

Waldbodenmoose als Zeigerpflanzen und Bioindikatoren – Erkennen, Bestimmen, Nutzen –

Von A. Roloff und K. M. Stetzka, Tharandt

Einleitung

In dem vor etwa einem Jahrzehnt in dieser Zeitschrift erschienenen Bestimmungsschlüssel für einheimische Waldmoose (ROLOFF 1987) wurde die Vermutung geäußert, daß die Bedeutung der Moose als Zeigerpflanzen zunehmen könnte. Zahlreiche Veröffentlichungen der letzten Jahre, z. B. die Arbeiten von DÜLL (1991), BIERNARTH und ROLOFF (1993), FRAHM (1993) und STETZKA (1993), bestätigten diese Vermutung.

Die angeführten Arbeiten verdeutlichen, daß Moose nicht nur als Zeigerpflanzen zur Beurteilung der Standortqualität (Nährstoffversorgung und Wasserhaushalt) geeignet sind, sondern darüber hinaus auch als ausgezeichnete „Frühindikatoren“ für Umweltveränderungen (STETZKA 1994) einsetzbar werden. So können sie z. B. eine oberflächennahe Versauerung viel früher und genauer anzeigen als Höhere Pflanzen, die Standortveränderungen und -belastungen oft noch längere Zeit durch ihr weit oder tief reichendes Wurzelsystem kompensieren können. Moose hingegen eignen sich besonders gut als Bioindikatoren, da sie die Nähr- und Schadstoffe direkt über die gesamte Oberfläche aufnehmen, als immergrüne Pflanzen das ganze Jahr über präsent sind, mit Hilfe der kleinen und leichten Sporen über größere Entfernungen schnell neue Standorte besiedeln können und in ihrer Vitalität und ihrem Deckungsgrad nicht durch Wildverbiß beeinträchtigt werden (STETZKA 1993).

Aus diesem Grunde berücksichtigt der vorliegende Schlüssel sowohl Arten, die als Zeigerpflanzen für die forstliche Praxis Bedeutung haben, vgl. FORSTLICHE STANDORTSAUFNAHME (1980), als auch Arten, die für die Bioindikation von Luftverunreinigungen, Versauerung, Eutrophierung sowie Entwässerung bzw. Austrocknung in Wäldern wichtig sind. Die Bedeutung der Waldbodenmoose wird mit Sicherheit weiter zunehmen. Zum besseren Wissen über diese Pflanzen möchte auch diese Veröffentlichung beitragen!

Ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl der Moose war die Möglichkeit der sicheren Bestimmung der Art mittels einer

10fach vergrößernden Lupe. Aus diesem Grund sind die Arten *Dicranum majus* und *Hypnum cupressiforme* nicht mehr im Schlüssel enthalten. Mit den fünf neu aufgenommenen Arten umfaßt der Schlüssel nun 22 Arten. Hinzu kommt die Gattung der *Sphagnum*-Arten, die aufgrund der schwierigen Bestimmung nicht weiter aufgeschlüsselt ist.

Neu sind Informationen zur Ökologie, Bioindikation, Gefährdung und zu den Substraten, auf denen die Arten vorkommen können. Der Verweis auf „Ähnliche Arten“ und die Verwendung der Standortskennziffern nach der FORSTLICHEN STANDORTSAUFNAHME (1980) erleichtern die sichere Bestimmung. Auf eine Nennung von Zeigerwerten wurde bewußt verzichtet, da sie bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht genügend experimentell abgesichert sind.

Benutzung des Schlüssels und Nomenklatur

Die Nomenklatur richtet sich nach FRAHM und FREY (1992). Da sich der Schlüssel auf die wichtigsten einheimischen Arten beschränkt, in Deutschland aber ca. 1000 Arten heimisch sind, sind die Informationen neben den Abbildungen (ähnliche Arten, Substrate, Größenangaben, Standortskennziffern etc.) zu beachten. Der Schlüssel ist praktisch ganzjährig anwendbar, da er fast ausschließlich auf vegetativen Merkmalen aufbaut. Zur sicheren Unterscheidung von ähnlichen Arten wurden lediglich bei *Dicranella heteromalla* und *Pohlia nutans*, zwei Arten, die sehr häufig Sporophyten bilden, auch generative Merkmale in den Schlüssel eingearbeitet.

Durch die Verwendung der Standortskennziffern nach der FORSTLICHEN STANDORTSAUFNAHME (1980) wird die Bestimmung erleichtert, da einige Moose nur auf trockenen, andere auf sehr feuchten bzw. nassen Standorten von vornherein ausscheiden. Daher sollten die Kennzahlen der ökologischen Artengruppen bei der Bestimmung berücksichtigt werden. Nach der FORSTLICHEN STANDORTSAUFNAHME stehen im einzelnen die römischen Zahlen für die Feuchtigkeitsverhältnisse und die arabischen Ziffern für die Humusform, bedingt durch die Acidität (siehe Tab. 1).

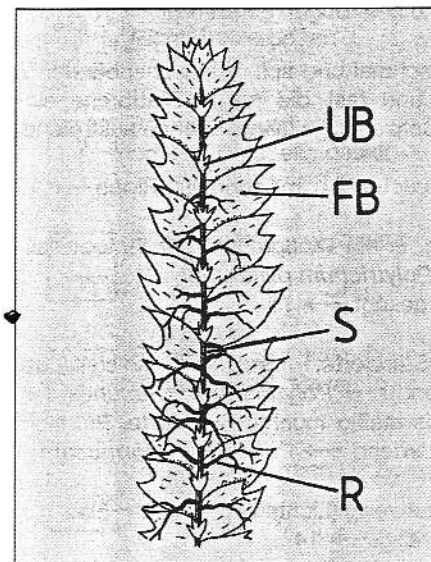


Abb. 1: Typisches folioses Lebermoos (*Lophocolea bidentata*, Unterseite) mit Unterblättern (UB), Flankenblättern (FB), Stamm (S) und Rhizoiden (R).

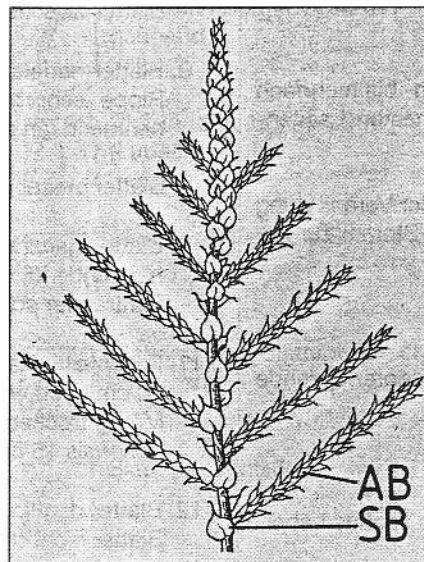


Abb. 2: Typisches Astmoos (*Eurhynchium praelongum*) mit Stammblättern (SB) und Astblättern (AB).

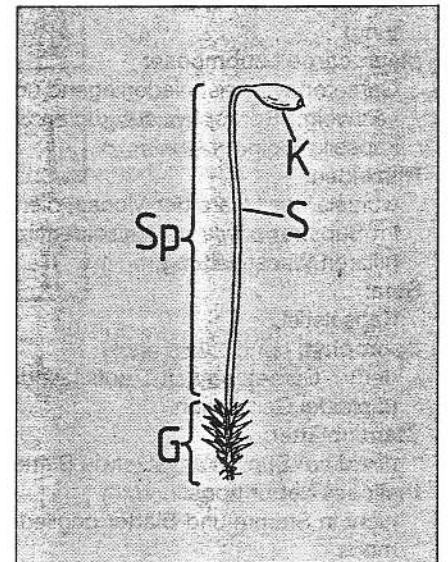


Abb. 3: Unterscheidung von Sporophyt (Sp), Gametophyt (G), Seta (S) und Kapsel (K).

