

Die Moose des Lennebergwaldes und ihre Beziehungen zu Habitaten und Bodeneigenschaften (pH, N-Gehalt)

GUNTER MATTERN

Kurzfassung

Im Lennebergwald bei Mainz wurden 104 Moosarten nachgewiesen. Für die einzelnen Arten wurden Abundanz, Habitat, Gefährdung und Verbreitung innerhalb der verschiedenen Vegetationsformationen und an den unterschiedlichen Standorten untersucht. Für 15 Moosarten werden die Zusammenhänge zwischen Vorkommen und Standortsfaktoren erörtert.

Summary

There are 104 moss-species growing in the Lenneberg-forest (near Mainz, Federal Republik of Germany). The abundance, the habitat and the danger of eradication are described for every species, also the distribution of the mosses among the different forest-habitats (Pyrolo-Pinetum festucetosum, Pyrolo-Pinetum caricetosum, *Fagus*-forests and mixed deciduous forests), arid meadows, limestones, bark and hygic places. The correlations between the occurence of 15 moss-species, the pH(H₂O) and average indicator-values (after ELLENBERG) of the growing-place are discussed.

Inhalt

1.	Einleitung	23
2.	Material und Methode	24
3.	Ergebnisse	25
3.1	Artenliste	25
3.2	Beziehungen der Moose zu den Standorttypen	34
3.3	Beziehungen der Moose zu den Bodenfaktoren	37
4.	Diskussion	41
4.1	Schutzwürdige Bryophyten-Habitate des Lennebergwaldes	41
4.2	Moose als Zeigerarten im Lennebergwald	42
5.	Zusammenfassung	43
6.	Danksagung	44
7.	Schriftenverzeichnis	44

1. Einleitung

Im Rahmen des interdisziplinären Lennebergwald-Untersuchungsprojektes wurden von der Arbeitsgruppe Vegetationsökologie an fast 400 Probeflächen im Bereich des Lennebergwaldes (im folgenden: LBW) Vegetationsaufnahmen durchgeführt, die zur Charakterisierung von Klima- und Bodenfaktoren des LBW herangezogen wurden.

Gewissermaßen als Nebenprodukt fielen dabei auch ebensoviele Aufnahmen von Moos-Vereinen (Synusien) an. Da für das Gebiet des LBW bisher erst wenige moosfloristische Angaben vorliegen (KORNECK 1987 mit insgesamt 38 Moosarten, FISCHER 1987 unter Einbeziehung der bisher erschienenen Literatur mit 35 Arten), soll im folgenden eine kommentierte Artenliste zusammengestellt werden. Dabei wird vor allem auf gefährdete Arten hinzuweisen sein. Daneben bietet es sich an, zu überprüfen, inwieweit die Verbreitung einzelner Moosarten mit bestimmten Bodenfaktoren korreliert werden kann; zu denken ist dabei an Bodenreaktion und Stickstoffgehalt.

2. Material und Methode

Der größte Anteil der Aufnahmeflächen wurde - ebenfalls im Rahmen des LBW-Forschungsprojektes - von einer AG Bodenkunde unter statistischen Gesichtspunkten ausgewählt (ANTONIETTI 1990): Unter Vermeidung von Wegen, Freiflächen und bebautem Gebiet wurde ein Raster von jeweils 150 m voneinander entfernten Meßpunkten über den LBW gelegt. Auf diesen Flächen wurde der pH der obersten Bodenschicht bestimmt. Im Sommer 1989 wurden an den gleichen Stellen Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET durchgeführt. Die Größe der Aufnahmeflächen betrug bei individuen- und artenreichen Gesellschaften 100 m², bei individuenarmen (schattigen) Beständen bis zu 400 m² und entspricht damit der für Waldgesellschaften empfohlenen Richtgröße.

Mit Hilfe der ökologischen Kennziffern von ELLENBERG (1979) wurden - anhand der Höheren Pflanzen - für die Aufnahmeflächen u.a. durchschnittliche Werte der Reaktions- und Stickstoffzahl berechnet (MATTERN & W. LICHT 1990). Die so ermittelten mittleren Zeigerwerte (mZ: mR und mN) können nun ebenso wie der chemisch ermittelte pH-Wert des Standortes mit der Verbreitung einzelner Moosarten in Beziehung gesetzt werden; aus Praktikabilitätsgründen wird dabei eine Einteilung der ja kontinuierlich variierenden Bodenkenndaten in jeweils 5 Klassen vorgenommen. Als statistische Kenngröße wurde der T-Wert berechnet (CLAUSS & EBNER 1985); damit kann abgesichert werden, daß die Verteilung einer Moosart auf die 5 Klassen des betrachteten Bodenfaktors *nicht* zufällig ist (vgl. 3.3).

Neben diesen 323 Wald-Standorten wurde an weiteren 70 Probeflächen nur die Mooschicht aufgenommen. Es handelt sich dabei um besonders typische Beispiele für verschiedene Ausprägungen des *Pyrolo-Pinetum festucetosum* bzw. *P.-P. caricetosum*, des *Allio-Stipetum*, *Adonido-Brachypodietum* und des *Thalicthro-Geranium* (letztere drei im folgenden pauschal als „Halbtrockenrasen“ zusammengefaßt, da aufgrund der geringen Zahl der Aufnahmeflächen nicht entschieden werden kann, ob und in welcher Gesellschaft eine bestimmte Moosart einen Verbreitungsschwerpunkt besitzt). Da an ihnen die klimatologischen Daten erhoben wurden (U. LICHT 1990), können sie nicht in Korrelationen Moos-Bodenfaktor mit einbezogen werden; sie liefern jedoch zahlreiche Informationen zur Verteilung der Moose auf die einzelnen Lebensräume im Bereich des LBW (vgl. 3.2).

Zur Vervollständigung der Artenliste wurde die Moosflora von etwa 25 kleinräumigen Sonderstandorten erfaßt (Kalksteine, Betonsteine, Wegränder, Borke zahlreicher *Quercus*- und *Populus*-Individuen, Umgebung der Teichanlage „7 Weiher“ sowie der Erlensumpfwald neben der Bahnlinie zwischen Uhlerborn und Budenheim).

Insgesamt ergeben sich damit 418 Aufnahmeflächen; auf diese Zahl sind die Häufigkeitsangaben in Abschnitt 3.1 zu beziehen.

3. Ergebnisse

Es sollen zunächst die im Bereich des LBW angetroffenen Moose in Form einer kommentierten Artenliste vorgestellt werden (3.1). Im Anschluß daran werden die wichtigsten Moos-Lebensräume des LBW kurz charakterisiert (3.2). Zuletzt wird auf zwei Aspekte der Bryophyten-Ökologie einzugehen sein: Verteilung der häufigsten Moosarten des LBW im Hinblick auf pH und Stickstoffgehalt des Standorts (3.3).

3.1 Artenliste

Die folgende Artenliste enthält die im LBW gefundenen Moosarten (geordnet nach Familienzugehörigkeit). Die Nomenklatur richtet sich nach FRAHM & FREY (1983). Die Rote Liste der Moose in Rheinland-Pfalz (RLRP) wurde von DÜLL et al. 1983 veröffentlicht. Von den in der Roten Liste der BRD genannten Moosarten (PHILIPPI in BLAB et al. 1984) kommt im Untersuchungsgebiet nur eine vor (*Weisia longifolia*).

Hepaticae – Lebermoose

Metzgeriaceae (Metzgeriales)

Metzgeria furcata (L.) DUM.: Im LBW zweimal gefunden (auf Borke von *Quercus robur*, zwischen *Hypnum cupressiforme*); die Art ist nach DÜLL (1980 u. 1985) infolge der Luftverschmutzung in der Ebene sehr stark im Rückgang begriffen.

