

der Schweiz und den umliegenden Ländern haben viel Neues über die Merkmale der Arten und ihre Ökologie erfahren. Für diesen Kurs wurde von J.-P. Frahm ein Bestimmungsschlüssel erstellt, der an alle Teilnehmenden abgegeben wurde und nun auf der Webseite des NISM zum Herunterladen zur Verfügung steht.

### Moosflora der Schweiz

Auch an unserer „Kathedrale“ wurde fleissig weiter gearbeitet. Die Arbeiten konzentrieren sich jetzt auf das Erstellen von Abbildungen, Beschreibungen und Schlüsseln. Im letzten Jahr sind Beschreibungen zu den Gattungen *Frullania*, *Paludella*, *Pleurochaete*, *Rhytidium* und *Tortella* dazu gekommen und rund 1'000 Fotos von Moosen und ihren Lebensräumen, viele davon sind mikroskopische Bilder. Die umfassendste Bearbeitung stammt von Frauke Roloff, die Beschreibungen, Bilder und einen digitalen Schlüssel der Arten der Gattung *Tortella* erstellt hat. Der Schlüssel ist ein moderner multi-access-key, der auch weitere, ähnliche Arten enthält. Er steht auf der Webseite zum Ausprobieren zur Verfügung. Wir wünschen viel Spass!

Daneben laufen andere Arbeiten weiter, wie die Eingabe von Literaturzitaten, die Ergänzung der Bryologen-Portraits und die Übersetzung ins Französische. Die Literaturdatenbank enthält mittlerweile über 1'500 Zitate, die nach Schlagworten durchsucht werden können.

Einen grossen Teil unserer Energie haben wir im letzten Jahr auch in die Beschaffung von weiteren finanziellen Mitteln für die Fortsetzung des Projekts gesteckt. Momentan ist es noch ungewiss, ob und in welchem Umfang es weitergehen wird. Wir hoffen aber sehr, dass es gelingt, die Moosflora der Schweiz Schritt für Schritt fertigzustellen.

### 2013 erschienene Publikationen im Zusammenhang mit dem NISM

Bergamini, A., Bisang, I., Eckstein, J., Hajek, M., Hajkova, P., Hedenäs, L., Hofmann, H., Lienhard, L., Schnyder, N. 2013. Beiträge zur bryofloristischen Erforschung der Schweiz - Folge 8. — *Meylania* 50: 21-31.

Hofmann, H. 2013. Bryophytes online – A new Swiss bryophyte flora. — *Field Bryology* 110: 62-63.

Hofmann, H. 2013. The Swiss bryophyte collection of Paul Frédéric Culmann (1860–1936) in Zurich. — *Herzogia* 26,2: 405-416.

Schnyder, N. 2013. *Entodon concinnus* mit Sporophyten – ein seltener Fund. — *Meylania* 50: 31-34.

Schnyder, N., Hofmann, H. 2013. NISM Jahresbericht 2012. — *Meylania* 50: 25-38.

### Dank

Wir danken allen Mitarbeitenden, die beigetragen haben, unser Wissen über die Moose der Schweiz zu verbessern, sei es durch das Melden neuer Funde, die Bereitstellung von Fotos oder die Erstellung von Bildern und Beschreibungen.

**Heike Hofmann, Norbert Schnyder**

Institut für Systematische Botanik, Zollikerstrasse 107, 8008 Zürich  
nism@systbot.uzh.ch



## 30 Jahre Naturräumliches (Nationales) Inventar der Schweizer Moosflora NISM

**Heike Hofmann, Norbert Schnyder &  
Niklaus Müller**  
**Meylania 52 (2014): 47-58**

30 Jahre gehen an niemandem spurlos vorüber, auch nicht an einem Inventar. Viele Veränderungen haben stattgefunden und es scheint an der Zeit zu sein, einen Blick zurück zu werfen auf den Weg von den Anfängen der Moos-Kartierung, über das Naturräumliche Inventar der Schweizer Moosflora bis zum heutigen Datenzentrum Moose Schweiz.

### Projektidee

Eine alte Idee aufgreifend, leisteten um 1980 wenige Initianten einige Vorarbeiten zu einer floristischen Kartierung der Moose in der Schweiz. Unter der wissenschaftlichen Trägerschaft der Schweizerischen Vereinigung für Bryologie und Lichenologie (SVBL, heute BRYOLICH) wurde 1983/84 eine Kartierkommission gebildet, die das Vorgehen festlegte. Im Sommer 1984 war der Plan gemacht: um Verbreitungskarten zu erhalten, die nicht die Verbreitung der Bryologen zeigen, sondern die der Moose, sollte die Kartierung durch sogenannte Standardaufnahmen erfolgen. Diese lagen an vorgegebenen Koordinatenschnittpunkten mehr oder weniger gleichmässig verteilt über die ganze Schweiz (zur Erklärung der Methode siehe [www.nism.uzh.ch](http://www.nism.uzh.ch) -> „Projekt“). Anfänglich stiess diese Idee auch auf Kritik, denn schliesslich liegen die interessanteren Lebensräume nicht an vorgegebenen Koordinatenschnittpunkten und man erfasst mehr Arten, wenn man gezielt an artenreichen Standorten kartiert. Mittlerweile sind die Vorteile einer solchen Kartierung aber unbestritten und diese Methode wird auch für andere Organismen eingesetzt, wie z. B. im Biodiversitätsmonitoring Schweiz.

Am 25.-26. August 1984 begann schliesslich die eigentliche Kartierarbeit für das Projekt „Naturräumliches Inventar der Schweizer Moosflora“, kurz NISM, mit einem Einführungskurs für Mitarbeitende.