Tab. 1: Erklärung der verwendeten Standortkennziffern (Ökologische Artengruppen, nach Forstliche Standortaufnahme 1980)

Feuchtigkeitsverhältnisse

- I = Schwergewicht auf trockenen (und/oder warmen) Standorten
- II = Schwergewicht auf mäßig trockenen bis mäßig frischen Standorten
- III = Schwergewicht auf frischen bis sehr frischen Standorten
- IV = Schwergewicht auf feuchten bis wechselfeuchten Standorten
- V = Schwergewicht auf mäßig nassen Standorten
- VI = Schwergewicht auf nassen Standorten

Humusform (bedingt durch die Bodenazidität)

- 1 = Rohhumus (stark sauer bis sehr stark sauer)
- 2 = schlechtere Moder-Humusformen (sauer)
- 3 = bessere Moder-Humusformen (mäßig sauer)
- 4 = F-Mull (schwach sauer)
- 5 = L-Mull (neutral-alkalisch)

Tab. 2: Erklärung der Fachausdrücke

acrocarpe Laubmoose:

Gametophyt aufrecht, wenig oder gar nicht verzweigt; Sporophyt an der Spitze der Stämmchen („gipfelkapselig“).

Astblätter:

an den vom Stamm abgehenden Ästen ansetzende Blätter bei pleurocarpen Laubmoosen.

Flagellen:

kleinblättrige, verdünnte Seitensprosse, die der vegetativen Vermehrung dienen.

Flankenblätter:

in der Regel zweizeilig angeordnete, meist seitlich ausgebreitete Blätter der foliosen Lebermoose.

folioses Lebermoos:

beblättertes Lebermoos, Pfl. in Rhizoiden, Stamm, Flanken- und (in der Regel) Unterblätter gegliedert.

Gametophyt:

grüne Moospflanze (haploide Generation).

Kapsel:

sporenbildender Teil des Sporophyts (Theka oder Urne).

Paraphyllien:

pfriemliche oder verzweigte blattartige Gebilde, als dichter Filz dem Stamm anliegend (kapillare Wasserleitung).

pleurocarpe Laubmoose:

Gametophyt meist niederliegend und ein- bis mehrfach verzweigt; Sporophyt auf kurzen Seitenästen („seitenkapselig“).

Rhizoiden:

wurzelartige Haare der Moose, dienen der Verankerung im Substrat sowie als Rhizoidenfilz am Stamm zur kapillaren Wasserleitung.

Seta:

Kapselstiel.

Sporophyt:

dem Gametophyten aufsitzende, sporenbildende (diploide) Generation.

Stammbblätter:

direkt am Stamm ansetzende Blätter.

thalloses Lebermoos:

nicht in Stamm und Blätter gegliedertes flaches Lebermoos.

Unterblätter:

Bauchblätter bzw. Amphigastrien; auf der Unterseite des Stengels, meist kleiner und anders gestaltete Blätter der foliosen Lebermoose.

Bestimmungsschlüssel

1. Pflanze nicht in Stämmchen und Blätter gegliedert. → thalloses Lebermoos, *Pellia epiphylla*
- Pfl. in Stämmchen und Blätter gegliedert. → 2
2. Pfl. mit 2 Reihen seitlich angeordneter Flankenblätter und unterseits einer Reihe Unterblätter. Blätter ohne Rippe. → 3 (Foliose Lebermoose)
- Pfl. spiralig beblättert (selten Blätter in eine Ebene gedrängt, doch dann keine Unterblätter. → 4 (Laubmoose)
3. Flankenblätter quer am Stämmchen angewachsen, in 2-3 Zipfel unterteilt und am Rande bewimpert. Bewimperte Unterblätter groß. → *Ptilidium ciliare*
- Flankenblätter an der Spitze mit 3 Zähnen, Unterblätter breiter als lang. Stämmchen bauchseitig mit zahlreichen peitschenförmigen Flagellen. → *Bazzania trilobata*
4. Pfl. quirlig verzweigt, mit abstehenden und hängenden Ästen, am Stämmchenende viele kurze Äste zu einem dichten Köpfchen gehäuft (Edelweißhabitus!) Blätter ohne Rippe. → *Sphagnum div. spec.*
- Pfl. nicht quirlig verzweigt. → 5
5. Pfl. wachsen ± senkrecht zum Substrat (evtl. überhängend), und sind wenig oder gar nicht verzweigt (z. T. Einzelpflanzen nicht sogleich unterscheidbar - „Filz“). → 6 (Gipfelkapselige/acrocarpe Laubmoose)
- Pfl. ± kriechend auf dem Substrat (nur die Spitzen evtl. aufgerichtet) und in ein Hauptstämmchen und abstehende Äste gegliedert. → 17 (Seitenkapselige/pleurocarpe Laubmoose, Astmoose)
6. Pfl. zweizeilig beblättert, Blätter mit Rückenflügel, Rippe als Stachelspitze austretend. → *Fissidens taxifolius*
- Pfl. dreizeilig oder schraubig beblättert. → 7
7. Pfl. bilden halbkugelige, silbrig glänzende Polster („Nadelkissen“). Rippe nicht erkennbar. → *Leucobryum glaucum*
- Habitus der Pfl. anders. Blätter mit deutlicher Rippe. → 8
8. Blätter stehen rundherum vom Stämmchen ab („Flaschenbürsten“, „Sternchen“). → 9
- Blätter einseitig verbogen („Besen“). → 16
9. Blätter nadelartig schmal und spitz („Flaschenbürsten“). Rippe sehr breit und fast die ganze Blattbreite einnehmend, an der Spitze als gezähnte Granne austretend. → 10
- Blätter breiter („Sternchen“) u. mit schmaler Rippe. → 12
10. Blätter ganzrandig, in ein weißgraues, gezähntes Glashaar endend. → *Polytrichum piliferum*
- Blattränder scharf gesägt. → 11
11. Feuchte bis nasse Standorte. Pfl. sehr groß und steif (über 15 cm hoch werdend). → *Polytrichum commune*
- Mäßig trockene bis mäßig feuchte Standorte. Pfl. nicht höher als 15 cm werdend. → *Polytrichum formosum*
12. Blätter deutlich querwellig (Lichtspiegelung!). → 13
- Blätter nicht querwellig. → 14
13. Pfl. allesamt steif aufrecht. Blätter allmählich in Spitze auslaufend und unterseits gezähnt. Blattrand mit Doppelzähnen, Rippe mit aufrechten Lamellen. → *Atrichum undulatum*

