

## Moose als Biomonitoren\*

Lotti Thöni, FUB - Forschungsstelle für Umweltbeobachtung  
Untere Bahnhofstr. 30, Postfach 1645  
CH-8640 Rapperswil

Moose werden (eher selten) als sensitive Bioindikatoren, d.h. als empfindlich reagierende Lebewesen, eingesetzt: Beispiele sind:

### Moose als Luftverschmutzungszeiger

Moose werden als Anzeiger von Luftverschmutzung und sonstigen unwirtschaftlichen Bedingungen, wie Wärme und Trockenheit in den Städten herbeigezogen. Ein Beispiel ist die Diplomarbeit von Artémis Papert, die 1989 in Genf geschrieben wurde. In der Innenstadt fanden sich wenig epiphytisch wachsende Moosarten, gegen den Stadtrand hin wurden es mehr. Für solche Untersuchungen sind jedoch die Flechten bekannter.

### Moose als Nährstoffzeiger in Hochmooren

In Hochmooren kann die Zusammensetzung der Torfmoosgesellschaft ein wichtiger Hinweis auf erhöhten Nährstoffeintrag geben: die bunte verändert sich zur braungrünen Gesellschaft. In Arten ausgedrückt heisst das:

### Rückgang von

*Sphagnum magellanicum*  
*S. fuscum*  
*S. capillifolium*  
*S. cuspidatum*  
v.a. *S. tenellum*

### Zunahme von

*S. recurvum*

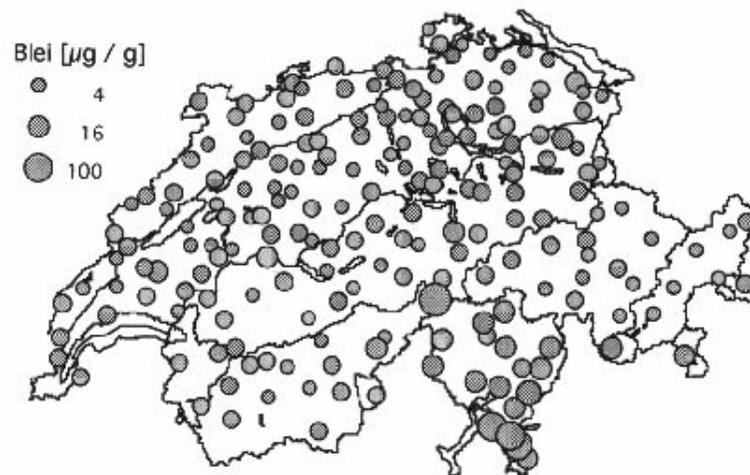


Abb. 1: Bleikonzentration im Moos (*Pleurozium schreberi*, *Hypnum cupressiforme*) in µg/g Trockengewicht 1995. Die Fläche der Punkte ist proportional zur Konzentration im Moos.

\*gehalten anlässlich der Jahresversammlung der SANW 1997

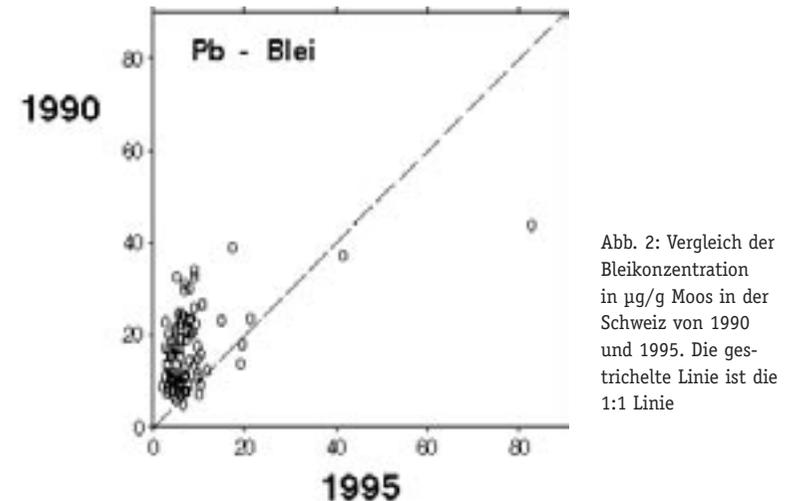


Abb. 2: Vergleich der Bleikonzentration in µg/g Moos in der Schweiz von 1990 und 1995. Die gestrichelte Linie ist die 1:1 Linie