### Kartierkommission

Die Kartierkommission (Abb. 1 – 3) war von Anbeginn bis heute das Gremium, das die Geschicke der Kartierung geleitet hat. Bei der Gründung hiessen die Mitglieder Klaus Ammann, Johannes Geibel †, Patricia Geissler †, Hans Huber †, Hans Hürlimann, Walter Strasser, Edwin Urmi (Projektleitung) und Heinrich Zoller †. Über die Jahre hat sich die Zusammensetzung der Kommission immer wieder geändert. Heute gehören ihr, neben Edi Urmi, der als einziges Gründungsmitglied noch dabei ist, folgende Personen an: Ariel Bergamini, Ariane Cailliau, Heike Hofmann, Markus Meier, Niklaus Müller und Norbert Schnyder. Zwischenzeitlich waren ausserdem Bruno Bagutti, Irene Bisang, Michelle Price, Cécile Schubiger-Bossard



Abb. 1 & 2: links: Edi Urmi, der Projektverantwortliche von 1984 – 2009; rechts: unsere viel zu früh verstorbene Kollegin Patricia Geissler mit Klaus Ammann, der in den Anfängen ebenfalls in der Kartierkommission tätig war.



Abb. 3: Aktuelle Kartierkommission, von links nach recht Ariel Bergamini, Markus Meier, Heike Hofmann, Edi Urmi, Alex Bernhard (nicht Mitglied der Kommission aber für den Internetauftritt des Projekts entscheidend), Norbert Schnyder, Ariane Cailliau, Niklaus Müller.

und Beat Wild Mitglieder der Kommission. Jedes Mitglied hat seine Erfahrung und seine Sicht der Dinge in das Konzept einfließen lassen. Entscheide zu grösseren und kleineren Schritten wurden nach angeregter Diskussion gemeinsam gefällt. So wurde das NISM zu einem Gemeinschaftsprojekt der Bryologen der ganzen Schweiz.

### Datenbank

1984 wurde auch die Datenbank des Naturräumlichen Inventars der Schweizer Moosflora entworfen. Die ersten Fundangaben wurden am 14. August 1984 gespeichert. Nachdem Urs Eggli (heute Sukkulente-Sammlung Zürich) mit dem Aufbau einer professionellen Datenbank mit dem Programm Oracle begonnen hatte, übernahm kurz darauf Norbert Schnyder die Verantwortung für die technische Seite, die er bis heute inne hat (Abb. 4 & 5). In dieser Zeitspanne sind nahezu alle der rund 240'000 heute vorhandenen Datensätze durch seine Finger gelaufen (Abb. 6). Viele mussten ergänzt und an die Struktur der NISM-Datenbank angepasst werden. Im Laufe der 30 Jahre waren ausserdem immer wieder technische und inhaltliche Anpassungen nötig. Vieles ist dank fortgeschrittener Technik heute einfacher, aber mit den erweiterten Möglichkeiten sind die Abhängigkeiten und



Abb. 4 & 5: Norbert Schnyder bei der Dateneingabe für das NISM, links ca. 1985, rechts 2014.

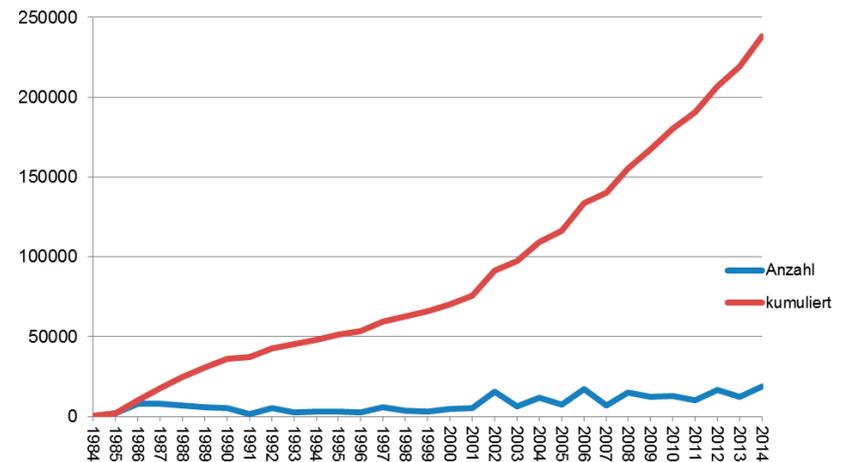
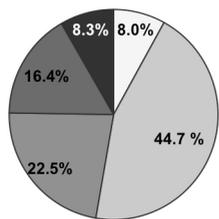


Abb. 6: Anzahl der jährlich eingegebenen Fundangaben (grau, unterbrochen) und der kumulierten Gesamtzahl (schwarz, durchgehend) in der NISM-Datenbank zwischen 1984 und 2014.

die Abfrageprozesse auch viel komplexer geworden und Datenbankpflege ist nach wie vor eine anspruchsvolle Aufgabe.

### Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Die standardisierte Kartierung wurde zum grossen Teil durch ehrenamtliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ausgeführt. In der NISM-Datenbank stammen 19'095 Datensätze von Standardaufnahmen (Abb. 7, 8%). Gesamthaft haben sich 46 Personen an der standardisierten Kartierung beteiligt. Folgende 26 Personen haben über 100 Fundangaben aus Aufnahmen beigesteuert, die alle mit Belegen hinterlegt sind: N. Schnyder (2'017 Belege), E. Urmi (1'828), I. Bisang (1'794), H. Schenk (1'691), P. Geissler (1'656), B. Bagutti (1'412), W. Strasser (1'103), B. Wild (822), H. Küchler (765, viele bestimmt von N. Schnyder), J. Bertram (688), H. Hofmann (592), N. Müller (559), H. Senn (475), A. Bergamini (465), F. Zemp (428), Y. Veltman (427), E. Maier (318), F. Brünger (289), M. Meier (252), H. Hilfiker (199), A. Schäfer-Verwimp (155), F. Rügsegger (146), H. Huber (131), L. Thöni (122), H. Hürlimann (114), I. Schmid-Grob (111). Den grössten rein ehrenamtlichen Bei-



- NISM Standardaufnahmen
- übrige Funde seit 1984
- Herbarbelege vor 1984
- Aufnahmen des BDM
- Wirkungskontrolle Moorbiotope

Abb. 7: Herkunft der Daten in der Datenbank des Nationalen Inventars der Schweizer Moosflora. Prozentuale Verteilung bei einem Gesamtstanden von 238'036 Fundangaben (Stand 24.1.2014).