- Teil der sterilen Pflanzen überhängend, Blätter dann fast scheinbar zweizeilig; fertile Pfl. aufrecht, einfach verzweigt („Bäumchen“). Blätter abgerundet, Rippe als Stachelspitze austretend, Blattrand einfach gezähnt. → *Plagiomnium undulatum*
- 14. Rippe bis in die Blattspitze reichend, oft austretend: Blätter lanzettlich, scharf zugespitzt. Kapseln sehr häufig, birnenförmig; hängend bis nickend. → *Pohlia nutans*
 - Rippe vor der Blattspitze endend; Stämmchen mit rotem Rhizoidenfilz. → 15
- 15. Blattrand mit braunrotem Saum und doppelter Zahnreihe. Rippe rotbraun, in der Regel mit einigen kleinen Zähnen auf der Unterseite. Rotbrauner Rhizoidenfilz nur unten am Stämmchen. → *Mnium hornum*
 - Blattrand ungesäumt, etwas eingeschlagen. Dichter rotbrauner Rhizoidenfilz am ganzen Stämmchen. → *Aulacomnium palustre*
- 16. Pfl. nicht größer als 3 cm werdend, aus „Leseentfernung“ lediglich „filziger Rasen“ erkennbar (kaum Einzelpflanzen oder Blätter unterscheidbar). → *Dicranella heteromalla*
 - Pflanzen bis 10 cm hoch, Stämmchen mit weißbraunen Rhizoidenfilz. Blätter an der Spitze gesägt. Sehr formenreich! → *Dicranum scoparium*
- 17. Blätter scheinbar zweizeilig (in eine Ebene gedrängt), quergewellt, Pfl. wenig verzweigt. → *Plagiothecium undulatum*
 - Blätter spiralig angeordnet, glatt oder längsfaltig. Pfl. stärker verzweigt. → 18
- 18. Stämmchen rot. → 19
 - Stämmchen grün. → 22
- 19. Pfl. stockwerkartig aufgebaut (jüngste Triebe entspringen aus dem Rücken der vorjährigen). Spitze der Stammblätter plötzlich abgesetzt und geschlängelt. → *Hylocomium splendens*
 - Habitus und Blattspitze nicht so. → 20
- 20. Blätter in eine lange Spitze ausgezogen, sparrig abstehend oder zurückgekrümmt, längsfaltig. → 21
 - Blattspitze ± stumpf, Blä. eiförmig, dachziegelartig anliegend, nicht faltig. Seitenäste recht regelmäßig angeordnet. → *Pleurozium schreberi*
- 21. Blätter an der Spitze der Stämmchen schopfig gehäuft, fast stengelumfassend, breitherzformig. Doppelrippe bis zur Blattmitte. Sehr große, kräftige Art basenreicher Standorte. → *Rhytidiadelphus triquetrus*
 - Blätter an der Spitze der Stämmchen nicht schopfig gehäuft. Stammblätter sehr langspitzig. Rippe fehlend oder kurz und doppelt. Großes Moos saurer Standorte. → *Rhytidiadelphus loreus*
- 22. Pfl. sehr regelmäßig einfach gefiedert, an Straußfedern bzw. Farnwedel erinnernd. Blattspitzen sichelförmig einseitswendig, Rippe fehlend oder kurz und doppelt. → *Ptilium crista-castrensis*
 - Pfl. unregelmäßig gefiedert, Stammblätter herzförmig, stark längsfaltig. Rippe vor der Blattspitze endend. → *Eurhynchium stratum*

Tab. 3: Erklärung der verwendeten Symbole



Blätter gleichmäßig um den Stengel herum angeordnet



Pflanzen aufsteigend



Blatt quergewellt



Blätter zweizeilig angeordnet



Pflanzen steif aufrecht



Blatt längsfaltig



Blätter besenartig in eine Richtung verbogen



Pflanzen übergebogen/überhängend



Stengel mit Rhizoidenfilz



Pflanzen unverzweigt oder z. T. gabelig geteilt



Blattrand gesägt/gezähnt (Lupe!)



gefährdete Art (zumindest regional)



Pflanzen quirlig verzweigt



Blattrippe bis in die Blattspitze



stark gefährdete Art (zumindest regional)



Pflanzen überwiegend nur mit Seitenästen 1. Ordnung



Blattrippe die Blattspitze nicht erreichend



Höhe bzw. Länge (L) der Pflanzen in cm



Pflanzen mehrfach verzweigt



Blattrippe fehlend



Maßstabsangaben in cm (unbedingt beachten!)



Pflanzen niederliegend oder sich am Boden dahinschlängelnd



Blatt hohl bzw. Blattrand eingerollt

Merkmale, Ökologie und Indikatoreigenschaften der berücksichtigten Arten (alphabetisch)

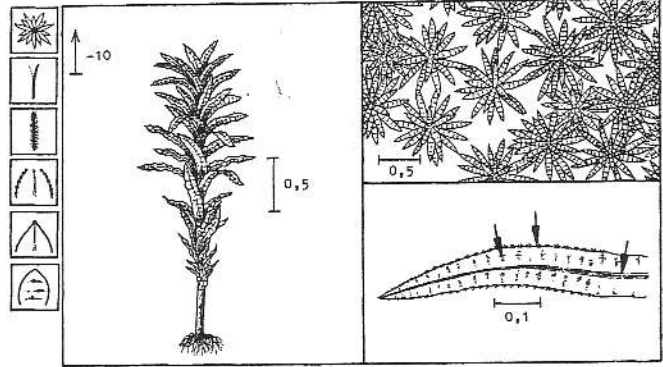
Atrichum undulatum P. Beauv.

Wellenblättriges Katharinenmoos II 3

Merkmale: Dunkelgrüne, bis 10 cm hohe Rasen. Blätter zungenförmig, lanzettlich, querwellig, Unterseite gezähnt, trocken kraus, 5–10 mm. Blattrand grob doppelt gezähnt, gesäumt. Rippe auf der Oberseite mit aufrechten Lamellen.

Ökologie: ± feuchter, lehmiger Boden.

Ähnliche Arten: *Mnium hornum* ohne Lamellen auf der Rippe. *Plagiomnium undulatum* mit abgerundeter Blattspitze, Blattunterseite glatt.



Aulacomnium palustre (Hedw.) Schwaegr.

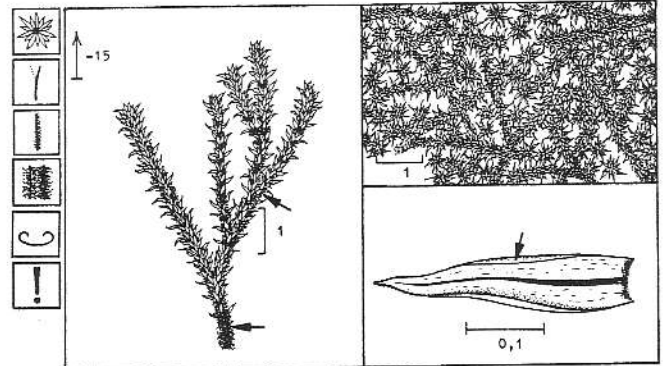
Sumpf-Streifenstermoos VI 2

Merkmale: Gelbgrüne, 10–15 cm hohe Rasen, z. T. gabelig verzweigt. Stämmchen mit dichtem, rotbraunem Rhizoidenfilz. Blätter lanzettlich, bis 5 mm, trocken verbogen.

Ökologie: In Mooren, Sümpfen, sumpfigen Wiesen und Wäldern.

Bioindikation: Durch Entwässerung, Austrocknung und Düngung vor allem im Flachland im Rückgang.

Ähnliche Arten: *A. turgidum* kommt nur in hochalpinen Heiden vor und hat zungenförmige Blätter.