Pelliaceae (Metzgeriales)

Pellia endiviifolia (DICKS.) DUM.: Im LBW nur im Umfeld der Teichanlage „7 Weiher“ und im Bereich des Erlensumpfwaldes, dort aber nicht selten.

Ptilidiaceae (Jungermanniales)

Ptilidium ciliare (L.) HAMPE: 6 Fundstellen im Westteil des LBW, meist in mittelalten (30–50jährigen) Kiefernbeständen. RLRP: 3; gefährdet durch Luftverschmutzung und Überdüngung.

Lophocoleaceae (Jungermanniales)

Chiloscyphus pallescens (Ehrh.) DUM.: Nur auf dem anmoorigen Boden des Erlensumpfwaldes, immer im Einflußbereich des stehenden Wassers.

Lophocolea bidentata (L.) DUM.: Im LBW zerstreut; auf Erde zwischen Gräsern und anderen Moosen.

Lophocolea cuspidata (NEES) LIMPR.: Im LBW zerstreut; häufiger in kompakten Polstern wachsend als die vorige Art, im Gegensatz zu dieser auch auf morschem Holz. – Diese beiden Arten konnten oft nicht sicher unterschieden werden; DÜLL (1980) sieht sie als eine einzige Art an.

Lophocolea heterophylla (SCHRAD.) DUM.: Das mit Abstand häufigste Lebermoos des LBW (151 Fundstellen); die Art findet sich meist an Baumbasen oder auf morschem Holz, selten auf Erde.

Lophoziaceae (Jungermanniales)

Barbilophozia barbata (SCHREB.) LOESKE: Diese an Silikatfelsen der Mittelgebirge häufigere, im Flachland sehr seltene Art (Düll 1980) wächst zusammen mit *Goodyera repens* (Orchidaceae) in einem mittelalten Kiefernbestand. In Westdeutschland im Rückgang begriffen (DÜLL & MEINUNGER 1989).

Plagiochilaceae (Jungermanniales)

Plagiochila asplenoides (L.) DUM.: Auf feuchter kalkreicher Erde am Rand des Erlensumpfwaldes.

Radulaceae (Jungermanniales)

Radula complanata (L.) DUM.: Im LBW ein einziger Fundort (Borke von *Sambucus nigra*). RLRP: 4; vor allem im Flachland seit Jahrzehnten im Rückgang (Luftverschmutzung; DÜLL 1985).

Porellaceae (Jungermanniales)

Porella platyphylla (L.) PFEIFF.: Im LBW ein einziger Fundort (Kalkfels). Auch bei dieser Art weist DÜLL (1980) auf die Gefährdung durch Luftverschmutzung hin.

Frullaniaceae (Jungermanniales)

Frullania dilatata (L.) DUM.: Im LBW 5 Fundorte (Borke von *Quercus* bzw. *Castanea*, bevorzugt auf etwas freistehenden Bäumen). RLRP: 4; auch diese Art ist in letzter Zeit stark zurückgegangen

Musci – Laubmoose

Polytrichaceae (Polytrichales)

Atrichum undulatum (HEDW.) P. BEAUV.: Im LBW nicht selten (66 Fundorte, auf Erde).
Polytrichum formosum HEDW.: Im LBW nicht selten (ebenfalls 66 Fundorte, auf Erde).
Polytrichum juniperinum HEDW.: Im LBW 2 Fundorte (Boden eines mittelalten sowie eines alten Kiefernbestandes).

Fissidentaceae (Fissidentales)

Fissidens cristatus WILS. ex MITT.: Im LBW 15 Fundorte. Diese in der Ebene seltene Art (DÜLL & MEINUNGER 1989) wächst im Gegensatz zu den meisten Literaturangaben im LBW nicht nur auf Gestein, sondern auch auf kalkhaltigem Sand.
Fissidens taxifolius HEDW.: Im LBW 4 Fundorte ($\pm$ lehmige Erde).

Ditrichaceae (Dicranales)

Ceratodon purpureus (HEDW.) BRID.: Im LBW 20 Fundorte, meist auf lückig bewachsenem Sandboden, aber auch epiphytisch auf Borke (*Sambucus*, *Populus*) sowie auf morschem Holz.

Dicranaceae (Dicranales)

Campylopus introflexus (HEDW.) BRID.: Mit 7 Fundstellen die häufigste der drei *Campylopus*-Arten des LBW. Diese südhemisphärische Art wurde 1942 zum erstenmal in Europa

(England) gefunden und befindet sich seitdem in rascher Ausbreitung (FRAHM & FREY 1983).

Campylopus pyriformis (SCHULTZ) BRID.: Im LBW 3 Fundorte, darunter auch einer mit der forma *muelleri* (Pflanze fast ganz in Bruchblätter zerfallend).

Campylopus flexuosus (HEDW.) BRID. (*C. paradoxus* WILS. in HARDY): Diese Art wächst zusammen mit den beiden anderen *Campylopus*-Arten in einem moosreichen Kiefern-Altbestand. Im Gegensatz zu *C. pyriformis* erfolgt die vegetative Vermehrung durch kleine blattachselbürtige Bruchspresse.

Dicranella heteromalla (HEDW.) SCHIMP.: Im LBW relativ häufig (78 Fundorte), auffallend oft im Stammabflußbereich von Bäumen.

Dicranella varia (HEDW.) SCHIMP.: Im LBW nur 2 Fundorte (lehmige, kalkhaltige Erde sowie Kalksteine).

Dicranoweisia cirrata (HEDW.) LINDB.: Im LBW zerstreut (20 Fundorte), fast immer epiphytisch, selten auch auf morschen Baumstubben. Nach DÜLL & MEINUNGER (1989) in Gebieten mit mittlerer Luftverschmutzung in Ausbreitung.

Dicranum polysetum Sw. (*D. undulatum* EHRH.): Im Westteil des LBW nicht selten (29 Fundorte), fast ausschließlich in mittelalten und alten Kiefernbeständen. Auf diese Art wird mit dem Assoziationsnamen „Dicrano-Pinetum“ Bezug genommen. ZIEHEN (1970) stellt einen Teil der Kiefernbestände des LBW zu dieser soziologischen Einheit; nach neueren Untersuchungen (KORNECK 1987) werden diese dem Pyrolo-Pinetum festucetosum zugeordnet.

Dicranum scoparium HEDW.: Diese Art ist häufiger als *D. polysetum* (73 Fundorte) und kommt auch im Ostteil des Waldes vor.

Dicranum tauricum SAP.: Im LBW 2 Fundorte. Auch diese Art wird durch Luftverschmutzung gefördert (DÜLL 1980: „Industriophyt“).

Orthodicranum montanum (HEDW.) LOESKE: Im LBW 12 Fundorte, dabei große Standortvielfalt: Epiphyt an *Pinus*-Borke (bis in 50 cm Höhe, also deutlich tiefer bleibend als *Dicranoweisia*), an Stammbasen, auf morschem Holz sowie direkt auf entkalktem Sand (hier mit 4 cm Höhe die stattlichsten und wohl ältesten Polster, vermutlich erst nach Zersetzung des ursprünglich besiedelten Holzes dem Sand aufsitzend).

Leucobryaceae (Dicranales)

Leucobryum glaucum (HEDW.) ÅNGSTR.: Im LBW ein einziger Fundort.

Encalyptaceae (Encalyptales)

Encalypta streptocarpa HEDW.: Im LBW 8 Fundorte, oft auf kalkreichen Sanden nachrutschender Wegrandböschungen. In der Ebene selten (DÜLL & MEINUNGER 1989).