Abb. 8 & 9: Heiri Schenk (links) und Bruno Bagutti (rechts) 2004 bei einer Standardaufnahme im Berner Jura.



Abb. 10 & 11: Feldarbeit durch Standardaufnahmen, links: Heike Hofmann (2001); rechts: Ariel Bergamini und Edi Urmi (2005).

trag haben Heiri Schenk, Bruno Bagutti (Abb. 8 & 9) und Walter Strasser geleistet. Viele weitere Personen haben Funddaten gemeldet, die sie bei Ferienaufenthalten, Exkursionen oder im Rahmen diverser Projekte erhoben haben. In der NISM-Datenbank sind 106'444 sogenannte übrige Fundangaben gespeichert (Abb. 7, 44.7%), die seit 1984 gemacht wurden und nicht aus Standardaufnahmen stammen. Auch diese sind fast ausnahmslos durch Belege versichert. Gesamthaft haben 151 Personen mindestens 10 zufällige Fundmeldungen beigesteuert. Rund drei Viertel dieser Daten stammen jedoch von nur 18 Personen, die jeweils über 1'000 Funde gemeldet haben: F. Zemp (11'594 Belege), N. Schnyder (9'938), J. Bertram (6'912), A. Bergamini (3'685), W. Strasser (3'414), H. Hofmann (3'366), P. Geissler (2'785), E. Maier (2'390), I. Bisang (2'367), A. Cailliau (1'961), M. Meier (1'501), H. Schenk (1'381), Y. Veltman (1'327), R. Hangartner (1'306), H. Huber (1'297), N. Müller (1'209), H. Hilfiker (1'198) und L. Burgisser (1'121).

### Erfassung älterer Herbarbelege

Von Anbeginn war es dem Projektleiter Edi Urmi wichtig, nicht nur aktuelle Aufsammlungen in der Datenbank zu erfassen, sondern auch älteres Herbarmaterial zu berücksichtigen. Dieses sollte nach Arten erfasst werden, auf die sich die Mitarbeitenden spezialisiert haben. Die Zentralstelle, so wurde das heutige Datenzentrum Moose lange genannt, war darum besorgt, die Belege aus allen Herbarien der Schweiz und zum Teil auch aus dem Ausland auszuleihen und den Mitarbeitenden für die Revision zur Verfügung zu stellen. Es wurde eine genaue Anleitung ausgearbeitet und spezielle Revisionszettel gedruckt, um die bereits erfassten Belege zu kennzeichnen. Die Belege wurden dabei vor der Eingabe in die Datenbank durch die Mitarbeitenden überprüft. Immer wieder wurden Projekte durchgeführt, die als Nebeneffekt die Erfassung von Herbarmaterial hatten. Auf diese Weise wurde von 254 Arten annähernd das ganze Herbarmaterial erfasst. Weiterhin wurden ganze Sammlungen erfasst, wie die Belege im Herbar BERN durch Bruno Bagutti oder die Sammlung von P. Culmann im Herbar Zürich (Z). Heute stammen fast ein Viertel der Daten in der NISM-Datenbank aus der Erfassung der Herbarbelege (Abb. 7, 22,5% = 53'575 Belege). Diese Daten waren eine äusserst wichtige Grundlage für die Erstellung der Roten Listen (Urmi et al. 1992, Schnyder et al. 2004), des Artenschutzkonzepts (Urmi et al. 1996), des Retrospektiven Monitorings (Urmi et al. 2007) und für eine Untersuchung zur Klimaerwärmung (Bergamini et al. 2009).

### Erweiterung der Datensammlung

Ursprünglich stammten die Daten in der Datenbank des NISM nur aus der Kartier-tätigkeit und der Erfassung des Herbarmaterials im Rahmen der Mooskartierung. In den letzten Jahren konnte der Datenbestand durch Daten anderer Projekte erweitert werden. Hierzu gehören das Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM und die Wirkungskontrolle Moorbiotope (Abb. 7), aber auch das Inventar des Kantons Genfs, das Projekt GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) und die digitale Erfassung verschiedener Herbarien (Zürich, Bern, Lugano, Luzern). Auch Dank dieser externen Projekte konnte der jährliche Daten-zuwachs seit 2001 deutlich gesteigert werden (Abb. 6).