Bazzania trilobata (L.) S. F. Gray

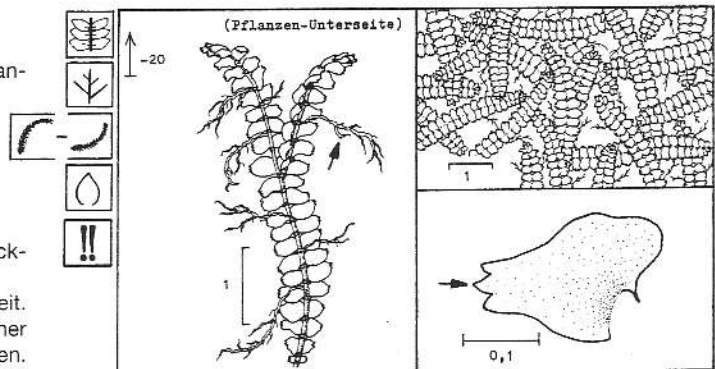
Dreilappiges Peitschenmoos III 1

Merkmale: Dunkelgrüne, ein- bis mehrfach gefiederte bis 20 cm lange und bis 6 mm breite Pfl. Flankenblätter bis 3 mm, in 3–4 kurzen Lappen endend; benachbarte Blätter überlappen sich. Unterblätter mehrfach unregelmäßig gelappt, breiter als lang. An der Stammunterseite bis 5 cm lange peitschenförmige Flagellen.

Ökologie: Auf feuchtem Rohhumus, seltener auf feuchtem Holz und kalkfreien Felsen. Nadelholzbegleiter.

Bioindikation: In Gebieten mit extremer Luftverschmutzung im Rückgang; empfindlich gegen Kalkungsmaßnahmen.

Ähnliche Arten: *B. flaccida* und *B. tricrenata* sind max. 2 mm breit. *Barbilophozia div. spec.* ohne Flagellen, Flankenbl. symmetrischer eingeschnitten und Unterbl., wenn vorhanden, tiefer eingeschnitten.



Dicranella heteromalla (Hedw.) Schimp.

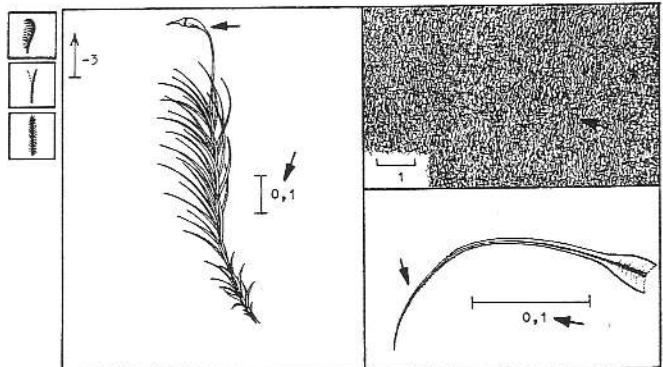
Kleines Besenmoos II 1

Merkmale: Grüne bis gelbgrüne dichte, bis 3 cm hohe Rasen. Endständige Blätter sichelförmig verbogen, 3–6 mm lang. Seta gelb.

Ökologie: Auf stark sauren, offenerdigen Standorten, seltener auf Silikatgestein.

Bioindikation: Wandert bei hoher Säurebelastung durch Niederschläge in reichere Buchenwaldgesellschaften ein (Stammfußbereich).

Ähnliche Arten: *D. cerviculata* kommt auf nacktem Torf vor und hat eine kropfige Kapsel. Andere *Dicranella*-Arten haben eine rote Seta. *Orthodicranum montanum* wächst auf saurer Rinde, morschem Holz und selten auf Silikatfelsen.



Dicranum scoparium Hedw.

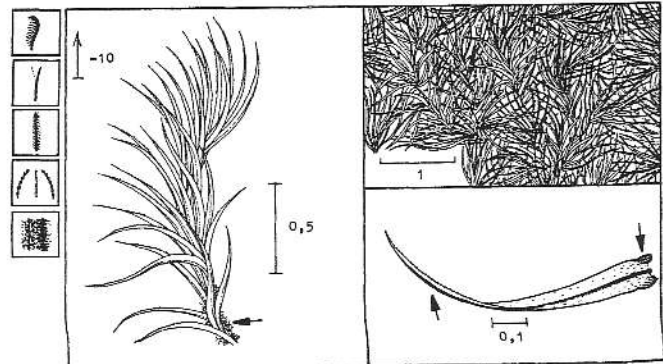
Gewöhnliches Besenmoos II 2

Merkmale: Stämmchen mit braunweißem Rhizoidenfilz, bis 10 cm hohe dichte, hellgrüne Rasen. Blätter 5–8 mm einseitwendig gebogen, an der Spitze gezähnt. Sehr formenreich!

Ökologie: Verbreitet auf Wald- und Heideboden (schlechte Humusformen), Moderholz und Silikatfelsen. Bei hoher Luftfeuchte auch als Epiphyt.

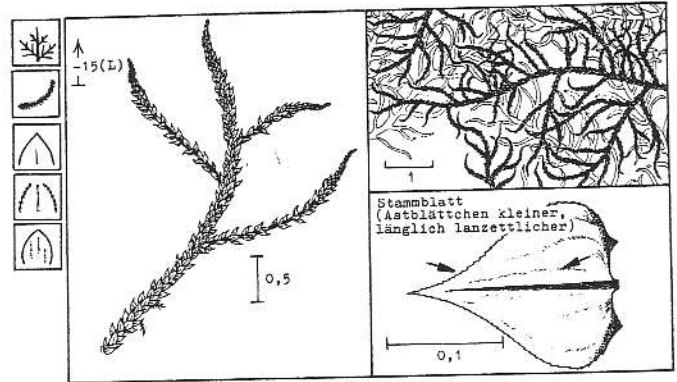
Bioindikation: Bei stärkerer Luftverschmutzung nur steril.

Ähnliche Arten: *D. majus* ist in der Regel größer, die Blätter sind stärker sichelförmig gekrümmt. *D. fuscescens* ist trocken kraus beblättert. *D. polysetum* hat stark gewellte, kaum einseitwendige Blätter.



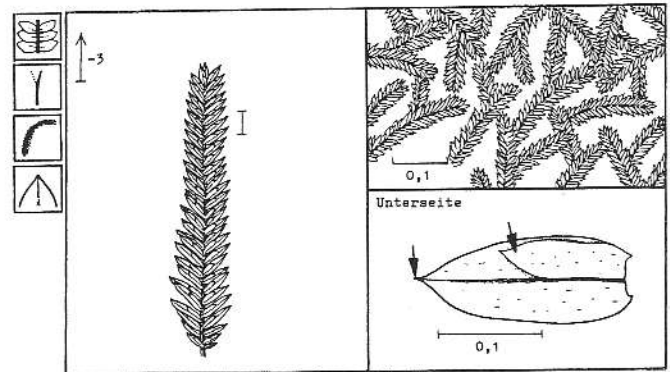
Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp.
Gestreiftes Schönschnabelmoos II 3

Merkmale: Pfl. ± bäumchenförmig verzweigt, bis über 1 m² große Rasen bildend. Blätter herzförmig, 2–3 mm, stark längsfaltig, feingesägt. Rippe vor der Blattspitze endend.
Ökologie: Auf nährstoffreichen Böden in Laubwäldern, selten auf Moderhumus und Gestein übergehend.
Bioindikation: Bei starker Bodenversauerung und Aufforstung mit Nadelhölzern zurückgehend.
Ähnliche Arten: *E. angustirete* hat kürzere und stumpfere Blätter. *Brachythecium rutabulum* ± hohle, höchstens schwach faltige Blätter.