Neben Arbeiten von J. Tüxen, 1983, in Niedersachsen und P. Ferguson & A.J. Lee, 1983, in Manchester, ergaben auch in der Schweiz Untersuchungen von Hochmooren, dass *S. tenellum* 1991 -1993 viel weniger häufig gefunden wurde als bei der Hochmoorkartierung 1978 - 1984 (1). Ein starker Hinweis, dass die "critical loads" für Stickstoff in Hochmooren (5 -10 kg N/(ha\*Jahr) stark überschritten sind. Für grosse Teile der Schweiz ergeben Messungen Werte von mindestens 20 kg N/(ha\*Jahr).

Definition "critical loads": Die höchste, für ein bestimmtes Ökosystem gerade noch zulässige Belastung mit einem Stoff, ohne dass langfristig nachteilige Veränderung in der Struktur und der Funktion zu erwarten sind.

Viel häufiger denn als sensitive Bioindikatoren werden Moose als akkumulative Bioindikatoren (Anzeiger) resp. Monitoren (für die Überwachung) von Schadstoffeinträgen eingesetzt.

Regionale Unterschiede, wie auch zeitliche Entwicklungen können überwacht werden.

Seit 1969 werden in Skandinavien, die von Åke Rühling und Germund Tyler "erfundene" Methode zur Bestimmung von Schwermetallbelastungen eingesetzt. 1990 und wiederum 1995 wurden in vielen Ländern Europas, darunter der Schweiz, Moose (*Pleurozium schreberi*, *Hypnum cupressiforme*, *Hylocomium splendens* u.a.) an quellenfernen Stellen gesammelt und die Konzentrationen von mindestens neun Schwermetalle darin bestimmt (2, 3, 4). Die Ergebnisse zeigen, dass in gewissen Teilen des ehemaligen Ostblocks sehr hohe Konzentrationen auftreten, es aber auch in den westeuropäischen Ländern Regionen gibt, die stark belastet sind. In der Schweiz gilt dies vor allem für die Teile südlich der Alpen. Abbildung 1 zeigt die Bleikonzentrationen, die in den 1995 in der Schweiz gesammelten Moosen gefunden wurden.

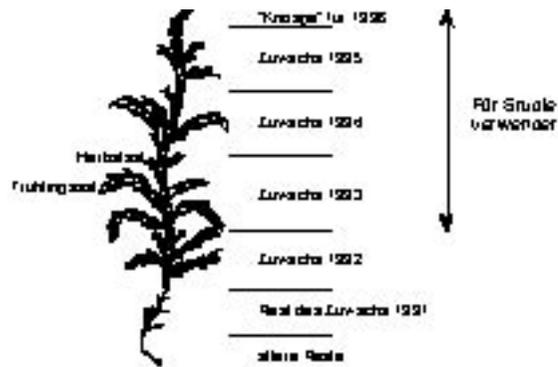


Abb. 3: Skizze eines trockenen Moosspösschens von *Pleurozium schreberi* mit den typischen Knicken bei den Jahresgrenzen und den Frühlings- und Herbststängeln.

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Pb-Konzentrationen im Moos zwischen 1990 und 1995. Es ist eine deutliche Abnahme von ca. 60% gefunden worden, was etwa der Emissionsabnahme dank bleifreiem Benzin entspricht.

Nur ein methodischer Aspekt dieser Moosmethode soll hier aufgezeigt werden. Für die Vergleiche ist es wichtig, dass die Moosteile dasselbe Alter haben, da die älteren Teile bei vielen Schwermetallen höhere Konzentrationen aufweisen (Akkumulation). Nach der Vorschrift wird der Zuwachs der letzten drei Jahre berücksichtigt. Glücklicherweise machen Moose "Jahrringe" (Abbildung

3). Das Moosspösschen zeigt im trockenen Zustand an den Jahresgrenzen Knicke, die auch beim feuchten Moos durch Biegung des Spösschens sichtbar werden. Bei den Jahresgrenzen lassen sich die Spösschen auch leicht auseinander reißen. Bei verästelten Stämmchen sind ausserdem die jeweiligen Frühlingstängel länger als die später abzweigenden Herbststängel, und reife Kapseln treten erst am vierjährigen Teil der Spösschen auf.