Encalypta vulgaris HEDW.: Im LBW ein einziger Fundort (lückiger Halbtrockenrasen). RLRP: 4; im Flachland selten (DÜLL & MEINUNGER 1989).

Pottiaceae (Pottiales)

Barbula convoluta HEDW.: An 13 Stellen im LBW gefunden (in Halbtrockenrasen; auf Wegen, worin der leicht ruderaler Charakter dieses Moores zum Ausdruck kommt; als Pionier auf Maulwurfshaufen und ähnlichen freien Sandflächen), sicher noch viel häufiger.

Barbula fallax HEDW.: Im LBW ein einziger Fundort (Kalkstein). RLRP: 3.

Barbula hornschuchiana SCHULTZ: Im LBW 4 Fundorte (offene Sandflächen), alle im südwestlichsten Bereich des Waldes.

Barbula rigidula (HEDW.) MILDE: Im LBW 3 Fundorte (Kalksteine).

Barbula unguiculata HEDW.: Im LBW 9 Fundorte (Halbtrockenrasen, offene Sandflächen, aber auch Kalk- und Betonsteine); oft zusammen mit *B. convoluta*.

Bryoerythrophyllum recurvirostre (HEDW.) CHEN: Im LBW ein einziger Fundort (Kalkstein).

Pottia lanceolata (HEDW.) C. MÜLL.: Im LBW 2 Fundorte (lückige Halbtrockenrasen). Im Flachland selten und im Rückgang (DÜLL 1980).

Tortella inclinata (HEDW.) LIMPR.: Im LBW 2 Fundorte (lückige Halbtrockenrasen). RLRP: 4, gefährdet vor allem durch Zerstörung ihrer Biotope (DÜLL et al. 1983).

Tortella tortuosa (HEDW.) LIMPR.: Im LBW ein einziger Fundort (lückiger Halbtrockenrasen). In der Ebene sehr selten (DÜLL & MEINUNGER 1989).

Tortula muralis HEDW.: Sehr häufige Art, die jedoch im LBW mangels geeigneter Wuchsplätze nur an 5 Stellen gefunden (Kalk-, Ziegel- und Betonsteine) wurde.

Tortula ruralis s.l. (HEDW.) GÄRTN., MEYER & SCHERB.: Im LBW 9 Fundorte (lückige Halbtrockenrasen, offene Sandflächen, aber auch Betonsteine), immer in ausgedehnten Rasen auftretend.

Weisia longifolia MITT. (*Astomum crispum* HAMP.): Im LBW ein einziger Fundort (lehmi-ger, mit Kalksteinen durchsetzter offenerdiger Boden). Rote Liste BRD: 2; in der RLRP nicht erwähnt.

Weisia microstoma (HEDW.) C. MÜLL. (*W. brachycarpa* JUR.): Im LBW 2 Fundorte (lückige Halbtrockenrasen). RLRP: 3; in der Ebene in starkem Rückgang (DÜLL & MEINUNGER 1989).

Grimmiaceae (Grimmiales)

Grimmia pulvinata (HEDW.) SM.: Auch diese ubiquitäre Art ist im LBW mangels geeigneter Wuchsplätze nur selten (dreimal) zu finden; sie wächst auf Betonsteinen und epiphytisch (!) auf *Populus*-Borke.

Schistidium apocarpum (HEDW.) B.S.G. em. POELT: Im LBW 5 Fundorte (Kalk- und Betonsteine).

Aulacomniaceae (Bartramiales)

Aulacomnium androgynum (HEDW.) SCHWAEGR.: Im LBW zerstreut (22 Fundorte, immer auf morschen Baumstubben).

Funariaceae (Funariales)

Funaria hygrometrica HEDW.: Im LBW ein einziger (untypischer) Fundort (morsches Holz am Teichufer).

Bryaceae (Bryales)

Bryum argenteum HEDW.: Im LBW 3 Standorte (offener Sand und Betonsteine).

Bryum erythrocarpum SCHWAEGR. (s.l.): Im LBW 4 Standorte (lückige Halbtrockenrasen, entbastete Kahlschläge). Die Kleinart kann nicht sicher angegeben werden; vermutlich handelt es sich um *B. microerythrocarpum* C. MÜLL. & KINDB..

Bryum capillare HEDW. (s.l.): Im LBW häufig (73 Fundorte), wobei jedoch nicht ausge-

geschlossen werden kann, daß einige der Proben auch zu anderen *Bryum*-Arten gehören (das Material war in den meisten Fällen steril).

Orthodontium lineare SCHWAEGR.: Im LBW ein einziger Fundort (Basis eines Kiefernstubbens, auf Moder). Wie *Campylopus introflexus* ist auch dieses Moos in der Südhemisphäre beheimatet und erst Ende des letzten Jahrhunderts nach England gekommen (wahrscheinlich mit eingeführten Hölzern). Seit 50 Jahren breitet es sich auf dem Kontinent nach Süden und Osten aus; DÜLL (1980) bezeichnet es als Industriophyten.

Pohlia nutans (HEDW.) LINDB.: Auch diese Art ist im LBW häufig (79 Fundorte); zusammen mit *Dicranella heteromalla* ist sie ein typischer Besiedler des Stammabflußbereichs von Bäumen.

Rhodobryum roseum (HEDW.) LIMPR.: Im LBW zerstreut (31 Fundorte).

Mniaceae (Bryales)

Mnium hornum HEDW.: Im LBW 3 Fundorte (Baumstubben in luftfeuchter Lage).

Plagiomnium affine (FUNCK) KOP.: Eines der 5 häufigsten Laubmoose des LBW (153 Fundorte), immer auf dem Erdboden wachsend.

Plagiomnium cuspidatum (HEDW.) KOP.: Im LBW 2 Fundorte.

Plagiomnium undulatum (HEDW.) KOP.: Im LBW zerstreut (21 Funde).

Rhizomnium punctatum (HEDW.) KOP.: Diese Art ist ausgeprägter feuchtigkeitsliebend als die übrigen gefundenen Mniaceen und kommt daher nur im Bereich des Erlensumpfwaldes vor. Als kalkmeidende Art bevorzugt sie Baumwurzeln und morsches Holz als Substrate.

Orthotrichaceae (Neckerales)

Orthotrichum affine BRID.: Im LBW 2 Fundorte (*Populus*-Borke).

Orthotrichum diaphanum BRID.: Im LBW 4 Fundorte (Borke von *Populus* und *Sambucus*, Betonsteine). – Diese beiden *Orthotrichum*-Arten gehören zu den häufigsten der Gattung, reagieren jedoch auch empfindlich auf Luftverschmutzung.

Ulota crispa (HEDW.) BRID.: Im LBW 4 Fundorte (Borke von mittelalten *Quercus*-Bäumen). RLRP: 3; sehr im Rückgang begriffen (DÜLL 1980).

Neckeraceae (Neckerales)

Neckera complanata (HEDW.) HÜB.: Im LBW ein einziger Standort (Kalkfels); in der Ebene stark im Rückgang (DÜLL 1980).

Lembophyllaceae (Neckerales)

Isoetecium alopecuroides (DUBOIS) ISOV. (*I. myurum* BRID.): Im LBW ein einziger Fundort (morscher Baumstumpf).

Thuidiaceae (Hypnales)

Abietinella abietina (HEDW.) FLEISCH.: Im LBW ein einziger Fundort (Boden eines Kiefernaltbestandes). RLRP: 4, gefährdet durch den Rückgang geeigneter Standorte (DÜLL et al. 1983).