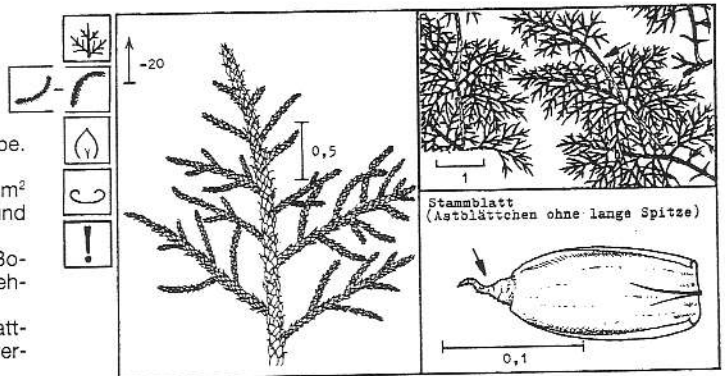
Fissidens taxifolius Hedw.
Eibenblättriges Spaltzahnmoos III 4

Merkmale: Stämmchen bis 3 cm hoch, zweizeilig beblättert, dunkelgrün. Blätter 1–2 mm mit Rückenflügel. Rippe als Stachelspitze austretend.
Ökologie: Erdmoos auf frischen, reichen tonig-kalkigen Böden.
Bioindikation: Bei starker Bodenversauerung aus dem Buchenstammfußbereich verschwindend.
Ähnliche Arten: *F. cristatus* hat keine austretende Rippe und oben gezähnte Blätter (Gesteinsmoos auf Kalk), *F. bryoides* ist < 1 cm und hat einen hellen Blattsaum.



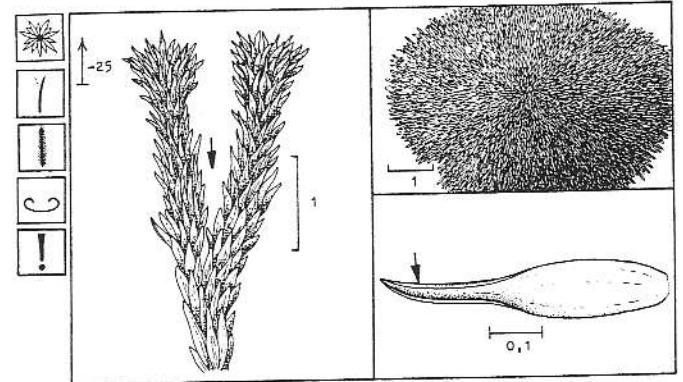
Hylocomium splendens (Hedw.) B.S.G.
Glänzendes Stockwerkmoos III 3

Merkmale: Gelbgrüne, glänzende bis 20 cm große Pfl., stockwerkartig aufgebaut. Äste zweizeilig gestellt bis dreifach gefiedert. Roter Stamm mit Paraphyllien besetzt. Die längsfaltigen Stammbblätter (1–3 mm) liegen dicht am Stengel. Kurze Doppelrippe. Blattspitze plötzlich abgesetzt.
Ökologie: Auf „mildem“ Humus (Nadelholz auf Kalk) oft viele m² deckende Reinbestände; Waldränder, Trockenrasen, Moore und Heiden.
Bioindikation: Früher weit verbreitet, heute durch Immission (Bodenversauerung) in starkem Rückgang und stellenweise schon fehlend.
Ähnliche Arten: *Thuidium*-Arten haben eine kräftige, bis in die Blattspitze reichende Rippe. *Pleurozium schreberi* ist nur einfach verzweigt und hat keine Paraphyllien.



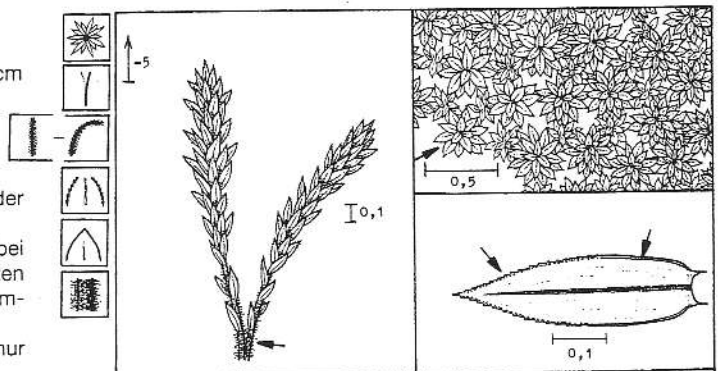
Leucobryum glaucum (Hedw.) Angstr.
Weißmoos, Kissenmoos I 2 und IV 2

Merkmale: Uhrglasförmige, schwammige (Wasser ausdrückbar!) bis 1 m² große, dichte, weißlichgrüne Polster. Einzelpflanze gabelförmig verzweigt. Blätter scheinbar ohne Rippe, bis 12 mm lang, mit röhri-ger Blattspitze.
Ökologie: Auf stark sauren, nährstoffarmen Böden in trockenen Kiefernwäldern und armen, verhagerten Laubwäldern. In feuchten Fichtenwäldern, Erlenbrüchen und Mooren. Selten auf morschem Holz oder als Epiphyt.
Bioindikation: Im Rückgang durch Eutrophierung und Bestandeskalkung.
Ähnliche Arten: Das ähnliche, aber seltenere *L. juniperoideum* läßt sich nur mikroskopisch unterscheiden.



Mnium hornum Hedw.
Gewöhnliches Sternmoos II 2

Merkmale: Dunkelgrüne (jg. Sprosse im Frühjahr hellgrün!) bis 5 cm hohe Rasen. Stämmchen unten mit rotem Rhizoidenfz. Blätter 4–8 mm, feucht aufrecht, trocken verdreht; aus schmalem Grund lanzettlich, zugespitzt, am Stämmchen herablaufend. Blattrand braunrot gesäumt mit doppelter Zahnreihe. Rippe rotbraun, kurz vor der Blattspitze endend; in der Regel mit einigen Zähnen auf der Unterseite.
Ökologie: Saure, humose Waldböden, Totholz, Silikalfelsen, bei hoher Luftfeuchte auch als Epiphyt. In feuchten Waldgesellschaften (Bruchwälder) vergleichsweise trockene Standorte (z. B. Baum-basis).
Ähnliche Arten: Die anderen gesäumten *Mnium*-Arten kommen nur auf Kalk vor bzw. im hohen Gebirge und sind seltener.

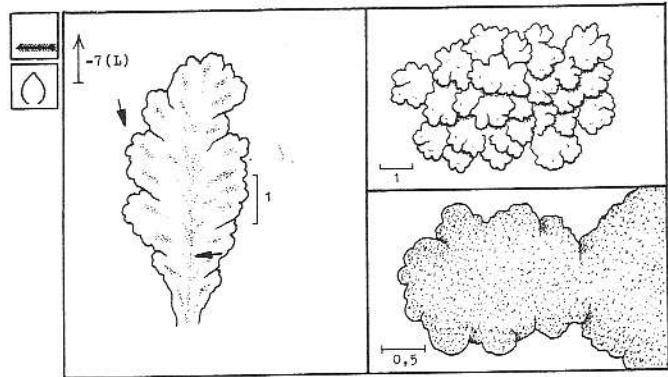


Pellia epiphylla (L.) Corda
Gewöhnliches Beckenmoos IV 2

Merkmale: Dunkelgrüner, an lichten Plätzen auch brauner bis rötlicher fleischiger Thallus, bis 1 cm breit mit schwärzlicher Mittelrippe. Auf optimalen Standorten mehrere dm² deckend. Thallusenden herzförmig ausgeschnitten.

Ökologie: Auf betont frischen/feuchten(dauerfeuchten) sauren, vegetationslosen Böden z. B. Bachufer, Wegränder.

Ähnliche Arten: Die seltenere *P. nessiana* kann nur bei vorhandenen Sporogonen unterschieden werden; *P. endiviifolia* bildet im Herbst geweihartige Brutäste und kommt ausschließlich auf Kalk vor. *Marchantia polymorpha* und verwandte Arten haben eine gefelderte Oberfläche und Atemporen.