### Weiterbildung durch Treffen und Kurse

Während der gesamten Projektdauer des NISM wurde jedes Jahr im Frühling ein Mitarbeitertreffen durchgeführt, um die Mitarbeitenden über Neuerungen zu in-formieren. Daneben wurden jeweils im Herbst Bestimmungskurse zu besonders schwierigen Gattungen organisiert, zu denen oft internationale Spezialisten ein-geladen wurden. Aber auch einzelne Mitarbeitende haben sich in verschiedene schwierige Gattungen eingearbeitet und ihr Wissen an Kursen und durch Pub-likationen weitergegeben. Besonders Eva Maier, Hans Huber, Irene Bisang und Ariel Bergamini haben mehrere Bestimmungsschlüssel zu verschiedenen Gruppen erarbeitet. Walter Strasser hat einen besonderen Ansatz gewählt und Lochkarten-schlüssel für die Moose der Schweiz entwickelt (Strasser 1978), die von Johannes Geibel auch in eine Computerversion umgesetzt wurden. Die digitale Version wurde 2006 von Thomas Hilfiker technisch aktualisiert und steht noch heute auf der

NISM-Webseite zum Ausprobieren zur Verfügung ([www.nism.uzh.ch](http://www.nism.uzh.ch) -> „Schlüssel“). Dank den regelmässigen Bestimmungskursen sind über die Jahre einige Bestimmungsschlüssel entstanden, die zum Teil publiziert wurden (Hedenäs 2003, Hedenäs & Bisang 2004, Kučera 2000, Lewinsky-Haapasaari 1995, Maier & Geissler 1995, Müller et al. 2003), als interne Manuskripte vorliegen oder auf der Webseite des NISM zum Herunterladen verfügbar sind ([www.nism.uzh.ch](http://www.nism.uzh.ch) -> «Schlüssel»). Durch die alljährlichen Kurse wurden die Mitarbeitenden kontinuierlich geschult, was dem Projekt und den Mitarbeitenden gleichermaßen zugute kam. In der Zeit bis 2006 wurden ausserdem regelmässig Kartiertage durchgeführt. An diesen Tagen ging man gemeinsam auf Exkursion, um Standardaufnahmen zu machen. Auch dabei war der Austausch zwischen den Mitarbeitenden ganz wichtig, um sich zu eichen und immer neu dazu zu lernen.



Abb. 12, 13 & 14: links: Impression aus einem NISM-Bestimmungskurs. Oben: Teilnehmer des NISM-Mitarbeitertreffens 2008, (von links Norbert Schnyder, Cécile Schubiger-Bossard, Heike Hofmann, Ariel Bergamini, Josef Bertram, Niklaus Müller, Edi Urmi, Bruno Bagutti, Heiri Schenk, Fredi Zemp, Markus Meier, Frieda Schlumpf, Helen Hilfiker). Unten links: von links, Michael Lüth, Frauke Roloff, Fredi Zemp. Unten rechts: Josef Bertram und Eva Maier am NISM-Mitarbeitertreffen 2009.

## Projektetappen

Hier die Meilensteine des NISM im Überblick:

- 1984 1. Checkliste der Moose der Schweiz (Geissler & Urmi), überarbeitete Versionen 1998 (Geissler et al.), 2013 (Meier et al.)
- 1992 1. Rote Liste der Moose der Schweiz (Urmi et al.)
- 1996 Artenschutzkonzept für die Moose der Schweiz (Urmi et al.)
- 1996 Erstellung eines Logos - das NISM bekommt das uns heute so vertraute Gesicht
- 1996 Erste publizierte Verbreitungskarten (Müller et al.), weitere Karten folgten 1998 (Bisang), 1999 (Bisang et al.), 2001 (Feldmeyer-Christe et al.), 2002 (Geissler et al.) & 2003 (Hedenäs et al.)
- 2003 Provisorischer Atlas der Moose der Schweiz (NISM, Manuskript)
- 2004 Online-Atlas der Moose der Schweiz mit stets aktuellen Verbreitungskarten ([www.nism.uzh.ch](http://www.nism.uzh.ch))
- 2004 2. Rote Liste der Moose der Schweiz (Schnyder et al.)
- 2006 Komplettes Netz der Standardaufnahmen-A1 fertiggestellt, Ende der standardisierten Kartierung
- 2006 Merkblätter Artenschutz Moose (Hofmann et al.)
- 2007 Namensänderung: das Naturräumliche Inventar der Schweizer Moosflora wird zum Nationalen Inventar derselben; die Abkürzung NISM bleibt unverändert.
- 2007 Publikation des retrospektiven Monitorings (Urmi et al., Hofmann et al.)
- 2009 Beginn des Projekts „Moosflora der Schweiz“
- 2010 Liste der Nationalen Prioritären Arten der Schweiz (BAFU)
- 2010 Zeigerwerte der Moose der Schweiz (Urmi)
- 2011 Webseite der Moosflora der Schweiz geht online ([www.swissbryophytes.ch](http://www.swissbryophytes.ch))

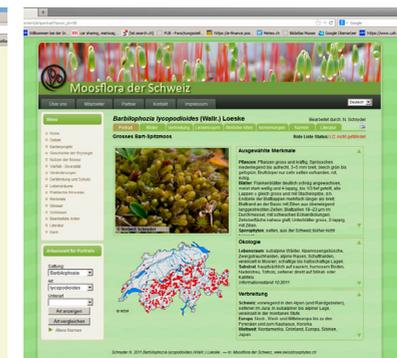
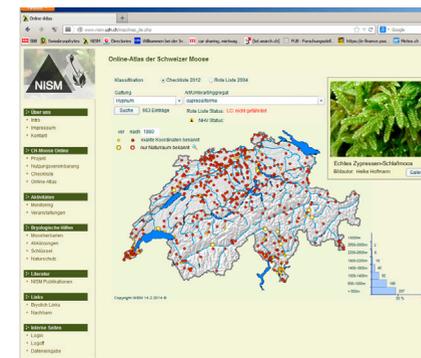


Abb. 15 & 16: links: offizielle Webseite des NISM mit Online-Atlas, [www.nism.uzh.ch](http://www.nism.uzh.ch); rechts: Webseite der Moosflora der Schweiz, [www.swissbryophytes.ch](http://www.swissbryophytes.ch).