Anomodon attenuatus (HEDW.) HÜB.: Im LBW 2 Standorte (Kalksteine).

Thuidium tamariscinum (HEDW.) B.S.G.: Im LBW 6 Standorte.

Cratoneuraceae (Hypnales)

Cratoneuron filicinum (HEDW.) SPRUCE: Nur im Bereich des Erlensumpfwaldes und der Teichanlagen, dort aber auf vielen verschiedenen Substraten (Sandboden, Kalksteine, Betonrinne, morsches Holz).

Amblystegiaceae (Hypnales)

Amblystegium serpens (HEDW.) B.S.G.: Im LBW 11 Fundstellen. Auch diese Art besiedelt eine Vielzahl von Substraten (Waldboden, morsches Holz, Kalksteine, Borke von *Populus* und *Sambucus*).

Calliergonella cuspidata (HEDW.) LOESKE: Im LBW ein einziger Fundort (Teichufer). *Campylium calcareum* CRUNDW. & NYH.: Im LBW 4 Fundorte (Kalksteine; kalkhaltige Sande einer Wegböschung). RLRP: 3.

Campylium chrysophyllum (BRID.) L. LANGE: Im LBW ein einziger Fundort (Kalkfels). Auch diese *Campylium*-Art geht mit der Abnahme der Trockenrasen zurück (DÜLL 1980). *Leptodictyum riparium* (HEDW.) WARNST. (*Amblystegium* r. B.S.G.): Im LBW ein einziger Fundort (flutend im Weiher neben dem IBM-Gelände).

Brachytheciaceae (Hypnales)

Brachythecium albicans (HEDW.) B.S.G.: Im LBW 2 Fundorte (trittbeeinflusste Stellen in lückigen Halbtrockenrasen).

Brachythecium glareosum (SPRUCE) B.S.G.: Im LBW 10 Fundorte (Kalksteine, kalkhaltiger Waldboden); in der Ebene selten und wahrscheinlich mit Rückgangstendenz (DÜLL 1980).

Brachythecium populeum (HEDW.) B.S.G.: Im LBW 3 Fundorte (Kalksteine und Baumstubben).

Brachythecium rivulare B.S.G.: Im LBW nur ein Fundort (überrieselte Kalksteine im Bereich der Teichanlage 7 Weiher)

Brachythecium rutabulum (HEDW.) B.S.G.: Eines der 5 häufigsten Laubmoose des LBW (228 Fundorte), meist auf Erdboden wachsend, aber auch auf Kalksteinen, Baumwurzeln und -stubben.

Brachythecium salebrosum (WEB. & MOHR) B.S.G.: Im LBW 5 Fundorte (Erdboden und Baumstubben). Zur Unterscheidung von den anderen großen *Brachythecium*-Arten vergleiche Abb. 1.

Brachythecium velutinum (HEDW.) B.S.G.: Im LBW häufig (76 Fundorte), meist auf Erdboden, aber auch auf Kalksteinen und epiphytisch an Borke (*Prunus*).

Cirriphyllum crassinervium (TAYL.) LOESKE & FLEISCH.: Im LBW ein einziger Fundort (Kalkstein). In der Ebene selten (DÜLL 1980).

Eurhynchium praelongum (HEDW.) B.S.G.: Im LBW zerstreut (16 Fundorte), meist auf Erdboden, selten auf morschem Holz.

Eurhynchium striatum (HEDW.) SCHIMP.: Im LBW häufigste Art der Gattung (26 Fundorte), immer auf Erdboden.

Eurhynchium swartzii (TURN.) CURNOW: Im LBW 10 Fundorte (lehmiger Erdboden, Kalksteine).

Eurhynchium speciosum (BRID.) JUR.: Nur im Bereich des Erlensumpfwaldes. RLRP: 4; in Rheinland-Pfalz sehr selten (DÜLL 1980), eine Wärme und Feuchtigkeit liebende Art.

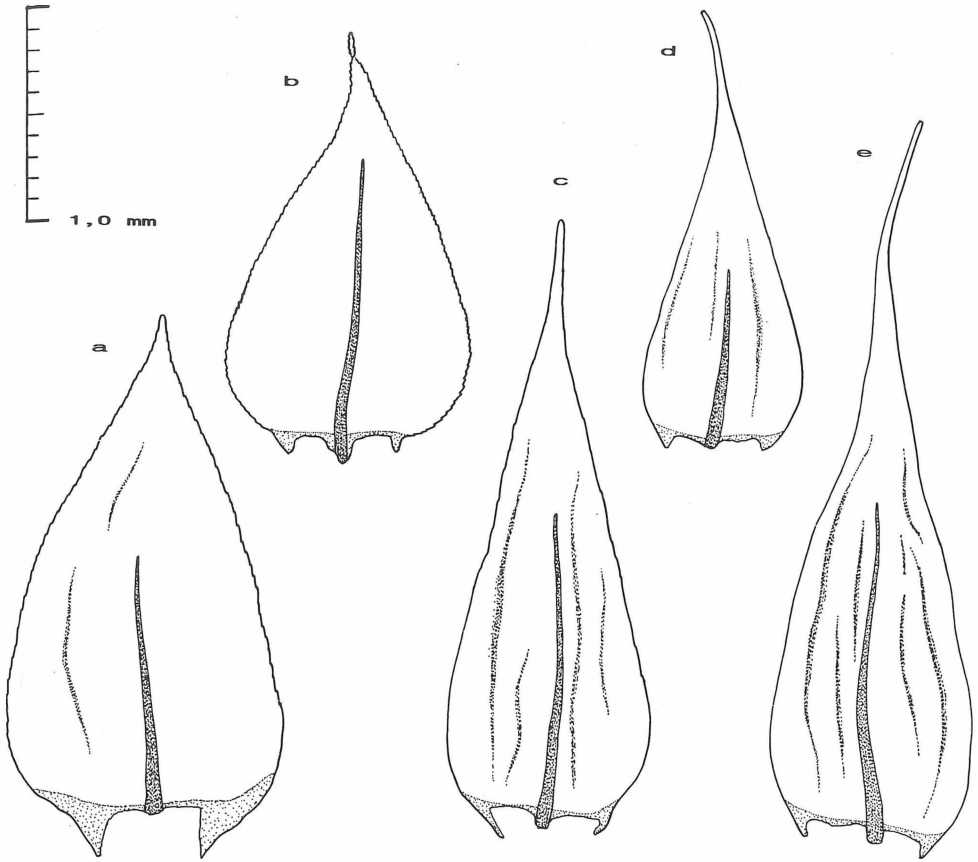


Abb. 1: Stämmchenblätter einiger Brachytheciaceen-Arten

- a) *Brachythecium rutabulum*
- b) *Rhynchoszegium megapolitanum*
- c) *Brachythecium salebrosum*
- d) *Brachythecium albicans*
- e) *Brachythecium glareosum*

Homalothecium lutescens (HEDW.) ROBINS.: Im LBW 2 Fundorte (Kalksand und Kalksteine), in der Ebene selten (DÜLL 1980).

Homalothecium sericeum (HEDW.) B.S.G.: Im LBW 5 Fundorte (Kalksteine, schon auf kleinen Steinbrocken).

Rhynchoszegium confertum (DICKS.) B.S.G.: Im LBW 2 Fundorte (kleine Kalksteine am Südrand des Waldes; DÜLL (1980) gibt an, daß diese Art häufiger auf kalkarmen Steinen vorkommt).