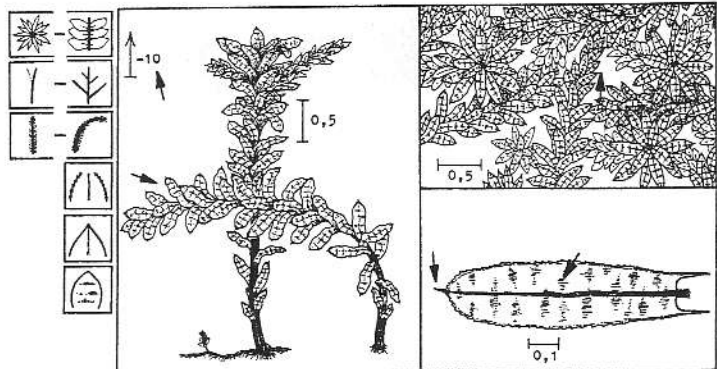


Plagiomnium undulatum (Hedw.) Kop.
Wellenblättriges Sternmoos III 4

Merkmale: Pfl. bis 10 cm; sterile Pflanzen bogenlampenförmig niedergekrümmt, fertile bäumchenförmig verzweigt, aufrecht mit zahlreichen Gipfelsprossen und mehreren Sporogonen. Blätter zungenförmig, bis 15 mm am Stämmchen herablaufend, gesäumt und gezähnt, deutlich quergewellt, trocken kraus. Rippe als Stachelspitze austretend.

Ökologie: Auf schattigem feuchten, gut stickstoffversorgten Waldböden, feuchten Wiesen, selten auf feuchtem, morschen Holz.

Ähnliche Arten: Die anderen *Plagiomnium*-Arten haben runde bis ovale Blätter, die nicht gewellt sind.



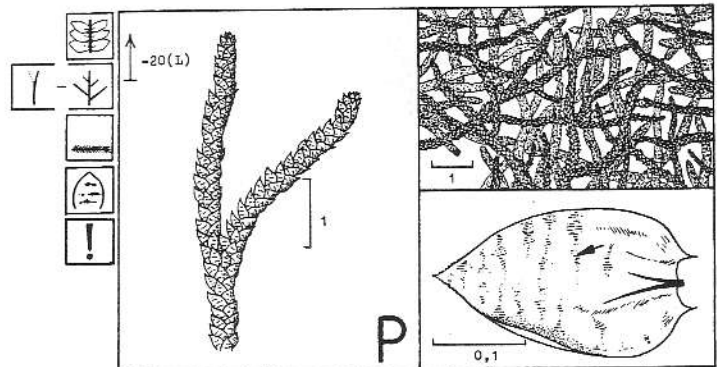
Plagiothecium undulatum (Hedw.) B.S.G.
Gewelltes Wurmmoos III 2

Merkmale: Bis 25 cm lange, wenig verzweigte weißgrüne ± glänzende Pfl. Blätter bis 5 mm, kurze Doppelrippe, eilänglich, hohl, scheinbar zweizeilig, am Stämmchen dachziegelartig angeordnet, quergewellt; trocken wenig verändert.

Ökologie: Feuchter Humus in Nadelwäldern, erdbedeckte Silikatblöcke, auf Torf.

Bioindikation: Früher durch Nadelholzanbau gefördert, aber heute bei starker Luftverschmutzung sehr gefährdet.

Ähnliche Arten: *Neckera crista* wächst auf Kalkgestein oder Borke; die anderen *Plagiothecium*-Arten sind deutlich kleiner und haben keine quergewellten Blätter.

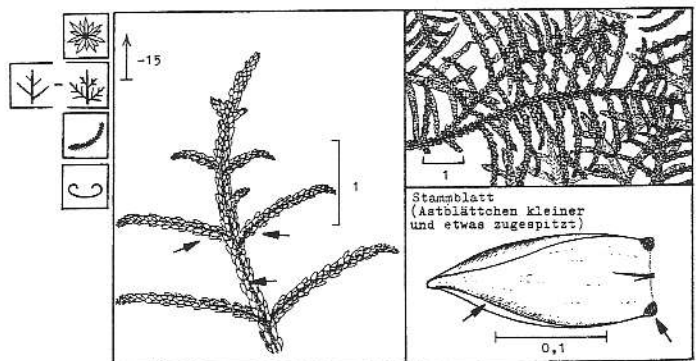


Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt.
Schreibers Rotstengelmoos II 1

Merkmale: Gelbgrüne bis 15 cm hohe, glänzende Filze, oft viele m² deckend. Stämmchen ± regelmäßig einfach gefiedert. Stammblätter bis 3 mm, breit eiförmig, hohl am Stämmchen anliegend (Stämmchen schimmert rot durch).

Ökologie: In sauren Nadelwäldern, Heiden und Mooren.

Ähnliche Arten: *Scleropodium purum* hat ein grünes Stämmchen und kommt nur auf besser nährstoffversorgten Standorten vor.



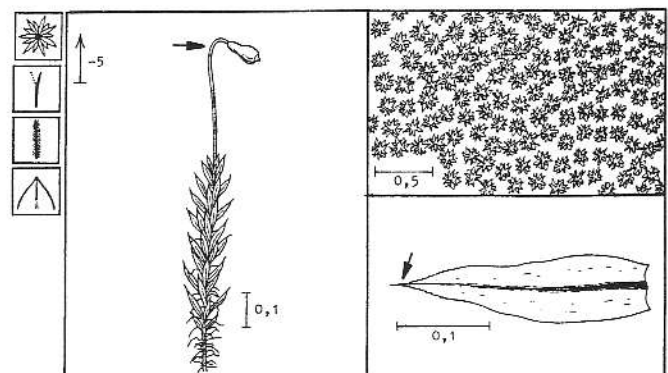
Pohlia nutans (Hedw.) Lindb.
Nickendes Pohlmoos II 1

Merkmale: Pfl. in 1–5 cm hohen, dichten Rasen. Blätter 1–2 mm, lanzettlich, scharf zugespitzt. Rippe bis in die Spitze bzw. austretend. Oft mit stabförmigen Endsprossen, die beim darüberstreichen abbrechen (vegetative Vermehrung). Fast immer mit Sporogonen: rote Seta; Kapsel nickend, birnenförmig.

Ökologie: Saure, humose Waldböden, Heiden, Moore, Totholz.

Bioindikation: Wandert bei hoher Säurebelastung in reichere Buchenwaldgesellschaften ein (Stammfußbereich).

Ähnliche Arten: *P. wahlenbergii* ist weißlich- bis bläulichgrün und kommt auf feuchten basenhaltigen Standorten vor. Zahlreiche *Bryum*-Arten, die vielfach einen gesäumten Blattrand haben und deren Zellnetz sechseckig-rhombisch (Mikroskop) ist.



***Polytrichum commune* Hedw.**

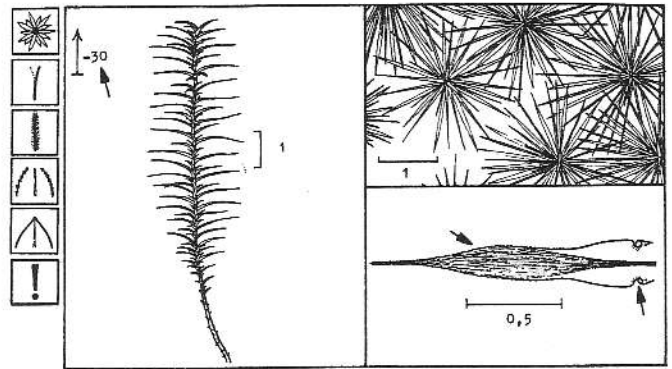
Großes Bürstenmoos V 1-2

Merkmale: Bis über 30 cm große Pfl. in lockeren Rasen. Blä. lanzettlich, bis 15 mm, trocken am Stämmchen anliegend, gesägt. Rippe oberhalb des weißen, breitscheidigen Blattgrundes fast die ganze Blattbreite einnehmend, in einer braunen Stachelspitze endend.