## Feste

Immer wieder gab es auch Gründe zum Feiern. Nach 5 Jahren erfolgreicher Kartierung wurde 1989 ein erstes Fest im Botanischen Garten Zürich gemacht (Abb. 17). 1992 feierte das noch junge Team den erfolgreichen Abschluss der Feldarbeit für das Artenschutzkonzept der Moose der Schweiz (Abb. 18). In der Villa neben dem Botanischen Garten wurde gegrillt, gesungen und gelacht. 2003 konnte dann der



Abb 17 & 18: links: 1989, zum 5-Jahres-Jubiläum des NISM: Grillfest auf dem Känzeli im Botanischen Garten Zürich (von links: Helen Hilfiker, Bruno Bagutti, Hanspeter Senn, Niklaus Müller, Heiri Schenk, Rolf Herter); rechts: 1992 Fest zum Abschluss der Feldarbeit für das Artenschutzkonzept der Moose der Schweiz (von links: Niklaus Müller, Heike Hofmann, Luc Lienhard, Irene Bisang, Markus Meier).

Abschluss der Herbarerfassung für das retrospektive Monitoring gefeiert werden. Diesmal fand das Fest im Kutscherhaus neben dem Botanischen Garten statt und auch Kind und Kegel der Kartierer und Kartiererinnen waren eingeladen. 2009 folgte ein Raclette-Essen im Anschluss an das Mitarbeitertreffen zur Feier des 25 jährigen Bestehens des NISM. Schliesslich konnte 2012 die Veröffentlichung der Webseite der „Moosflora der Schweiz“ gefeiert werden. Hierzu liessen wir uns von Lisbeth Moser in der Pfisterschür in Thalwil kulinarisch verwöhnen.

### Datenzentrum Moose Schweiz

Was als Kartierprojekt mit digitaler Datenbank begann hat sich im Laufe der Jahre immer mehr zu einem Kompetenzzentrum für die Moose der Schweiz entwickelt. Das heutige Datenzentrum berät Behörden, Ökobüros, Studierende und andere interessierte Personen in allen Anliegen zu den Moosen der Schweiz.

Seit ca. 2001 werden die Löhne für den Unterhalt und die Pflege der Daten ohne Unterbruch vom Bundesamt für Umwelt BAFU finanziert und die Datenbank des NISM ist eines der Nationalen Datenzentren. Etwa seit dieser Zeit treffen sich die Datenbankverantwortlichen der verschiedenen Schweizer Datenzentren regelmässig am BAFU zum Informationsaustausch. Unter anderem wurden gemeinsame Richtlinien zur Datennutzung erarbeitet und eine Plattform zum vereinfachten Datenaustausch mit den kantonalen Naturschutzämtern erarbeitet. Ausserdem finden seit 2006 zusätzliche Sitzungen der Arbeitsgruppe Artenförderung am BAFU statt. Hier wurden gemeinsam die Listen der prioritären Arten für den Artenschutz erarbeitet (BAFU 2011). Für die Pärke der Schweiz wurden die Arten ermittelt, für welche sie eine besondere Verantwortung tragen und Massnahmen für deren Erhaltung vorgeschlagen. Auch für die Wälder und die Landwirtschaft wurden in etwas erweiterten Arbeitsgruppen Artenschutz-Ziele definiert. Die Arbeitsgruppe Artenförderung arbeitet auch bei der Umsetzung der Biodiversitätsstrategie des Bundes mit. Seit 2012 haben sich die Datenzentren zu einem Verbund namens „Infospecies“ zusammengeschlossen, um gemeinsame Ziele zu verfolgen. Diesem Verbund gehört auch das NISM an oder eben das Datenzentrum Moose Schweiz.

### Publikationen im Zusammenhang mit dem NISM

Im Laufe des Projekts wurden immer wieder Resultate der Kartierarbeit veröffentlicht. Eine vollständige Liste der Publikationen im Zusammenhang mit dem NISM findet man auf der Webseite: [www.nism.uzh.ch](http://www.nism.uzh.ch) -> „NISM-Publikationen“. Im Folgenden sind nur die wichtigsten Arbeiten aufgelistet. Daneben wurden ab 1995 alljährlich Jahresberichte des NISM in der *Meylania* publiziert, zuerst von N. Müller und später von N. Schnyder und H. Hofmann.

- BAFU 2011. Liste der Nationalen Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Vollzug 1103, 132 Seiten.
- Bagutti, B. & Hofmann, H. 2007. Die Moose des Kantons Bern (Schweiz). *Cryptogamica Helvetica* 21: 1–320.
- Bergamini, A., Ungricht, S. & Hofmann, H. 2009. An elevational shift of cryophylous bryophytes in the last century - an effect of climate warming? *Diversity and Distribution* 15: 871–879.
- Bertram, J. 1994. Moosvegetation und Moosflora des Urwald-Reservates Bödmeren. *Berichte der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* 10: 5–94.
- Bertram, J. 2000. Moosvegetation und Moosflora des Reservates Aletschwald. *Les cahiers des sciences naturelles* 4: 1–143.
- Bertram, J. 2005. Herkunft und Bedeutung der Gattungsnamen der in Deutschland, in der Schweiz und in Österreich vorkommenden Moose. *Meylania* 32 & 33: 1–76.
- Bertram, J. 2009. Moosvegetation und Moosflora im Gebiet der Jöriseen (Graubünden, Schweiz). *Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens* 115: 1–102.
- Bisang, I. 1999. Die Verbreitung von Moosen in der Schweiz und in Liechtenstein. II. *Lophozia* subg. *Schistochilopsis*. *Haussknechtia Beiheft* 9: 45–56.
- Bisang, I., Geissler, P., Müller, N., Schnyder, N., Schubiger-Bossard, C., & Urmi, E. 1998. Die Verbreitung von Moosen in der Schweiz und in Liechtenstein. I. Ein erster Einblick. *Botanica Helvetica* 108: 197–216.
- Feldmeyer-Christe, E., Schnyder, N., & Bisang, I. 2001. Distributions and habitats of peat mosses, *Sphagnum*, in Switzerland. *Lindbergia* 26: 8–22.
- Geissler, P., Bagutti, B., Bisang, I., Müller, N., Schnyder, N., Schubiger-Bossard, C. & Urmi, E. 2002. Die Verbreitung von Moosen in der Schweiz und in Liechtenstein III. Ausgewählte Lebermoose. *Herzogia* 15: 191–213.
- Geissler, P. & Urmi, E. 1984. Liste der Moose der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Manuskript.
- Geissler, P., Urmi, E. & Schnyder, N. 1998. Liste der Moose der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. In: Schneider, H. and Paulsen, J., eds., *CD Schweizer Botanik*, 98. Basel.
- Hedenäs, L. 2003. The European species of the *Calliargon-Scorpidium-Drepanocladus* complex, including some related or similar species. *Meylania* 28: 1–116.
- Hedenäs, L. & Bisang, I. 2004. Key to the European *Dicranum* species. *Herzogia* 17: 179–197.
- Hedenäs, L., Bisang, I. & Schnyder, N. 2003. The distribution of bryophytes in Switzerland and Liechtenstein. IV. *Hamatocaulis* and *Pseudocalliargon*. *Botanica Helvetica* 113: 111–123.
- Hofmann, H. 2013. The Swiss bryophyte collection of Paul Frédéric Culmann (1860–1936) in Zurich. *Herzogia* 26,2: 405–416.
- Hofmann, H., Müller, N. & Schnyder, N. 2006. Merkblätter Artenschutz – Moose. BAFU, NISM, FUB, 24 S.