Rhynchoszegium megapolitanum (WEB. & MOHR) B.S.G.: Diese submediterrane Art kommt in allen Ländern der BRD vor, ist aber überall selten oder bereits verschollen (DÜLL 1980). Im LBW wurde sie an 5 verschiedenen Stellen gefunden (lückige Halbtrockenrasen, unmittelbar angrenzender junger Kiefernbestand, zweimal an grasigen

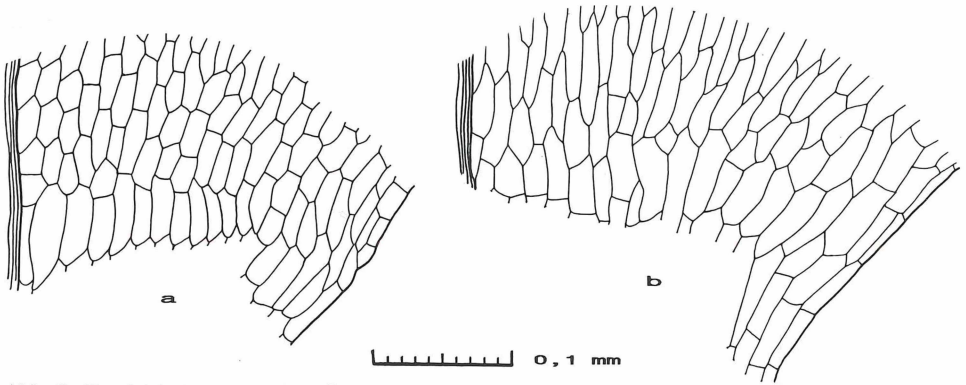


Abb. 2: Vergleich der Blattbasis-Zellen
 Dargestellt sind die Zellen der Blattbasis von der Mittelrippe bis zum Blattrand. *Rhynchoszegium* besitzt kürzere Zellen und ein deutlich homogeneres Zellnetz als *Brachythecium*.
 a) *Brachythecium rutabulum*
 b) *Rhynchoszegium megapolitanum*

Wegrändern), einmal sogar mit Sporogonen. Zur Unterscheidung von *Brachythecium rutabulum* vergleiche NYHOLM (1954-69) sowie Abb. 1 und 2. RLRP: 3.
Rhynchoszegium murale (HEDW.) B.S.G.: Im LBW 4 Fundorte (Kalksteine).
Rhynchoszegium riparioides (HEDW.) CARD.: Im Gegensatz zu den 3 anderen Rhynchste-gium-Arten nur in Gewässernähe vorkommend; Fundort auf überrieseltem Kalkstein im Bereich der Teichanlage.
Scleropodium purum (HEDW.) LIMPR.: Eines der 5 häufigsten Laubmoose des LBW (236 Fundorte, fast nur auf Erdboden).

Plagiotheciaceae (Hypnales)

Plagiothecium curvifolium SCHLIEPH.: Häufigste Art dieser Gattung im LBW (28 Fundor-te, oft an Stammbasen).
Plagiothecium denticulatum (HEDW.) B.S.G.: Im LBW 6 Fundorte, am schönsten im Be-reich des Erlensumpfwaldes.
Plagiothecium laetum B.S.G.: Im LBW 12 Fundorte. – Gelegentlich konnten untypische Exemplare nicht sicher *P. laetum* bzw. *P. curvifolium* zugeordnet werden.
Plagiothecium succulentum (WIL.) LINDB.: Im LBW nur im Bereich des Erlensumpfwal-des. RLRP: 4.

Hypnaceae (Hypnales)

Ctenidium molluscum (HEDW.) MITT.: Im LBW 2 Fundorte (Kalksteine).
Homomallium incurvatum (BRID.) LOESKE: Im LBW ein einziger Fundort (Kalkstein), aber möglicherweise übersehen.
Hypnum cupressiforme HEDW. s.str.: Eine der 5 häufigsten Laubmoos-Arten des LBW, auf Erdboden, Steinen, morschem Holz, an Stammbasen und epiphytisch an Borke.
Hypnum lacunosum (BRID.) HOFFM.: Im Gegensatz zu der vorigen Art nur auf Erdboden und Steinen vorkommend, besonders charakterisch für die lückigen Halbtrockenrasen.

– Auch bei dieser Gattung konnten einzelne Proben nicht eindeutig einer der beiden Arten zugeordnet werden; SMITH (1978) und DÜLL (1980) betrachten die beiden Arten nur als Unterarten von *H. cupressiforme* (s.l.), sie werden auch in den folgenden Tabellen zusammengefaßt.

Platygyrium repens (BRID.) B.S.G.: Im LBW ein einziger Fundort (*Quercus*-Borke am Rand der Teichanlage). Charakteristisch sind die sehr gedrängt stehenden blattachselbürtigen Brutsporen.

Rhytidiaceae (Hypnales)

Rhytidium rugosum (HEDW.) KINDB.: Im LBW 6 Fundorte (Halbtrockenrasen sowie sehr lichtes Kiefernaltholz). Nach DÜLL (1980) ist diese Art sehr zurückgegangen.

Hylocomiaceae (Hypnales)

Hylocomium splendens (HEDW.) B.S.G.: Im LBW nicht selten (47 Fundorte, auf Erdboden). Nach DÜLL (1985) ist auch diese Art in der Ebene stark im Rückgang begriffen. *Pleurozium schreberi* (BRID.) MITT.: Eine der 5 häufigsten Laubmoos-Arten des LBW (131 Fundorte, auf Erdboden).

Folgende Moosarten werden in der Literatur (KORNECK 1987) zusätzlich für das Gebiet des LBW genannt, können jedoch durch die eigenen Aufsammlungen noch nicht bestätigt werden:

Chiloscyphus polyanthos (L.) CORDA: Wird für das Gebiet des Erlensumpfwaldes angegeben. Eine Verwechslung mit *Ch. pallescens* kann nicht ausgeschlossen werden, da *Ch. polyanthos* nur außerhalb der Kalkgebiete vorkommt und zudem fließendes Wasser bevorzugt (DÜLL 1980).

Pleurochaete squarrosa (BRID.) LINDB.: Trockenrasen.

Rhacomitrium canescens (HEDW.) BRID.: selten in Trockenrasen.

Bryum caespiticium HEDW.: In Trockenrasen, Kiefernbeständen und ruderal; sicher übersehen.

Plagiomnium elatum (B.S.G.) KOP.: Am angegebenen Fundort (Erlensumpfwald) wurde ein *P. elatum* ähnliches *Plagiomnium* angetroffen, das jedoch noch weiterer Überprüfung bedarf.

Thuidium philibertii LIMPR.: Trockenrasen und Saumgesellschaften.

Entodon concinnus (de NOT.) PAR.: Trockenrasen. Alle habituell *Entodon*-artigen Trockenrasenbesiedler wurden gesammelt, erwiesen sich bei mikroskopischer Überprüfung jedoch stets als xeromorphe Formen von *Pleurocium* oder *Scleropodium*.

FISCHER (1987) nennt für das Gebiet des Mainzer Sandes zusätzlich noch die beiden folgenden Arten:

Ditrichum flexicaule (SCHWAEGR.) HAMPE

Campylium stellatum var. *protensum* (BRID.) C. JENS.: *C. protensum* besiedelt nach DÜLL (1980) dauerfeuchte bis nasse Standorte an Böschungen, Kalkfelsen, Sümpfen und Quellmooren.

