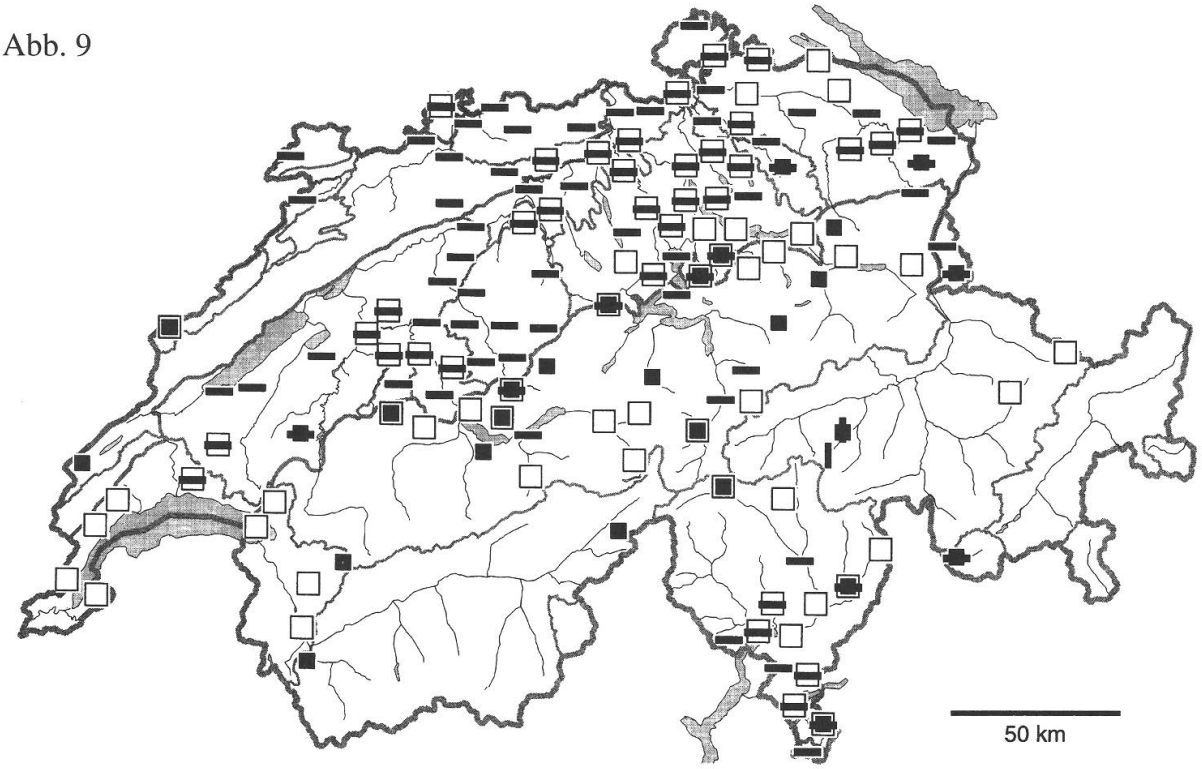
Verbreitung: Mediterran-atlantisch; Gesamtareal umfaßt südwestliches Asien, Nordafrika einschließlich Makaronesien und West-, Zentral- und Südeuropa; in Europa nordwärts bis Holland und Großbritannien, aus Skandinavien nicht bekannt. Fundorte in der Schweiz meist in der Nähe von Gewässern in warmen Tieflagen, von 200 bis 825 m ü.M. Detaillierte Fundortsliste in Amann & Meylan (1918). Vergleich mit der Verbreitungskarte in Amann (1928) in der Diskussion.

Gefährdung: Wegen der recht spezifischen Habitatsansprüche gefährdet durch Zerstörung und Beeinträchtigung der Standorte, z.B. Abholzen von Ufergehölzen, oder Fluß- und Seeufer-Verbauungen; in der Roten Liste als ‚gefährdet' (V) eingestuft.

Weitere Literatur: Allorge (1955).
Text: Hans Huber

Dicranella heteromalla (Hedw.) Schimp. [Ordn. Dicranales]

Abb. 9



Akrokarpes Laubmoos in lebhaft grünen bis gelbgrünen, dichten Kurzrasen. Blättchen lang pfriemenförmig, am Stämmchen aufrecht abstehend oder sichelförmig einseitswendig. Pflanzen zweihäusig, häufig mit typisch geformten Kapseln, diese geneigt und trocken schwach längsfurchig. Seta gelb, im Alter bräunlich, Sporen reifen im Winter und Frühling.

Ökologische Ansprüche: Vor allem in Wäldern und dort an sandigen oder lehmigen, offenerdigen Stellen, seltener an kalkarmem Gestein und gelegentlich auf morschem Holz; bevorzugt saure, oberflächlich entkalkte Substrate, kommt deshalb in neuerer Zeit vermehrt im Stammabflußbereich an der versauerten Basis von Bäumen vor (Müller 1988, unpubl. Diplomarbeit, Univ. Zürich).