Ökologie: Feuchte bis nasse saure Standorte; Wälder, Moore, Bruchwälder.

Bioindikation: Als Feucht-/Nässezeiger durch Austrocknung/Entwässerung gefährdet.

Ähnliche Arten: Seltener auf feuchten/nassen Standorten *P. strictum* (Hochmoorart), mit dichten weißen Rhizoidenfilz und ganzrandigen Blättern.



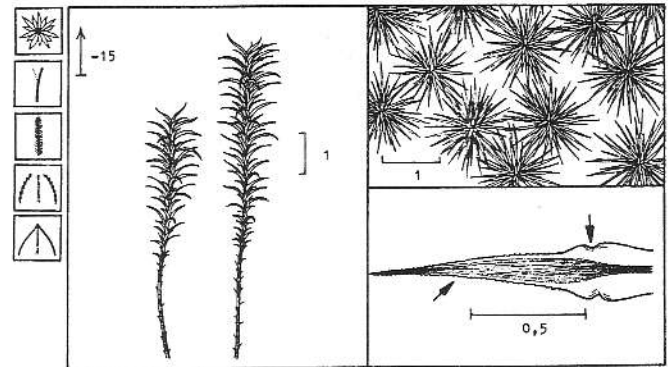
***Polytrichum formosum* Hedw.**

Wald-Bürstenmoos II 2

Merkmale: Stämmchen bis 15 cm hoch. Blätter bis 12 mm, trocken am Stämmchen anliegend. Vergleichsweise dichter als *P. commune* beblättert.

Ökologie: Auf saurem Waldboden, seltener Totholz, auf übererdeten Silikatfelsen; bis 1 m² große lockere Rasen.

Ähnliche Arten: Siehe *P. commune*.



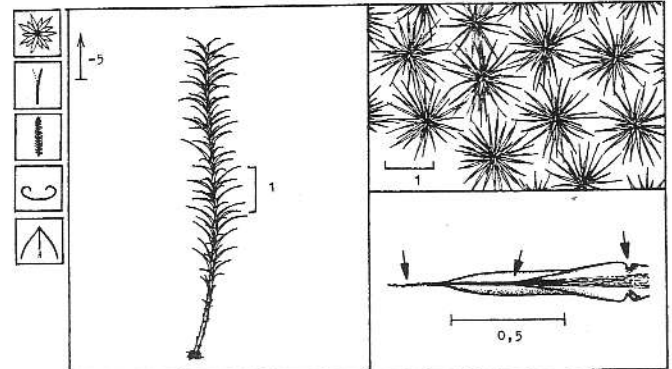
***Polytrichum piliferum* Schreb. ex Hedw.**

Haarblättriges Bürstenmoos I 2

Merkmale: 1-5 cm hohe Rasen. Blatt bis 5 mm. Blätter ganzrandig, eingeschlagen. Rippe endet in einem ± langen gezähnten weißgrauen Glashaar.

Ökologie: Saure, sonnige und trockene Standorte; verlagerte lichte Wälder, Sanddünen, flachgründige Silikatfelsen.

Ähnliche Arten: Auf vergleichbaren, aber nicht so extremen Standorten *P. juniperinum* mit rotbrauner Stachelspitze und Rhizoidenfilz.



***Ptilidium ciliare* (L.) Hampe**

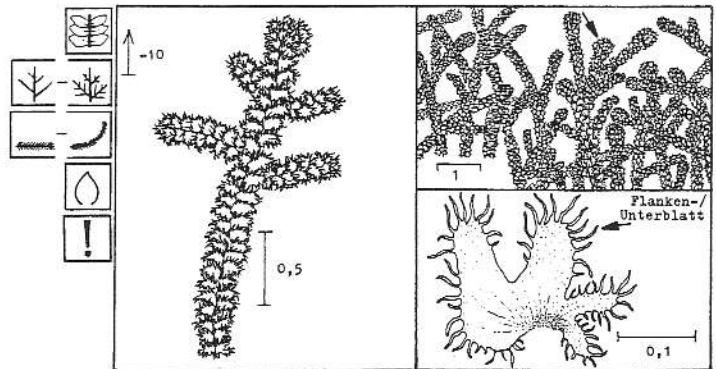
Sand-Federchenmoos II 1

Merkmale: Pfl. bis 10 cm hoch, oft in ausgedehnten Decken. Im Schatten grün, im Licht kupferfarben. Flankenblätter 2-4 mm, quer angewachsen, wie die ± gleichgroßen Unterblä. in 2-3 Zipfel unterteilt und am Rand dicht bewimpert.

Ökologie: In Heiden, lichten Nadelwäldern und Sanddünen aber auch auf Silikatgestein, selten auf Moorboden.

Bioindikation: In Westdeutschland durch Luftverschmutzung und Eutrophierung im Rückgang.

Ähnliche Arten: Das nur mikroskopisch unterscheidbare *P. pulcherrimum* ist deutlich kleiner (Zweige 1-2 mm breit) und in der Regel ein Epiphyt auf saurer Rinde.



***Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.**

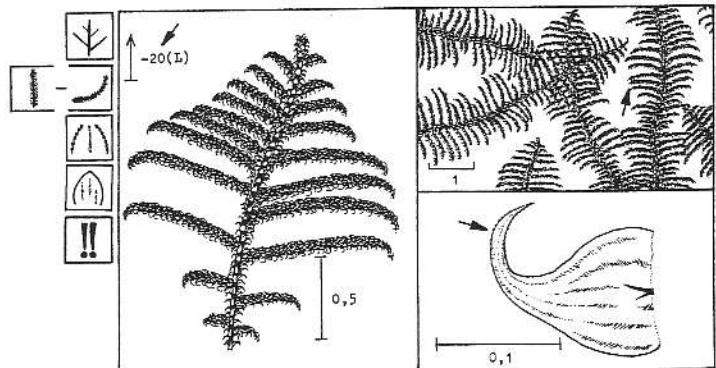
Straußfedernmoos, Farnwedelmoos III 1

Merkmale: Stämmchen bis 15 cm, dicht regelmäßig einfach gefiedert (Straußfedern/Farnwedel), hellgrün. Blätter bis 3 mm, sichelförmig gebogen, längfaltig.

Ökologie: Auf saurem feuchtem Humus in Nadelwäldern, über humusreichen Felsen.

Bioindikation: Früher durch Nadelholzanbau im Flachland zunehmend, heute in allen Ländern durch Immissionen gefährdet.

Ähnliche Arten: Kleinere Pfl. können mit dem kalkholden *Ctenidium molluscum* verwechselt werden; Blätter hier aber nicht faltig.



Rhytidiadelphus loreus (Hedw.) Warnst.