3.2 Beziehungen der Moose zu den Standorttypen

Der LBW bietet den Moosen eine Vielzahl von Standorttypen, die grob in die folgenden 5 Gruppen eingeteilt werden können:

- a) Waldboden (inklusive herabgefallener morscher Äste und vermodernder Baumstüben, die gerade von vielen der deckenbildenden pleurokarpen Arten ohne Unterschied zum Mineralboden überwachsen werden); n = 207
- b) Boden offener Standorte (lückige Trockenrasen; freie, aber durch die Moose schon $\pm$ befestigte Sandflächen); n = 13
- c) Steine (Kalksteine, aber auch einige Betonsteine); n = 9
- d) Borke lebender Bäume
- e) hygrische Standorte (Waldboden und Gestein im unmittelbaren Einflußbereich von Gewässern); n = 3

Die wichtigsten Moosarten des Waldbodens (a) sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Angegeben ist die Stetigkeit (in %), mit der die Arten in den vier unterschiedenen Waldformen vorkommen. Die Zahl der Aufnahmeflächen, anhand derer die Stetigkeit berechnet wurde, ist im Tabellenkopf (Zeile „n“) wiedergegeben.

Beim Betrachten der Tabelle fällt sofort auf, daß die einzelnen Waldbodenarten ein unterschiedliches Verhalten zeigen.

Die ersten 4 Arten sind häufig und in allen 4 Waldtypen $\pm$ gleichmäßig verbreitet.

Die 9 Arten der Gruppe 2 haben dagegen einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt im Kiefernwald, wobei *Pleurozium*, *Pohlia* und *Dicranum scoparium* im Pyrolo-Pinetum festucetosum deutlich häufiger sind als im P.-P. caricetosum; die übrigen verteilen sich nicht unterschiedlich zwischen den beiden Subassoziationen.

Die 5 Arten der dritten Gruppe können als Differentialarten (DA) des P.-P. festucetosum angesehen werden; *Polytrichum* und *D. polysetum* werden bereits von KORNECK (1987) als DA angegeben. Auch *Ptilidium* und *C. introflexus* werden bereits von KORNECK nur in dieser Subassoziation angetroffen, jedoch zu selten, um ihnen den Status von DA geben zu können. *Leucobryum glaucum*, die dritte bei Korneck genannte DA, ist bei den vorliegenden Erhebungen nur einmal angetroffen worden – wenn auch in der „richtigen“ Subassoziation.

Die 4 Arten der vierten Gruppe können als DA des P.-P. caricetosum vorgeschlagen werden. KORNECK gibt hier nur Höhere Pflanzen an, obwohl auch er *Plagiomnium affine* nur in dieser Subassoziation (und Kiefernforsten) findet. Bei den 3 anderen Arten handelt es sich um Kalkzeiger (vgl. 3.3), was im Einklang mit den von Korneck angegebenen DA steht.

Die 6 Arten der 5. Gruppe haben ein $\pm$ deutliches Verbreitungsmaximum in Laubmischwald-Beständen. Eine Erklärung hierfür könnte in dem unterschiedlichen Mikroklima von Kiefern- und Laubmischwäldern zu suchen sein (U. LICHT 1990).

Die übrigen 19 Arten sind zu selten, als daß eine Aussage über ihren Verbreitungsschwerpunkt getroffen werden könnte.

Tabelle 1: Vorkommen der bodenbesiedelnden Bryophyten in 4 verschiedenen Waldformen des LBW

	n	1 65	2 71	3 37	4 34
1	<i>Hypnum cupressiforme</i> s.l.	74	63	73	71
	<i>Lophocolea heterophylla</i>	43	21	27	38
	<i>Brachythecium rutabulum</i>	35	55	89	47
	<i>Dicranella heteromalla</i>	28	14	14	24
2	<i>Pleurozium schreberi</i>	91	38	14	.
	<i>Scleropodium purum</i>	88	83	19	12
	<i>Dicranum scoparium</i>	48	20	11	3
	<i>Pohlia nutans</i>	45	27	5	9
	<i>Hylocomium splendens</i>	32	21	3	.
	<i>Bryum capillare</i> s.l.	23	31	8	.
	<i>Plagiothecium curvifolium</i>	9	7	3	.
	<i>Orthodicranum montanum</i>	5	4	.	.
	<i>Campylopus pyriformis</i>	3	1	.	.
3	<i>Dicranum polysetum</i>	40	.	3	.
	<i>Lophocolea bid. et cusp.</i>	35	6	3	.
	<i>Polytrichum formosum</i>	34	4	16	6
	<i>Campylopus introflexus</i>	9	.	.	.
	<i>Ptilidium ciliare</i>	9	.	.	.
4	<i>Plagiomnium affine</i>	14	66	32	.
	<i>Rhodobryum roseum</i>	.	10	.	.
	<i>Brachythecium glareosum</i>	.	7	.	.
	<i>Fissidens cristatus</i>	.	3	.	.
5	<i>Brachythecium velutinum</i>	12	17	41	15
	<i>Atrichum undulatum</i>	16	8	32	9
	<i>Eurhynchium striatum</i>	.	4	19	.
	<i>Eurhynchium praelongum</i>	.	1	8	.
	<i>Eurhynchium swartzii</i>	.	.	8	.
	<i>Fissidens taxifolius</i>	.	.	8	.
6	<i>Aulacomium androgynum</i>	14	3	3	3
	<i>Ceratodon purpureus</i>	11	7	3	3
	<i>Mnium undulatum</i>	.	8	3	3
	<i>Plagiothecium laetum</i>	.	1	5	3
	<i>Thuidium tamariscinum</i>	.	3	3	.
	<i>Brachythecium salebrosum</i>	.	3	.	3
	<i>Amblystegium serpens</i>	.	1	.	3

zusätzlich einmal in Spalte 1: *Leucobryum glaucum*, *Barbilophoclea barbata*, *Campylopus flexuosus*, *Encalypta streptocarpa*

zusätzlich einmal in Spalte 2: *Rhytidium rugosum*, *Homalothecium lutescens*, *Rhynchostegium megapolitanum*, *Abietinella abietina*, *Barbula convoluta*

zusätzlich einmal in Spalte 3: *Dicranella varia*, *Mnium hornum*, *Isothecium alopecuroides*

Spalte 1: Pyrolo-Pinetum festucetosum KORNECK 87 (einschließlich weniger Aufnahmeflächen von Forstgesellschaften auf vergleichbaren Standorten), 65 Aufnahmen

Spalte 2: Pyrolo-Pinetum caricetosum KORNECK 87 (einschließlich einiger Aufnahmeflächen von Forstgesellschaften auf vergleichbaren Standorten; entspricht dem Anemono-Quercetum bei ZIEHEN 1970), 71 Aufnahmen

Spalte 3: Laubmischwald (Standorte, bei denen die Kiefer höchstens beigemischt ist; dominierende Baumarten sind *Quercus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Tilia*, *Robinia*, *Prunus avium* und *Fagus*; im Unterschied zum folgenden Waldtyp sind die Bestände lichter und der Boden nicht vollständig von schwer zersetzbarem Fallaub bedeckt), 37 Aufnahmen

Spalte 4: Buchenwald (*Fagus sylvatica* dominiert; schattige Bestände mit dicker Fallaub-Decke am Boden), 34 Aufnahmen

Auch bei umgekehrter Betrachtung ergibt sich ein klares Bild: Im P.-P. festucetosum kommen 23 Arten, im P.-P. caricetosum 26, im Laubmischwald 18 und im Buchenwald nur 9 Arten mehr als einmal vor. Dies ist sicherlich auf die schlechten Lichtverhältnisse unter *Fagus* (U. LICHT 1990) zurückzuführen.