Verbreitung: Weit verbreitet in der nördlichen Hemisphäre von subarktischen bis zu subtropischen Regionen, südwärts bis Nordafrika und Makaronesien, hauptsächlich in den Zonen der Nadelwälder (zirkumboreal) und der sommergrünen Laubwälder; in den Tropen bekannt aus Zentralafrika und dem nördlichen Südamerika. In der ganzen Schweiz verbreitet und häufig, vom Tiefland bis ca. 2000 m ü. M., fehlt weitgehend in den inneralpinen Tälern.

Gefährdung: Häufig und nicht gefährdet wegen seiner relativ breiten ökologischen Amplitude und der Fähigkeit, auch an gestörten Stellen zu wachsen; es kann angenommen werden, das *Dicranella heteromalla* in Gebieten mit kalkreichem Untergrund infolge saurer Immissionen häufiger geworden ist.

Weitere Literatur: Stetzka (1994).
Text: Niklaus Müller

Epipterygium tozeri (Grev.) Lindb. [Ordn. Bryales]

Abb. 10

Einziger europäischer Vertreter der mit ca. 10 Arten vorwiegend in den Tropen verbreiteten Gattung. Unscheinbare, grüne Rasen, aber unter den einheimischen Laubmoosen einzigartig durch das vermischte Auftreten von großen und kleinen Blättern an den Stämmchen. Geschlechtsverteilung zweihäusig; Sporenkapseln im Frühling reif; auch vegetative Fortpflanzung mittels Brutkörpern bekannt.

Ökologische Ansprüche: Hauptsächlich als Pionier auf nackter saurer und lehmiger Erde von mittlerer Feuchtigkeit, in Hecken, Gebüschen und Wäldern, besonders in Gewässernähe, bei genügender Feuchtigkeit auch stärker exponiert. Vorkommen mit dem Angebot an Pionierstellen wechselnd, in Trockengebieten kurzlebig.

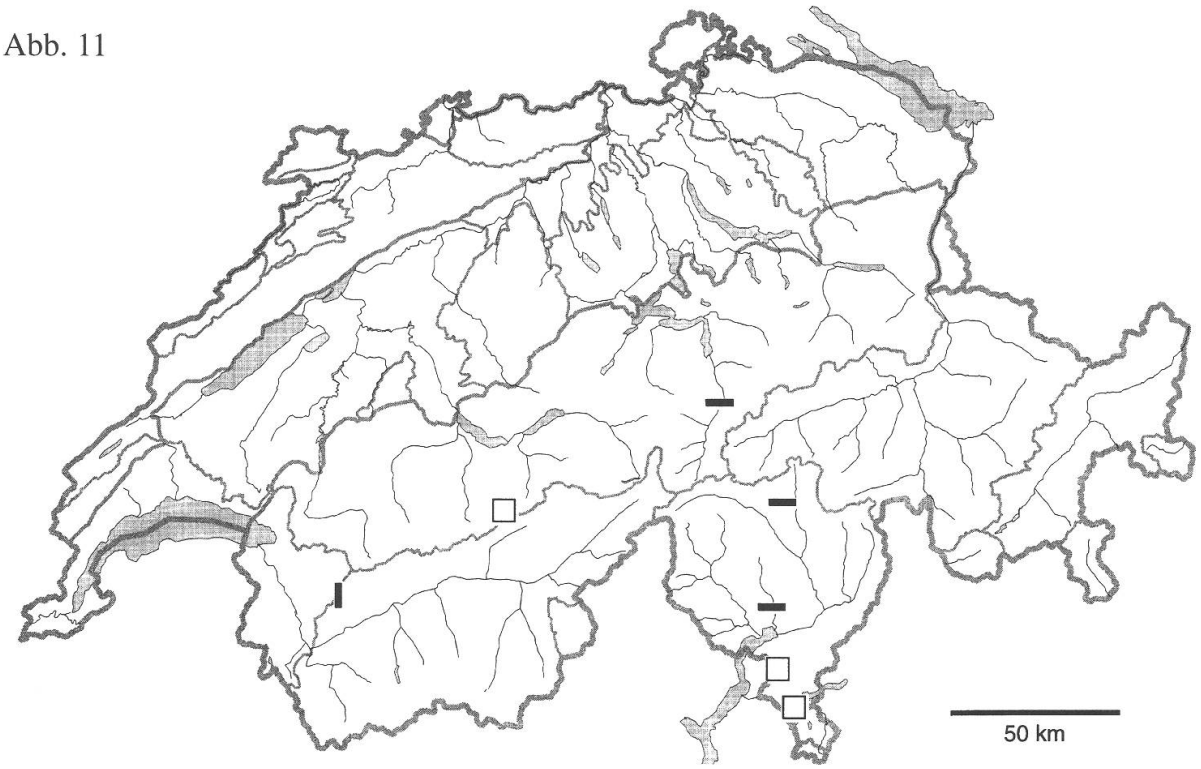
Verbreitung: Europa, Asien vom Kaukasus bis Japan, Nordafrika und westliches Nordamerika; mediterran-atlantisch, in Süd- und Westeuropa bis zu den Azoren und den Britischen Inseln (Arts & Nordhorn-Richter 1986); in Teilen dieser Gebiete häufig. Aus der Schweiz nur aus einem der wärmsten Gebiete, von einer einzigen, tiefgelegenen Stelle (ca. 350 m ü. M.) im Luganese bekannt; hier die einzige bekannte mitteleuropäische Population am Nordrand des mediterranen Teils des Verbreitungsgebietes. Weitere Populationen in den Südtälern der Schweiz sind nicht auszuschließen.