Hofmann, H., Urmi, E., Bisang, I., Müller, N., Küchler, M., Schnyder, N. & Schubiger, C. 2007. Retrospective assessment of frequency changes in Swiss bryophytes over the last two centuries. *Lindbergia* 32: 18–32.

Kučera, J. 2000. Illustrierter Bestimmungsschlüssel zu den mitteleuropäischen Arten der Gattung *Didymodon*. *Meylania* 19: 2–49.

Lewinsky-Haapasaari, J. 1995. Illustrierter Bestimmungsschlüssel zu den europäischen Arten der Gattung *Orthotrichum*. *Meylania* 9: 3–57.

Maier, E. & Geissler, P. 1995. *Grimmia* in Mitteleuropa: Ein Bestimmungsschlüssel. *Herzogia* 11: 1–80.

Meier, M.K., Urmi, E., Schnyder, N., Bergamini, A. & Hofmann, H. 2013. Checkliste der Schweizer Moose. pdf, [www.nism.uzh.ch](http://www.nism.uzh.ch).

Müller, N., Bisang, I., Urmi, E., Geissler, P., Hürlimann, H. & Schnyder, N. 1996. Pilotprojekt: Verbreitungskarten für die Moose der Schweiz. *Meylania* 11: 23–31.

Müller, N., Schnyder, N. & Schubiger, C. 2003. Feldschlüssel für die Bestimmung der Moose in Mooren. *Meylania* 25: 1–36.

NISM. 2003. Die Moose der Schweiz und Liechtensteins. Provisorischer Verbreitungsatlas. Manuskript. 145 S.

NISM 2004 - 2014. Online-Atlas der Schweizer Moose. <http://www.nism.uzh.ch> (Stand 2.2.2014).

NISM 2011–2014. Moosflora der Schweiz. <http://www.swissbryophytes.ch> (Stand: 2.2.2014).

Schnyder, N., Bergamini, A., Hofmann, H., Müller, N., Schubiger-Bossard, C. & Urmi, E. 2004. Rote Liste der gefährdeten Moose der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Forschungsstelle für Umweltbeobachtung, Rapperswil. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. S. 99.

Senn, H. 2000. Die Moose des Fürstentums Liechtenstein. *Naturkundliche Forschung im Fürstentum Liechtenstein* 17: 1–248.

Strasser, W. 1978. Bestimmungsschlüssel mit Sicht-Lochkarten für die Moose der Schweiz. — Manuskript, Steffisburg, 36 S. und 97 + 65 Lochkarten in 2 Schachteln.

Urmi, E. 2010. Bryophyta (Moose), pp. 283–310. In: Landolt, E. (Hrsg.) *Flora indicativa*, Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt, Bern.

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. EDMZ, Bern.

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

Urmi, E., & Schnyder, N. 2000. Bias in taxon frequency estimates with special reference to rare bryophytes in Switzerland. *Lindbergia* 25: 89–100.

Urmi, E. & Schnyder, N. 2007. Mapping bryophytes – a review. *Lindbergia* 33: 40–54.

Urmi, E., Schubiger-Bossard, C., & Bisang, I. 1993. Veränderungen der Moosflora der Schweiz. *Dissertationes Botanicae* 196: 263–279.

Urmi, E., Schubiger-Bossard, C., Schnyder, N., Müller, N., Lienhard, L., Hofmann, H. & Bisang, I. 1996. Artenschutzkonzept für die Moose der Schweiz. Dokumentation zur Schriftenreihe Umwelt Nr.265. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 374 S.

Urmi, E., Schubiger-Bossard, C., Schnyder, N., Müller, N., Lienhard, L., Hofmann, H. & Bisang, I. 1996. Artenschutzkonzept für die Moose der Schweiz, 265. — Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 1–47.

Urmi, E., Schubiger-Bossard, C., Schnyder, N., Müller, N., Küchler, M., Hofmann, H. & Bisang, I. 2007. Zwei Jahrhunderte Bestandesentwicklung von Moosen in der Schweiz: Retrospektives Monitoring für den Naturschutz. Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 139 S.