Die Artenzusammensetzung der Halbtrockenrasen (b) erinnert am ehesten an die Arten des P.-P. caricetosum. Auf den 13 Aufnahmeflächen treten jedoch zahlreiche akrokarpe Arten, vor allem Pottiaceen, neu hinzu. Häufiger als einmal treten auf (in Klammern jeweils die Stetigkeit in %): *Hypnum cupressiforme* s.l. (100 %), *Scleropodium purum* (69 %), *Barbula convoluta* (62 %), *Tortula ruralis* (46 %), *Rhodobryum roseum* (46 %), *Brachythecium glareosum* (46 %), *Plagiomnium affine* (38 %), *Fissidens cristatus* (38 %), *Rhytidium rugosum* (38 %), *Ceratodon purpureus* (38 %), *Barbula unguiculata* (31 %), *Bryum erythrocarpum* (23 %), *Pleurozium schreberi* (23 %), *Hylocomium splendens* (23 %), *Encalypta streptocarpa* (23 %), *Brachythecium rutabulum* (15 %), *Amblystegium serpens* (15 %), *Tortella inclinata* (15 %), *Pottia lanceolata* (15 %) und *Weisia microstoma* (15 %).

Der Bewuchs der Kalksteine (c) wurde von 9 verschiedenen Standorten ausgewertet. Am häufigsten sind auch hier die ubiquitären Arten *Brachythecium rutabulum* und *Hypnum cupressiforme*, doch gibt es eine ganze Reihe von Arten, die nur hier und sonst nirgends im LBW gefunden wurden: *Porella platyphylla*, *Barbula rigidula*, *B. fallax*, *Bryoerythrophyllum recurvirostre*, *Neckera complanata*, *Anomodon attenuatus*, *Campylium chrysophyllum*, *Rhynchostegium confertum*, *Rh. murale*, *Cirriphyllum crassinervium*, *Homalothecium sericeum*, *Homomallium incurvatum* und *Ctenidium molluscum*. Einige dieser Arten sind zumindest im Flachland selten oder im Rückgang begriffen (vgl. 3.1). Kalksteinbesiedler, die daneben noch andere Substrate besiedeln, sind *Fissidens cristatus*, *Dicranella varia*, *Tortula muralis*, *Barbula unguiculata*, *B. convoluta*, *Encalypta streptocarpa*, *Bryum capillare*, *Plagiomnium affine*, *Schistidium apocarpum*, *Campylium calcareum*, *Amblystegium serpens*, *Brachythecium glareosum*, *B. populeum*, *B. velutinum*, *Scleropodium purum*, *Homalothecium lutescens* und *Eurhynchium swartzii*. Auch sie sind teilweise noch von floristischem Interesse. Der Bewuchs der beiden untersuchten größeren Betonsteine setzt sich dagegen nur aus allgemein verbreiteten Arten zusammen.

Im Gegensatz zu den Moosen des Waldbodens und der Halbtrockenrasen, die nur Teilgesellschaften (Synusien) innerhalb von im wesentlichen durch Höhere Pflanzen charakterisierten Assoziationen bilden, kann bei den Kalksteinbesiedlern (und auch bei den noch folgenden Borkenbesiedlern) von echten Assoziationen gesprochen werden. Ein Teil der Aufnahmen gehört sicherlich zu dem bei PHILIPPI (1972) beschriebenen Neckero-Anomodontetum viticulosi, anderen Beständen fehlen dessen Assoziationskennarten. Angesichts der geringen Aufnahmezahl kann ihre soziologische Zugehörigkeit hier nicht diskutiert werden.

Auch unter den Borkenbesiedlern (d) ist *Hypnum cupressiforme* die bei weitem häufigste Art. Im unterem Bereich der Stämme (bis 50 cm Höhe), in Astgabeln und auf geneigt bis horizontal orientierten Ästen gelangt es regelmäßig zur Dominanz. *Hypnum* beigesellt sind gelegentlich *Bryum capillare*, *Orthotrichum diaphanum*, *O. affine* und *Metzgeria furcata*. Diese Bestände können sicher dem Dicrano-Hypnetum, einer der häufigsten Moosgesellschaften Mitteleuropas (PHILIPPI 1972), zugerechnet werden. Auf senkrechten

Stämmen finden sich dagegen häufig *Dicranoweisia cirrata*, seltener *Orthodicranum montanum*, *Frullania dilatata*, *Platygyrium repens* und *Ulotia crispa* (die letzten drei im LBW nur auf Borke). Aufgrund des seltenen Vorkommens der meisten Arten und der gegenüber PHILIPPI (1972) geringeren Artenzahl pro Aufnahme kann nicht entschieden werden, ob es sich um Ausbildungen des *Ulotetum crispae* bzw. des *Dicranoweisietum cirratae* handelt. Weitere gelegentlich auf der Borke lebender Bäume angetroffene Arten sind *Radula complanata*, *Ceratodon purpureus*, *Grimmia pulvinata*, *Amblystegium serpens* und *Brachythecium velutinum*.

Regelmäßigen Bewuchs mit Epiphyten zeigen *Populus* und alte Exemplare von *Quercus* und *Sambucus*. *Pinus* und *Fagus* werden dagegen, sieht man einmal von den untersten 20 Zentimetern ab, fast nie von Moosen besiedelt.

Auch an den hygrischen Standorten (e) finden sich zahlreiche Moose, die sonst im relativ trockenen LBW nicht vorkommen. Im Bereich der Teichanlage „7 Weiher“ sind das *Pellia endiviifolia*, *Calliergonella cuspidata*, *Cratoneuron filicinum*, *Brachythecium rivulare* und *Rhynchostegium riparoides*. Im Teich neben dem IBM-Gelände wächst *Leptodictyum riparium*. Die reichhaltigste Moosflora unter den hygrischen Standorten weist der Erlensumpfwald auf: Neben *Pellia endiviifolia* und *Cratoneuron filicinum* kommen *Chiloscyphus pallescens*, *Plagiochila asplenoides*, *Rhizomnium punctatum*, *Eurhynchium speciosum* und *Plagiothecium succulentum* vor. Von den üblichen Waldbodenarten treten *Lophocolea heterophylla*, *Dicranoweisia cirrata*, *Mnium hornum*, *Plagiomnium undulatum*, *Amblystegium serpens*, *Brachythecium rutabulum*, *Plagiothecium denticulatum* und *Hypnum cupressiforme* auf.

3.3 Beziehungen der Moose zu den Bodenfaktoren

Schon HERZOG (1926) schreibt in seiner Geographie der Moose: „... es unterliegt gar keinem Zweifel, daß wir unter den Moosen ebenso scharf wie bei den höheren Pflanzen kalkholde und kieselholde Arten unterscheiden können. Ja es gibt eine Menge Arten, denen das Attribut ‚kalkstet‘ oder ‚kieselstet‘ unbedenklich zugestanden werden darf.“ Schon in den älteren Moosfloren (LIMPRICHT 1890–1904, MÖNKEMEYER 1927) finden sich knappe Anmerkungen zum bevorzugten Substrat der einzelnen Arten, etwas detaillierte bei SMITH (1978) und FRAHM & FREY (1983). WALTER (1951) und LANDOLT (1977) geben für die häufigsten Moose Zeigerwerte (entsprechend den Reaktionszahlen von ELLENBERG 1979) an. Umfangreiche Kulturversuche stellt IKENBERRY (1936) vor. Am genauesten geht DÜLL (1980, 1985) auf das Verhältnis der einzelnen Arten zur Bodenreaktion ein; er gibt auch erstmals Hinweise auf die Beziehungen der Moose zum Stickstoffgehalt des Standorts.