Gefährdung: Mit einer einzigen kleinen Population in der Schweiz besonders verwundbar, daher im Gebiet potentiell hochgradig gefährdet und als ‚selten' (R) in der Roten Liste für die Moose der Schweiz. Die natürliche Erosion ist nicht nur eine der Voraussetzungen für Vorkommen, sondern auch eine Gefährdung; die Population hat im Tessin wenigstens 75 Jahre überlebt, zum letzten Mal 1989 bestätigt (Urmi 1997).

Text: E. Urmi (In dieser Abbildung sind noch die naturräumlichen Flächeneinheiten eingezeichnet).

Grimmia atrata Hoppe & Hornsch. [Ordn. Grimmiales]

Abb. 11



In dichten, durch Rhizoide verwebten, dunkelgrünen oder schwarzgrünen Polstern, über Gestein rasig wachsendes Laubmoos. Wegen zweihäusiger Geschlechtsverteilung Kapseln selten. Sporenreife im Juli und August, abhängig von der Höhenlage des Wuchsortes.

Ökologische Ansprüche: Eng an schwermetallhaltige Substrate gebunden (‚Kupfermoos'); an Silikatgestein, oft auf feuchtem und verwitterndem Glimmerschiefer.

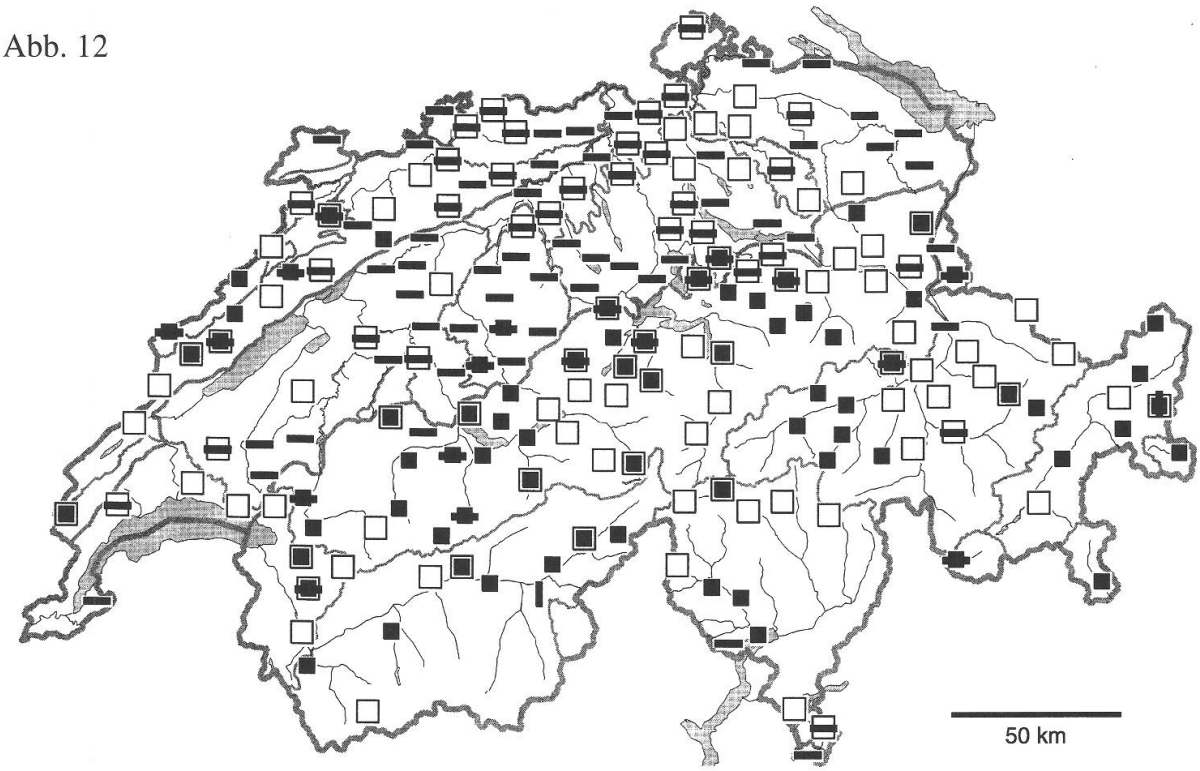
Verbreitung: Gesamtareal Asien (Indien, China, Japan), Europa und unsichere Angaben von Nordamerika (Kanada); in den europäischen Silikatgebirgen Fennoskandiens, den Alpen, Pyrenäen, Ardennen, von der schwedischen Arktis bis nach Spanien, Italien und Rumänien. In der Schweiz wenige Funde in den Alpen und im Tessin. Funde vom Tiefland bis ins Hochgebirge (Schweizer Alpen bis 2000 m ü. M.). Schwermetallhaltiges Gestein ist Voraussetzung für das Vorkommen, deshalb selten. Detaillierte geologische Karten dürften für eine gezielte Suche hilfreich sein.