## Dank

Allen voran danken wir den Mitarbeitenden des NISM und den Institutionen und Projekten die ihre Daten dem Nationalen Inventar der Schweizer Moosflora zur Verfügung gestellt und damit unsere heutige Datengrundlage geschaffen haben:

Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Klaus Ammann, Amt für Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich AWEL, Franziska Andres, Georg Artmann-Graf, Markus Baggenstos, Bruno Bagutti, Martin Baumann, Ariel Bergamini, Abteilung Naturförderung des Kantons Bern, Josef Bertram, Alois Bettschart †, Markus Bichsel, Christoph Bieri, Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM, Irene Bisang, Richard Bolli, Benoît Bressoud, Fritz Brüngger †, Conradin Burga, Laurent Burgisser, Arnold Büschlen, Ariane Cailliau, Martin Camenisch, Steffen Caspari, Matthieu Chabanon, Alberto Conelli, Nicolas Dussex, Tarja Eckert, Jan Eckstein, Michael Erhard, Elizabeth Feldmeyer-Christe, Jan-Peter Frahm †, François Freléhoux, Jan Frencken †, Aurilen Gallice, Johannes Geibel †, Vera Geibel, Patricia Geissler †, Direction Générale Nature et Paysage du canton de Genève DGNP, Projekt GLORIA, Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden, Henk Greven, Johann Peter Gruber, Andreas Grünig, Rolf Hangartner, Michael Häusler, Lars Hedenäs, Jochen Heinrichs, Thomas Held, Rolf Herter, Helen Hilfiker, Hélène Hinden, Heike Hofmann, Rolf Holderegger, Thomas Homm, Hans Huber †, Vicent Hugonnot, Hans Hürlimann, Hans-Ueli Hurter, Beatriz Itten, Josefine Jacksch, Andreas Keel, Erich Kessler †, Thomas Kiebacher, Hans-Jürgen Klemenz, Heribert Köckinger, Jan Kucera, Helen Küchler, Meinrad Küchler, Max Leimgruber †, Heiner Lenzin, Luc Lienhard, Kim Lotterman, Renate Lübenau-Nestle †, Gerhard Ludwig, Jeannette Lugeon, Michael Lüth, Theophil Lutz, Eva Maier, Anne-Laure Maire, Jani Marka, Ueli Mauch, Markus Meier, Ludwig Meinunger, Luca Miserere, Wirkungskontrolle Moorbiotope WSL, Ivo Moser, Rüdiger Mues, Frank Müller, Niklaus Müller, Museo cantonale di storia naturale Lugano, Naturmuseum des Kantons Thurgau, Naturmuseum Luzern NMLU, Martin Nebel, Hans Neeracher, Jürgen Nieuwkoop, Signe Normand, Artémis Papert, Marc Philippe, Georg Philippi †, Michelle Price, Filippo Rampazzi, Romedi Reinalter, Jürgen Rettig, Christian Rixen, Frauke Roloff, Jürg Röthlisberger, Franz Rüegsegger, Engelbert Ruoss, Michael Sauer, Alfons Schäfer-Verwimp, Christoph Scheidegger, Heinrich Schenk, Frieda Schlumpf, Imelda Schmid, Jakob Schneller, Simon Schneiter, Norbert Schnyder, Wiebke Schröder, Cécile Schubiger-Bossard, K. Schumacher, René Schumacker, Gottfried Schwab, Uwe Seiler, Hanspeter Senn †, Beatrice Senn-Iret, Manfred Siegel, Juul Slembrouck, Urs Somalvico, Chantal Staehli, Julie Steffen, Silvia Stofer, Walter Strasser, Lotti Thöni, Martin Trüssel, Edwin Urmi, Jiri Vana, Huub van Melick, Yvonne Veltman, Béatrice Werffeli, Christian Werlen, Jean Werner, Jean-Daniel Wicky, Beat Wild, Thomas Wolf, Fredi Zemp, Heinrich Zoller †, Emanuel Zuber, Amt für Landschaft und Natur des Kantons Zürich.

Die Kartierung und der Aufbau der Datenbank wären aber nicht möglich gewesen, wenn nicht auch immer wieder finanzielle Unterstützung geleistet worden wäre. Hierfür danken wir folgenden Personen und Institutionen: Bundesamt für Umwelt BAFU, Institut für Systematische Botanik der Universität Zürich, Frau Katharina König †, Schweizerischer Nationalfonds für die Förderung der wissenschaftlichen Forschung, BRISTOL-Stiftung, Stiftung zur Förderung der Pflanzenkenntnis, Conservatoire botanique de la Ville de Genève, Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT, Herr Richard Dähler, MIGROS-Genossenschaftsbund, Herr Johannes

Geibel †, Fondation Petersberg pro planta et natura, Frau Frieda Schlumpf, Pflanzengeographische Kommission der Schweiz, Bryolith (früher SVBL), Geobotanisches Institut der Universität Bern.

**Heike Hofmann, Norbert Schnyder & Niklaus Müller**  
 Institut für Systematische Botanik, Zollikerstrasse 107, 8008 Zürich  
 nism@systbot.uzh.ch

## Schwermetallbelastung in der Schweiz – Moose zeigen die Änderungen seit 1990

Die Schweiz nahm im Jahr 2010 wiederum am europäischen Projekt «Monitoring of atmospheric heavy metal and nitrogen deposition in Europe using bryophytes» teil (ICP Vegetation, <http://icpvegetation.ceh.ac.uk/>). Im Auftrag des BAFU wurde, wie schon in den Jahren 1990, 1995, 2000 und 2005, der atmosphärische Eintrag verschiedener Metalle und Halbmetalle mit Hilfe von Moosen (*Hypnum cupressiforme* oder *Pleurozium schreberi*) als akkumulative Biomonitoren geschätzt. Im Jahr 2010 wurde an einigen Orten auch PAK (Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe) in Moosen bestimmt. Flächig wachsende, pleurokarpe Moose, die nicht auf mineralischem Boden wachsen, eignen sich für diese Untersuchungen sehr gut. Sie nehmen Wasser und alle Nährstoffe wie auch Schadstoffe nicht über Wurzeln, sondern direkt aus der Atmosphäre auf.