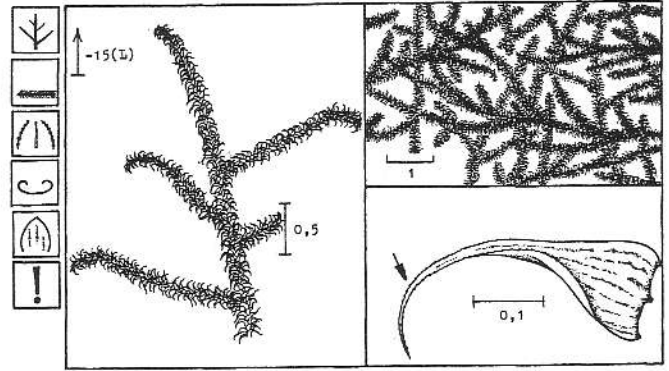
Adlerkralle, Riemen-Kranzmoos III 2

Merkmale: Bis 15 cm lange, 1-2fach gefiederte Pfl. Stammblätter bis 5 mm, sparrig abstehend mit lang ausgezogener Spitze und stark faltigem Blattgrund. Rippe fehlend oder kurz und doppelt.

Ökologie: Auf saurem, feuchtem Humus, über Steinen, seltener Totholz, in Bergwäldern, Blockhalden und Moorwäldern.

Bioindikation: Durch Luftverschmutzung sehr stark zurückgegangen.

Ähnliche Arten: *R. squarrosus* kommt auf vernässten Wiesen und Parkrasen vor, ist unregelmäßig verzweigt (nur kurze Ästel) und hat deutlich sparrig zurückgekrümmte Stammblätter.



Rhytidiadelphus triquetrus (Hedw.) Warnst.

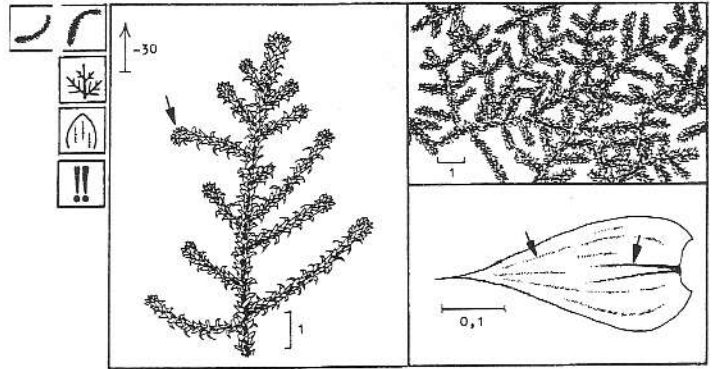
Dreieckblättriges Kranzmoos II 4

Merkmale: Sehr große (bis 30 cm) gelbgrüne Pfl., unregelmäßig verzweigt. Stammblätter bis 5 mm, an den Spitzen schopfig gehäuft, fast stammumfassend, breit herzförmig, längsfaltig, nicht zurückgekrümmt. Doppelrippe bis zur Blattmitte.

Ökologie: Basenreiche, kalkhaltige Standorte. Wälder, lichte Gebüsche, grasige Böschungen.

Bioindikation: Früher auch auf ärmeren Standorten verbreitet, heute durch Luftverschmutzung und Bodenversauerung überall gefährdet und stark im Rückgang.

Ähnliche Arten: Siehe *R. loreus*.



Sphagnum div. spec.

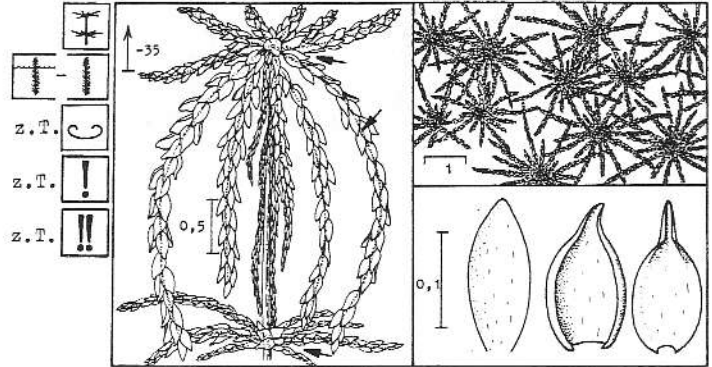
Torfmoos-Arten III 1, V 1-2, VI 2

Merkmale: Pfl. quirlig verzweigt, mit abstehenden und hängenden Ästen. Am Stammende viele kleine Äste zu einem dichten Köpfchen gehäuft („Edelweißhabitus“). Grüne, gelbe, bräunliche bis rötliche Pfl. Blätter bis 4 mm, ohne Rippe.

Ökologie: Feuchte Wälder (z. B. *Sph. fimbriatum* und *Sph. girgensohnii*), sumpfige Wiesen. Moore, z. T. submers.

Bioindikation: Durch Entwässerung, Austrocknung und Eutrophierung sind fast alle Arten stark gefährdet. Eine Ausnahme bildet *Sph. fallax*, daß gegenüber Stickstoffeinträgen eine vergleichsweise hohe Toleranz aufweist.

Ähnliche Arten: Keine Verwechslungsmöglichkeit.



Verwendete und weiterführende Literatur

BIERNATH, M., und A. ROLOFF (1993): Ökologische Zeigerwerte für die wichtigsten Waldbodenmoose, Forstarchiv 64, 9-16.
DÜLL, R. (1990): Exkursionstaschenbuch der Moose. 3. Aufl., Bad Münstereifel, 1-335.
DÜLL, R. (1991): Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. In: ELLENBERG, H., et al, 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica Band. 18, 1-248.
FORSTLICHE STANDORTSAUFNAHME (Hrsg. „Arbeitskreis Standortskartierung“ in der „Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung“), 1980. Münster-Hiltrup, 4. Aufl. 1-188.
FRAHM, J.-P. (1993): Veränderungen der Moosflora in den letzten 20 Jahren. Bryologische Rundbriefe 12, 2-5.

FRAHM, J.-P., und W. FREY (1992): Moosflora. 3. Aufl. Stuttgart, 1-525.
FREY, W., J.-P. FRAHM, E. FISCHER, W. LOBIN (1995): Die Moos- und Farnepflanzen Europas. Stuttgart, 6. Aufl., 1-426.
KREMER, B. P., und H. MUHLE (1991): Flechten, Moose, Farne. München, 1-287.
LANDWEHR, J. (1980): Atlas Nederlandse Lebermoosen, Zutphen, 1-287.
LANDWEHR, J. (1984): Nieuwe Atlas Nederlandse Bladmoosen. Zutphen, 1-568.
MÜLLER, W. (1927): Die Laubmoose Europas, Leipzig, 1-969.
MÖNKEMEYER, K. (1954-1957): Die Lebermoose Europas, Leipzig, 2 Bände, 1-1365.
ROLOFF, A. (1987): Bestimmungsschlüssel für die wichtigsten einheimischen Waldmoose nach vegetativen Merkmalen. Forst- und Holzwirt 42, 64-71.
SMITH, A. J. E. (1978): The Moss Flora of Britain and Ireland. London, 1-706.
STETZKA, K. M. (1993): Moose als Zeigerpflanzen für Umweltveränderungen: Anwendungsmöglichkeiten von ökologischen Zeigerwerten. Forstarchiv 64, 226-232.
STETZKA, K. M. (1994): Die Waldbodenvegetation als Bioindikator für Umweltbelastungen unter besonderer Berücksichtigung der Moosflora. Diss. Botanicae 232, 1-412.

FDK: 173.2

Prof. Dr. Andreas ROLOFF ist Direktor des Instituts für Forstbotanik und Forstzoologie und vom Forstbotanischen Garten in Tharandt (TU Dresden); Ass. d. Forstd. Dr. Klaus M. STETZKA ist Assistent am Institut für Forstbotanik und Forstzoologie in Tharandt (TU Dresden).

PARAT-Sperrpfosten
herausnehmbar

MORAVIA 65032 WIESBADEN
Fax: 06119502-200