Gefährdung: Hochgelegene Vorkommen in abgelegenen Gebieten des europäischen Kontinents nicht gefährdet; Gefährdung, z. B. durch Straßenbau, in tiefer gelegenen Gebieten der Schweiz muß an Ort und Stelle beurteilt werden, indem der Zustand der Populationen an den früheren Fundstellen überprüft wird.

Literatur: Maier & Geissler (1995).
Text: Eva Maier

Tetraphis pellucida Hedw. [Ordn. Tetraphidales]

Abb. 12



In Europa einzige Art der Laubmoosgattung *Tetraphis*. Wächst in grünen, ein bis drei cm hohen Rasen mit rostfarbenem Rhizoidfilz. Geschlechtsverteilung einhäusig; Sporogone häufig, Kapseln aufrecht, mit vier steif aufrechten Peristomzähnen, sterile Sprosse vielfach mit endständigen Brutbechern, die linsenförmige Brutkörper enthalten.

Ökologische Ansprüche: An feuchten, schattigen Standorten, auf saurem Substrat mit hohem Gehalt an organischem Material, meist an morschen Stämmen, faulendem Holz und Stammbasen, verschiedentlich auf Torf und gelegentlich an nassen, kalkfreien Felsen (Sandstein) oder auf Rohhumus.

Verbreitung: Temperate Zonen der Nordhemisphäre, in Europa weit verbreitet mit Ausnahme der Tieflagen des Mediterrangebietes, vom nördlichen Fennoskandien und Island bis Spanien und Bulgarien. In der Schweiz wie im übrigen Mitteleuropa weit verbreitet, Ursache für verschiedene Verbreitungslücken besonders in der Südschweiz (z.B. östliches Tessin) möglicherweise auf lokal fehlende Sammeltätigkeit zurückzuführen. Vom Tiefland bis rund 2000 m ü.M., das seltenere Auftreten oberhalb 2000 m kann klimatisch, oder aber durch Mangel an geeigneten Substraten oberhalb der Waldgrenze, bedingt sein.

Gefährdung: Zur Zeit kaum gefährdet, denn *Tetraphis pellucida* ist weit verbreitet und häufig; markanter Rückgang günstiger Standorte mit geeigneten Substraten nicht zu erwarten.
Text: Helen Hilfiker

4. Diskussion

Zwei Drittel der in Europa bekannten Moosarten kommen auch in der Schweiz vor. Unser Land beherbergt also eine reiche Moosflora, insbesondere wenn diese auf die Fläche bezogen wird. Von Schweden beispielsweise, einem Land mit einer rund zehnmal so großen Fläche, sind ungefähr gleich viele Moosarten bekannt (Söderström et al.1992). Ein wesentlicher Grund für den Artenreichtum sind die verschiedenartigen bryogeographischen Elemente, die charakteristisch sind für die Kalk- und Silikatalpen, die Steppen der inneralpinen Täler, die submediterrane Vegetation der Südalpen, oder die subatlantischen Nischen der insubrischen Region.

Für diese Veröffentlichung wurden Arten ausgewählt, die einerseits dieser Diversität Rechnung tragen und von denen andererseits genügend Daten vorliegen, die das tatsächliche Areal zum größeren Teil abdecken. Erst gezielte, gleichmäßig verteilte Erhebungen können ein besseres Bild der tatsächlichen Vorkommen im Gebiet geben. Ohne diese gäben manche Karten vor allem die Verbreitung der Sammler und ihrer bevorzugten Tätigkeitsgebiete wieder (Urmi et al.1990). Da die Arbeit am Inventar noch nicht abgeschlossen ist, und nicht alle vorliegenden Verbreitungsangaben aus standardisierten Aufnahmen stammen, ist die Aussagekraft der Karten durch den gegenwärtigen Stand der Bearbeitung noch etwas eingeschränkt.