### Metalle

In der Zeit von 1985 bis heute wurden viele Industrieanlagen im In- und Ausland stillgelegt oder saniert und die Verbrennung von Erdölprodukten wurde sauberer. Diese Emissionsminderung spiegelt sich gut in den Konzentrationen im Moos (Abb. 1). Die Diagramme zeigen den jeweiligen normierten Medianwert der gemessenen Schwermetalle aufgeteilt nach ihrem Verhalten über die Zeit.

**Links:** Arsen, Cadmium, Vanadium und vor allem Blei haben seit 1990 stark abgenommen (71%, 62%, 64% resp. 86%). **Mitte:** Kobalt, und Quecksilber nahmen ebenfalls ab, wenn auch nicht so stark wie die ersteren (43% resp. 39%). Auch bei Chrom, Eisen und Nickel wurde in den späteren Perioden weniger gemessen als 1990 (42%, 38%, 54%), aber es gab zwischenzeitlich auch wieder Zunahmen. **Rechts:** Der Median der Kupferkonzentrationen blieben über die 5 Perioden etwa gleich und Zink nahm erst zwischen 2005 und 2010 deutlich ab (32%).

Für Cadmium, Quecksilber und Blei wurden in den letzten Jahrzehnten spezifische emissionsmindernde Massnahmen ergriffen wie die Sanierung von Kehrlichtverbrennungsanlagen (v.a. Cd) und Krematorien (Hg) sowie die Einführung von bleifreiem Benzin; dies spiegelt sich gut in den Konzentrationen im Moos.

### Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

PAK sind organische Schadstoffe, die hauptsächlich aus anthropogenen Quellen stammen. Die Hauptemittenten sind Industrie, Verkehr und Heizungen (Verbrennung von fossilen Brennstoffen). PAK sind z.T. sehr giftig (karzinogen, mutagen, immunotoxisch). Sie bauen sich nur langsam ab und werden in der Nahrungskette angereichert.

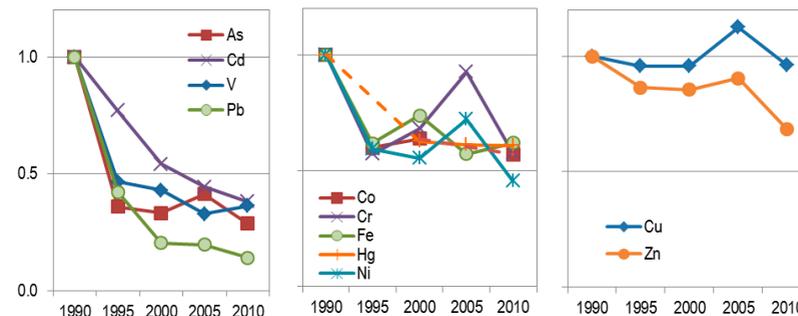


Abbildung 1. Verlauf der Schwermetallkonzentrationen von 1990 bis 2010: Die Werte wurden auf die Konzentrationen von 1990 normiert.

13 verschiedene PAK wurden an 14 Orten im Mittelland (SW-NE – Transsekt) und an 6 Orten in der Region Basel analysiert. In Abbildung 2 wird die Summe dieser 13 Komponenten in einer Karte dargestellt. Es zeigt sich deutlich, dass die Konzentrationen im westlichen Mittelland geringer sind als im dichter bevölkerten zentralen und östlichen Mittelland, und diese meist geringer als diejenigen in der Umgebung von Basel, mit einigen chemischen Industrien. Der Vergleich mit der Messung von neun PAK an NABEL-Stationen (Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe) und dreizehn PAK im Boden von NABO-Standorten (Nationale Bodenbeobachtung) jeweils im Umkreis von wenigen Kilometern zeigt eine gute Korrelation.

### Fazit

Diese Untersuchung zeigt, dass mit der relativ günstigen Moosanalyse-Methode die Entwicklung der Deposition über die Zeit für viele Metalle gut geschätzt werden kann. Damit konnte die Wirkung von emissionsmindernden Massnahmen dokumentiert werden. Die verwendete Methode kann deshalb für Erfolgskontrollen im Umweltschutz empfohlen werden. Auch für die Überwachung der PAK bieten sich die Moose an.

Thöni L, Seidler E., Schnyder E., Ehrenmann, J. 2013: Deposition von Luftschadstoffen in der Schweiz. Moosanalysen 1990-2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1328, 170 S. Der Bericht kann unter [www.bafu.admin.ch/uz-1328-d](http://www.bafu.admin.ch/uz-1328-d) heruntergeladen werden.

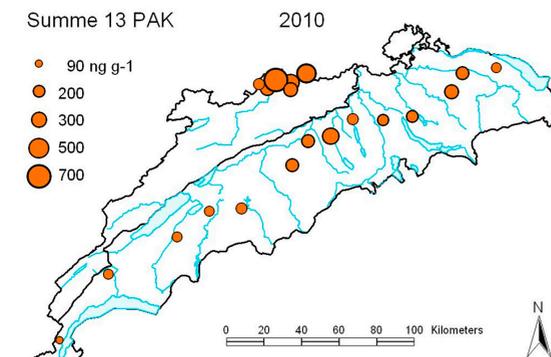


Abbildung 2. Summe der Konzentration von 13 PAK im Mittelland und der Region Basel in den 2010 gesammelten Moosproben. Die Grösse der Punktfläche ist ungefähr proportional zur Konzentration im Moos.

Lotti Thöni, FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung, Rapperswil