Für weitere methodische und andere Fragen fehlt leider die Zeit resp. der Platz. Doch soll diese kurze Darstellung zeigen, dass sich Moose gut und günstig als Bioindikatoren einsetzen lassen.

#### Literatur

- (1) **Schnyder N.** 1993: Vorprojekt zur Erfassung von Indikator-Moosen in den Objekten der Bundesinventare der Hoch- und Flachmoore von nationaler Bedeutung. Im Auftrag des BUWAL. Bern. 65 S plus Anhang
- (2) **Rühling, Å. (ed.)** 1994: Atmospheric heavy metal deposition in Europe - estimations based on moss analysis. *NORD* 1994: 9, 53 S.
- (3) **Schmid-Grob, I., Thöni, L., Hertz, J.** 1993: Bestimmung der Deposition von Luftschadstoffen in der Schweiz mit Moosanalysen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 194 - Luft, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (ed.), Bern, Januar 1993, 173 S.
- (4) **Thöni, L.** 1998: Bestimmung der Deposition von Luftschadstoffen in der Schweiz mit Moosanalysen, 1990 - 1995. Umweltmaterialien, BUWAL, Bern, im Druck

## Inventaire de la flore lichénique suisse: liste rouge des lichens épiphytes et terricoles.

### Partie II: lichens terricoles.

#### Travail effectué lors des deux premières années du projet.

**Mathias Vust et Philippe Clerc**, Conservatoire et Jardin botanique, Case postale 60, CH-1292 Chambésy/GE

Ce travail étant le premier, en Suisse, à étudier les lichens terricoles pour l'ensemble de la Suisse, il a été mis au point une méthode originale pour établir un niveau 0, de référence, pour la connaissance et l'étude de ces organismes. Deux éléments ont orienté l'édification de la méthode: d'abord, les lichens terricoles sont beaucoup plus éparpillés que les corticoles ou les saxicoles. Cela peut se comprendre par le deuxième point: poussant aussi lentement que les autres lichens, mais sur le sol, les lichens terricoles sont plus que les autres soumis à la concurrence des plantes à fleurs. Il fallait donc utiliser une maille de relevé assez grande, et qui tienne compte de la végétation. Nous avons choisi de prendre, comme relevés aléatoires, des km<sup>2</sup> tirés au hasard sur la surface des unités de paysages végétaux, tels que définis par Hegg, Béguin & Zoller (1993). Selon eux, un paysage végétal est défini comme une portion du paysage, homogène quant à la géologie, la topographie, le climat, le sol (conditionné par les trois premiers) et la végétation (conditionnée par les quatre premiers). Chaque paysage a donc une végétation climacique potentielle homogène et une seule succession y menant. Cela correspondait à ce que nous cherchions puisque les lichens terricoles sont susceptibles d'apparaître dans les stades pionniers d'une succession. Hegg, Béguin & Zoller ont défini

31 unités de paysage végétaux, il nous restait à étudier les unités de flore lichénique terricole correspondantes. Pour cela nous nous sommes tirés au hasard sur la surface de chacune des 31 unités de paysage 10 carrés de 1 km<sup>2</sup> chacun. Ces 10 relevés A (aléatoires) devaient être parcourus le plus complètement possible pour y visiter tous les différents milieux naturels et artificiels s'y trouvant et pour y chercher la présence ou l'absence de lichens terricoles. Les relevés B (non aléatoires) devaient permettre ensuite de visiter les milieux du paysage végétal qui n'étaient pas apparus dans les 10 km<sup>2</sup> de relevés A. Ainsi, il devait être possible, relativement rapidement, de connaître l'absence ou la présence de lichens terricoles dans tous les milieux de tous les paysages végétaux de Suisse.

#### Résultats après deux ans de travail.

**Pour le Jura**, il existe des forêts de conifères, sur affleurements calcaires, très riches en lichens terricoles. Au contraire les hêtraies en sont très pauvres. Les pâturages, pour autant qu'il s'y trouve des rochers affleurant, peuvent être très riches; mais très pauvres si les roches ont été sorties du pâturage et empilées en murs. Ce sont alors ces murs qui contiennent dans les creux et parmi la mousses des lichens terricoles. Les talus de route,