Die nach 1960 nicht bestätigten früheren Funde der folgenden Arten können wenigstens teilweise auf das Fehlen aufwendiger Nachsuche im Gelände zurückgeführt werden: *Diplophyllum albicans* (wenig gesammelt), *Bryum argenteum* (das häufigste Moos im Gebiet), *Dicranella heteromalla* (durch saure Niederschläge gefördert) und *Tetraphis pellucida* (auf totem Holz, ihrem bevorzugten Substrat, häufig). Meist stehen die Mittel dazu nicht zur Verfügung, sogar bei gefährdeten Arten wie z.B. dem ausschließlich in Hochmooren wachsenden winzigen Lebermoos *Kurzia pauciflora*. Bedingt durch diese strenge Standortsbindung zeigt die Verbreitungskarte dieser Art eine große Übereinstimmung mit der Verbreitung der Hochmoore im Jura und auf der Alpennordseite (Abb. 4; Grünig et al.1986). Die Gefährdung der Art läßt sich jedoch nicht unmittelbar aus der Karte ablesen. Keiner der Funde vor 1960 wurde in neuerer Zeit bestätigt. Anderseits steht diesen alten Funden eine mindestens gleiche Anzahl von neuen gegenüber. Hochmoore als anerkannt gefährdeter Lebensraum werden heute im Rahmen der aktuellen Erhaltungsbemühungen intensiv erforscht und die Kenntnisse darüber und ihrer Organismenwelt sind ungleich größer als noch vor wenigen Jahrzehnten. Heute sind nur noch 15 % der ursprünglichen Hochmoorflächen vorhanden (Grünig 1994). Wir müssen annehmen, daß dadurch auch Populationen dieses Lebermooses reduziert oder beeinträchtigt wurden.

Cinclidotus mucronatus ist eine der wenigen Arten, zu denen eine frühere Verbreitungskarte für die Schweiz vorliegt (Amann 1928, Fig. 12: *Dialytrichia brebissonii* [Brid.] Limpr.). Diese alte Karte ist sehr unübersichtlich, weil darauf die Fundorte von mehreren Arten zusammenfaßt sind. Abgesehen von formalen Nachteilen zeigt sie, dem damaligen Kenntnisstand entsprechend, für *Cinclidotus mucronatus* fünf Fundstellen. Dank einer Diplomarbeit an der Universität Bern (Veltman, unpubl.) sind heute 23 Fundorte aus 14 naturräumlichen Kartierflächen der Schweiz bekannt. Ein Vergleich der entsprechenden Karten einer etwas häufigeren Art (*Hookeria lucens* [Hedw.] Sm.) macht die Fortschritte noch deutlicher: Diese ist heute aus 50 Kartierflächen bekannt, während Amann (1928) lediglich 13 Fundorte angab.

Drei der hier vorgestellten Taxa sind in der Schweiz ausgesprochen selten und kommen in weniger als zehn Kartierflächen vor (Abb. 5, 10, 11). Während *Epipterygium tozeri* in anderen Gebieten mit mediterran-atlantischem Klima innerhalb und außerhalb Europas weit verbreitet und teilweise häufig ist, sind *Grimmia atrata* und *Riccia breidleri* überall selten, an besondere Standortsbedingungen gebunden und letztere außerdem auf den Alpenraum be-

schränkt. Die einzelne Population von *Epipterygium* ist wohl potentiell gefährdet, aus Schweizer Sicht schutzbedürftig und erscheint deshalb in der Roten Liste (Urmi et al.1992). Ein Verschwinden des Tessiner Vorkommens verringerte unter Umständen die genetische Variabilität der Art, würde jedoch deren Fortbestand kaum beeinträchtigen. Für die Erhaltung des Schwermetallmooses *Grimmia atrata* und ganz besonders von *Riccia breidleri* trägt die Schweiz eine bedeutend größere Verantwortung. Von Letzterer liegen mehr als die Hälfte aller bekannten Vorkommen in den Schweizer Alpen. Außerdem gilt diese als europäischer Endemit. Endemismus wird bei Moosen weit seltener als bei Blütenpflanzen beobachtet. Kleinarten, die Herzog (1926) noch als charakteristische exklusive Elemente bestimmter europäischer Teile des holarktischen Florenreichs betrachtete, gehören nach modernen taxonomischen Revisionen oft in die Variabilität weiter verbreiteter Arten. Solche Überlegungen sind im Naturschutz außerordentlich wichtig, besonders beim Festsetzen von Prioritäten.

Phaeoceros laevis subsp. *carolinianus* kommt in Mitteleuropa vorwiegend an Sekundärstandorten, häufig in agrarwirtschaftlich genutzten Flächen, vor. Die Verbreitungskarte (Abb. 2) veranschaulicht dies für die Schweiz, wo alle Funde nördlich der Alpen in ackerbaufähigen Gebieten unterhalb 1000 m liegen. In der Literatur vom Anfang dieses Jahrhunderts wird *Phaeoceros* als ‚häufig' angegeben (z.B. Meylan 1924, Jäggli 1950, Albrecht-Rohner 1969). Die Karte zeigt jedoch mehr Funde seit 1960 als solche älteren Datums. Wir müssen einerseits annehmen, daß die Sippe in den Herbarien untervertreten ist. Die Gründe dafür sind heute sehr schwer sicher festzustellen, und mögen wohl auch von persönlichen Vorlieben der Sammler abhängen. Andererseits wurde *Phaeoceros* in neuerer Zeit intensiv bearbeitet (Bisang 1992, 1995, 1996, im Druck). Diese langjährigen Beobachtungen in zahlreichen Äckern und detaillierte Untersuchungen lassen entgegen dem Kartenbild einen Rückgang der Sippe in der Schweiz vermuten. Veränderte Anbaumethoden, vor allem das unmittelbare Pflügen der abgeernteten Felder, und allgemein die Intensivierung im Ackerbau, beeinträchtigen ihre Standorte wahrscheinlich in allen Ländern Mitteleuropas (z.B. Saukel 1986, Ahrens 1992 und Ludwig et al.1996). Hornmoose sind in Mitteleuropa Archaeophyten, die sich wahrscheinlich mit dem Ackerbau angesiedelt haben. Ihre Populationen sollten auch ihrer isolierten systematischen Stellung wegen erhalten werden. Neophyten hingegen, so z.B. *Campylopus introflexus*, sind erst in neuerer Zeit in unser Land eingewandert oder haben sich hier, ausgehend von Einschleppungen, etabliert. Ihr Einfluß auf die einheimische Vegetation ist noch nicht bekannt. *Campylopus introflexus* ist in Mitteleuropa noch in Ausbreitung begriffen. Daher ist die grundsätzliche Frage, ob gefährdete Neophyten auch zu schützen sind, hier nicht aktuell.

Schließlich lassen sich auch hinsichtlich der Höhenverbreitung gewisse Muster erkennen. Während die einheimischen Hornmoose, *Cinclidotus mucronatus* und *Campylopus introflexus* auf Tieflagen beschränkt sind, kommt *Riccia breidleri* ausschließlich oberhalb 2000 m vor. *Kurzia pauciflora* bevorzugt mittlere Höhenlagen. *Diplophyllum albicans*, *Bryum argenteum*, *Dicranella heteromalla*, und *Tetraphis pellucida* zeigen eine breitere Höhenamplitude, wobei die beiden letzten oberhalb 2000 m selten sind.

Verbreitungskarten wie die vorliegenden sind Hilfsmittel, um Verteilung, Höhenerstreckung, Ausbreitungstendenzen und Verschwinden von Populationen in einem bestimmten Gebiet auf einen Blick zu erkennen, ohne daß mühsam Listen mit Einzelfunden durchgesehen werden müssen. Auf effiziente Weise läßt sich damit die Eignung von Arten für bestimmte Zwecke feststellen, z.B. solche, die sich als Bioindikatoren oder Biomonitoren eignen, oder die im Naturschutz als Kennarten von Bedeutung sein können. Die Verteilung standortstreuer Arten läßt Rückschlüsse auf die Verbreitung bestimmter Standortstypen oder lokalklimatischer Verhältnisse zu. Die Aussagekraft der Karten ist aber dort begrenzt, wo detaillierte Angaben gebraucht werden, so z.B. bei Umweltverträglichkeitsprüfungen oder bei der

Planung von Ersatzbiotopen. In diesen Fällen kann eine Datenbankabfrage nach einer Vorauswahl auf der Basis von Verbreitungskarten die gewünschte Detailinformation liefern.

Zusammenfassung

Die Verbreitung eines Hornmooses, von drei Leber- und sieben Laubmoosen in der Schweiz und in Liechtenstein wird in Form von Mosaikkarten vorgestellt. Begleitende Erläuterungen geben Auskunft über die regionale Verbreitung in Bezug zum Gesamtareal, die Höhenverbreitung, einige charakteristische Merkmale und eine allfällige Gefährdung. Die ausgewählten Arten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer systematischen Stellung, ihrer ökologischen Ansprüche und ihrer Häufigkeit im Untersuchungsgebiet. Allgemeine Aspekte und Ursachen der dargestellten Verbreitungsmuster sowie Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung der vorliegenden Verbreitungkarten werden diskutiert.

Schlagwörter: Biogeographie, Kartierung, Moose, Schweiz, Verbreitungskarten

Dank

Die Kartierkommission des NISM, die für diese Publikation verantwortlich zeichnet, dankt B. Bagutti, J. Bertram, H. Hilfiker, H. Huber und E. Maier für das Erarbeiten von Kommentaren zu den Verbreitungskarten. Ihnen und weiteren ehrenamtlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des NISM gebührt ebenso Dank für das Zusammentragen eines großen Teils der Verbreitungsangaben, auf denen die vorliegenden Karten beruhen, sowohl im Gelände wie bei der Revision zahlreicher Herbarbelege. R. Meier, H.-P Gerber und M. Obst danken wir für die Dateneingabe, außerdem den Herbarkuratoren und den Direktoren der folgenden Institutionen für die leihweise Überlassung vieler Belege: BAS, BERN, G, LAU, LUG, NEU, NMLU, NMW, SCH, Z/ZT (Abkürzungen nach Holmgren et al.1990), Aargauisches Naturmuseum (Aarau), Institut de Biologie Végétale de l'Université de Fribourg, Naturmuseum des Kts. Thurgau (Frauenfeld), Kantonsschule Luegeten (Zug). Für finanzielle Unterstützung in verschiedenen Phasen des Projekts sind wir dem Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), dem Schweizerischen Nationalfonds (Kredit Nr. 31-32419-91), der ‚Stiftung zur Förderung der Pflanzenkenntnis' und der ‚Georges-und-Antoine-Claraz-Schenkung' dankbar.

Literatur

Ahrens M. 1992. Die Moosvegetation des nördlichen Bodenseegebietes. Diss. Bot. 190: 1–681.

Albrecht-Rohner H. 1969. Zürcher Lebermoosflora II. Teil. Rev. Bryol. Lichénol. 36: 453–500.

Allorge V. 1955. Catalogue préliminaire des Muscinées du Pays basque français et espagnol. Rev. Bryol. Lichénol. 24: 96–131, 248–333.

Amann J. 1928. Bryogéographie de la Suisse. Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz 6(2): 1–453.

Amann J. & Meylan Ch. 1918. Flore des Mousses de la Suisse. Parties I et II. Genève ('1912').

Arts T. & Nordhorn-Richter G. 1986. *Epipterygium tozeri* in Europe, its distribution and vegetative propagation. J. Bryol. 14: 91—97.

Bisang I. 1992. Hornworts in Switzerland – endangered? Biol. Conserv. 59: 145–149.

Bisang I. 1995. The diaspore bank of hornworts (Anthocerotae, Bryophyta) and its role in the maintenance of populations in cultivated fields. Cryptog. Helv. 18: 107–116.

Bisang I. 1996. Quantitative analysis of the diaspore banks of bryophytes and ferns in cultivated fields in Switzerland. Lindbergia 21: 9–20.

Bisang I. (Im Druck.) The occurrence of hornwort populations (Anthocerotales, Anthocerotopsida) in the Swiss Plateau: The role of management, weather conditions and soil characteristics. Lindbergia.

Cox C.B. & Moore P.D. 1993. Biogeography. An ecological and evolutionary approach. Ed. 5. Blackwell Science, Oxford.
Düll R. 1983. Distribution of the european and macaronesian liverworts (Hepaticophytina). Bryol. Beitr. 2: 1–115.
Düll R. 1984, 1985. Distribution of the european and macaronesian mosses (Bryophytina). I, II. Bryol. Beitr. 4, 5: 1–113, 1–232.
Düll R. 1992. Distribution of the european and macaronesian mosses (Bryophytina). Annotatations and Progress. Bryol. Beitr. 8/9: 1–223
Düll R. & Meinunger L. 1989. Deutschlands Moose. Die Verbreitung der deutschen Moose in der BR Deutschland und in der DDR, ihre Höhenverbreitung, ihre Arealtypen, sowie Angaben zum Rückgang der Arten, 1. Teil. Anthocerotae, Marchantiatae, Bryatae: Sphagnidae, Andreaeidae, Bryidae: Tetraphidales – Pottiales. IDH-Verlag, Bad Münstereifel/Ohlerath.
Frahm J.-P. 1972. Die Ausbreitung von *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. in Mitteleuropa. Herzogia 2: 317–330.
Frahm J.-P. 1974. Zur Unterscheidung von *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. und C. polytrichoides De Not. Rev. Bryol. Lichénol. 40: 33–44.
Geissler P. 1984. A propos de *Riccia breidleri* Jur. ex Steph. en Suisse et en Haute-Savoie. Cryptogamie, Bryol. Lichénol. 5: 63–67.
Giacomini V. 1955. Sull' autonomia specifica e sul ciclo di forme di *Campylopus polytrichoides* De Not. Atti Ist. Bot. Univ. Lab. Critt. Pavia, ser. 5, 13: 45–83.
Gradstein S.R. & van Melick H.M.H. (Red.) 1996. De Nederlandse levermossen en hauwmossen – Flora en verspreidingsatlas van de Nederlandse Hepaticae en Anthocerotae. Natuurhistorische Bibliotheek 64. Utrecht.
Grünig, A., Vetterli L. & Wildi O. 1986: Die Hoch- und Übergangsmoore der Schweiz. Ber. Eidgenössische Anst. Forstl. Versuchswesen 281: 1–62.
Grünig, A. (ed.) 1994. Mires and Man. Mire Conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the international mire conservation gruop (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. Birmensdorf.
Hausser J. (ed.) 1995. Säugetiere der Schweiz. Verbreitung, Biologie, Ökologie. Denkschr. Schweiz. Akad. Naturw. 103: 1–501.
Hengeveld R. 1990. Dynamic biogeography. Cambridge University Press, Cambridge.
Herzog T. 1926. Geographie der Moose. Jena.
Hill M.O., Preston C.D. & Smith A.J.E. 1991, 1992, 1994. Atlas of the bryophytes of Britain and Ireland. Vols. 1–3. Harley Books, Colchester.
Holmgren P.K., Holmgren N.H. & Barnett L.C. 1990. Index Herbariorum part I: The herbaria of the world. Ed. 8. New York Bot. Garden, Regnum Vegetabile 120: 1–703.
Jäggli M. 1950. Le briofite ticinesi. Muschi et epatiche. Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz 10: 1–265.
Ludwig G., Düll R., Philippi G., Ahrens M., Caspari S., Koperski M., Lütt S., Schulz F. & Schwab G. 1996. Rote Liste der Moose (Anthocerophyta et Bryophyta) Deutschlands. Schriftenr. Vegetationskunde 28: 189– 306.
Maier E. & Geissler P. 1995. *Grimmia* in Mitteleuropa: Ein Bestimmungsschlüssel. Herzogia 11: 1–80.
Meylan Ch. 1924. Les Hépatiques de la Suisse. Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz 61: 1–318.
Müller K. 1951–1958. Die Lebermoose Europas. In: Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, ed. 3. Vol. 6 (2 Teile). Leipzig.
Nyholm E. 1993. Illustrated flora of nordic mosses, fasc. 3. Lund.
Philippi G. & G. 1977: *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. in Südwestdeutschland. Herzogia 4: 317–322.
Proctor M.C.F. 1982. Physiological Ecology: Water relations, light and temperature responses, carbon balance. In: Smith A.J.E. (ed.). Bryophyte ecology. Chapman and Hall, London and New York.
Ratcliffe D.A. 1991. Foreword. In: Hill M.O., Preston C.D. & Smith A.J.E. (eds.). Atlas of the bryophytes of Britain and Ireland. Vol. 1, 7–8. Harley Books, Colchester.
Richards P. W. 1963. *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. and C. polytrichoides De Not. in the British Isles; a preliminary account. Trans. Brit. Bryol. Soc. 4: 404–417.

Rühling Å. 1994. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Europe. Estimations based on Moss Analysis. Nord 1994(9): 1–53.

Saukel J. 1986. Rote Liste gefährdeter Lebermoose (Hepaticae) Österreichs. In: Niklfeld H. (Hrsg.). Rote Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs. Grüne Reihe Bundesminist. Gesundh. Umweltsch. 5: 152–159.

Schifferli A., Géroudet P., Winkler R., Jacquat B., Praz J.-Cl. & Schifferli L. (eds.) 1980. Verbreitungsatlas der Brutvögel der Schweiz. Schweiz. Vogelwarte, Sempach.

Schmid-Grob I., Thöni L. & Hertz J. 1993. Bestimmung der Deposition von Luftschadstoffen in der Schweiz mit Moosanalysen. Schriftenreihe Umwelt (BUWAL, ed.) 194: 1–173.

Schumacker R. (ed.) 1985. Atlas de distribution des bryophytes de Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg et des régions limitrophes. I. Anthocerotae & Hepaticae (1830–1984). Ed. Jardin bot. natl. Belgique, Meise.

Smith A.J.E. 1990. The liverworts of Britain and Ireland. Cambridge University Press, Cambridge.

Söderström L., Hedenäs L. & Hallingbäck T. 1992. Checklista över Sveriges mossor. Myrinia 2: 13–56.

Stetzka K. M. 1994. Die Waldbodenvegetation als Bioindikator für Umweltbelastungen unter besonderer Berücksichtigung der Moosflora. Diss. Bot. 232: 1–412.

Thöni L., Schnyder N. & Hertz J. 1993. Schätzung der Schwermetalldeposition mit Hilfe des Mooses *Bryum argenteum* als Biomonitor. Staub, Reinhaltung der Luft 53: 319–325.

Touw A. & Rubers W.V. 1989. De Nederlandse Bladmossen. Flora en verspreidingsatlas van de Nederlandse Musci (*Sphagnum* uitgezonderd). Natuurhistorische Bibliotheek 50. Utrecht.

Urmi E. 1992: Verbreitungsdaten als Grundlage für Artenschutz bei Moosen. Biol. Conserv. 59: 185–190.

Urmi E. 1997: *Epipterygium tozeri* (Grev.) Lindb. (Population Nr. 86). In: BUWAL (Hrsg.). Dokumentation zur Schriftenreihe Umwelt Nr. 265. Bern (‚1996').

Urmi E. & Schnyder N. 1996. Puzzle statt Schach. Eine naturräumliche Mosaikkarte der Schweiz und Liechtensteins in digitaler Form. Vierteljahrsschr. Zürcher Naturf. Ges. 1413: 123–131.

Urmi E., Schnyder N. & Geissler P. 1990. A new method in floristic mapping as applied to an inventory of Swiss bryophytes. In: Bohn U. & Neuhäusl R. (eds.). Vegetation and flora of temperate zones. SPB Academic Publishing, The Hague, 21–32.

Urmi E., Bisang I., Geissler P., Hürlimann H., Lienhard L., Müller N., Schmid-Grob I., Schnyder N. & Thöni L. 1992. Die gefährdeten und seltenen Moose der Schweiz – Rote Liste. BUWAL. Bern.

Welten M. & Sutter R. 1982. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Birkhäuser, Basel.

Zander R.H. 1993. Genera of the Pottiaceae: mosses of harsh environments. Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci. 32: 1–378.