Im Rahmen der Charakterisierung des Bodenverhältnisses des LBW mit Hilfe der Vegetation (MATTERN & LICHT 1990) wurde auch versucht, anhand von mittleren Moos-Reaktionszahlen (mMR, = Mittelwerte der Reaktionszahlen aller Moose eines Standortes) eine Aussage über die Bodenreaktion der Aufnahmefläche zu treffen. Die Zahl der nicht-indifferenten Arten pro Standort ist jedoch in den meisten Fällen zu gering als daß eine gesicherte Aussage möglich wäre. Zudem sind 100 m² Aufnahmefläche hinsichtlich ihrer Moosvegetation oft weniger einheitlich als im Hinblick auf den Bewuchs mit Höheren Pflanzen

(vergleiche das in 3.1 über die Besiedlung des Stammabflußraumes Gesagte); dementsprechend wird auch die Aussagekraft einer mMR geringer. – Im folgenden sollen daher nur die Korrelationen aufgezeigt werden, die zwischen der Verbreitung einiger häufiger ange-
troffener Moosarten und den pH(H₂O)-, mR- und mN-Werten ihrer Fundorte bestehen.

Wie bereits in Abschnitt 2 erwähnt, wurden die pH-, mR- und mN-Werte der untersuchten Flächen jeweils in 5 Klassen eingeteilt. Die Klassengrenzen sind Tabelle 2 zu entnehmen:

Die Verteilung der ausgewählten Arten auf die einzelnen Klassen ist in den folgenden 3 Tabellen zusammengestellt; im Tabellenkopf (Zeile „n“) wird dabei immer angegeben, wieviele Aufnahme-
flächen der jeweiligen Klasse insgesamt zugerechnet werden konnten. In der Spalte „Σ“ ist angegeben, wieviele Fundorte der Art hinsichtlich des jeweils be-
trachteten Faktors ausgewertet werden konnten. Die Beziehung zwischen pH-Klasse und Verbreitung wurde für 15 verschiedene Arten untersucht (Tabelle 3); für die gleichen 15 Arten wurde auch die Beziehung zwischen Verbreitung und mR-Wert des Standortes bestimmt (Tabelle 4). Für den Zusammenhang zwischen mN-Wert des Standortes und dem Vorkommen der Moose wurde zusätzlich *Brachythecium rutabulum* berücksichtigt (Tabelle 5).

Tabelle 2: Klassengrenzen der pH-, mR- und mN-Werte

Klasse	pH(H ₂ O)	mR	mN
1	3,71–4,70	3,7–4,7	3,2–4,0
2	4,71–5,70	4,8–5,5	4,1–4,9
3	5,71–6,70	5,6–6,5	5,0–5,8
4	6,71–7,70	6,6–7,2	5,9–6,6
5	7,71–8,70	7,3–7,6	6,7–7,5

Tabelle 3: Verteilung ausgewählter Moosarten auf die 5 pH-Klassen

pH-Klasse n	1 41	2 101	3 62	4 63	5 37	Σ 304
<i>Polytrichum formosum</i>	12	17	9	12	2	52
<i>Atrichum undulatum</i>	9	26	9	9	3	56
<i>Dicranella heteromalla</i>	15	24	10	11	4	64
<i>Dicranum scoparium</i>	5	8	14	15	5	47
<i>Dicranum polysetum</i>	0	3	4	7	2	16
<i>Pohlia nutans</i>	9	14	7	16	8	54
<i>Plagiomnium affine</i>	13	39	14	23	21	110
<i>Plagiomnium undulatum</i>	4	1	2	4	2	13
<i>Brachythecium velutinum</i>	9	14	17	13	6	59
<i>Eurhynchium striatum</i>	5	5	2	6	2	20
<i>Eurhynchium praelongum</i>	2	6	3	3	1	15
<i>Scleropodium purum</i>	28	59	34	38	24	183
<i>Pleurozium schreberi</i>	13	33	20	17	12	95
<i>Hylocomium splendens</i>	3	5	4	3	8	23
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	6	8	4	7	2	27

Tabelle 4: Verteilung ausgewählter Moosarten auf die 5 mR-Klassen

mR-Klasse n	1 12	2 33	3 107	4 104	5 24	Σ 280
<i>Polytrichum formosum</i>	3	11	32	6	0	52
<i>Atrichum undulatum</i>	3	13	32	7	0	55
<i>Dicranella heteromalla</i>	4	11	31	11	2	59
<i>Dicranum scoparium</i>	1	7	27	10	3	48
<i>Dicranum polysetum</i>	0	2	10	5	0	17
<i>Pohlia nutans</i>	2	7	28	16	2	55
<i>Plagiomnium affine</i>	1	16	38	46	12	113
<i>Plagiomnium undulatum</i>	0	3	4	5	0	12
<i>Brachythecium velutinum</i>	0	3	29	19	2	53
<i>Eurhynchium striatum</i>	0	4	12	3	3	22
<i>Eurhynchium praelongum</i>	0	3	7	3	0	13
<i>Scleropodium purum</i>	7	28	76	57	16	184
<i>Pleurozium schreberi</i>	7	18	46	22	3	96
<i>Hylocomium splendens</i>	1	4	8	7	1	21
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	1	6	11	6	1	25

Tabelle 5: Verteilung ausgewählter Moosarten auf die 5 mN-Klassen

mN-Klasse n	1 33	2 90	3 82	4 61	5 37	Σ 303
<i>Polytrichum formosum</i>	5	22	16	10	2	55
<i>Atrichum undulatum</i>	7	17	14	15	5	58
<i>Dicranella heteromalla</i>	5	28	13	14	2	62
<i>Dicranum scoparium</i>	10	25	11	3	1	50
<i>Dicranum polysetum</i>	6	7	4	0	1	18
<i>Pohlia nutans</i>	6	26	18	5	1	56
<i>Plagiomnium affine</i>	15	36	30	30	5	116
<i>Plagiomnium undulatum</i>	0	0	4	5	4	13
<i>Brachythecium rutabulum</i>	12	48	55	51	26	192
<i>Brachythecium velutinum</i>	6	18	12	13	8	57
<i>Eurhynchium striatum</i>	0	6	7	5	4	22
<i>Eurhynchium praelongum</i>	0	1	4	6	3	14
<i>Scleropodium purum</i>	23	69	60	30	6	188
<i>Pleurozium schreberi</i>	21	47	26	2	2	98
<i>Hylocomium splendens</i>	7	10	5	1	0	23
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	2	10	9	4	1	26

Beim Betrachten der Tabellen 3–5 fällt ins Auge, daß ein Teil der Arten einen Verbreitungsschwerpunkt bei einem Extrem eines Bodenfaktors hat, bei einem anderen Bodenfaktor dagegen gleichmäßig über das ganze Spektrum verteilt vorkommt. Andere Arten sind bei allen drei untersuchten Bodenfaktoren gleichmäßig verteilt.

Zur statistischen Absicherung dieser Aussagen wurde mit Hilfe des T-Testes geprüft, ob die Verteilungsasymmetrien signifikant sind oder ob sie auch auf Zufall beruhen könnten.

Die für die einzelnen Arten berechneten T-Werte und die mit ihrer Hilfe ermittelten Signifikanzniveaus sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Negative T-Werte besagen, daß die Art einen Verbreitungsschwerpunkt bei niedrigen Werten des jeweils betrachteten Faktors hat, positive T-Werte weisen auf verstärktes Vorkommen bei hohen Werten hin. Bei T-Werten nahe Null verteilt sich die Art gleichmäßig auf die 5 Klassen.

Am seltensten sind signifikante Beziehungen zwischen der Verbreitung einzelner Moosarten und dem gemessenen pH-Wert. Für 2 Arten bestehen signifikante Beziehungen zwischen hohem pH-Wert und dem Verbreitungsschwerpunkt (positiver T-Wert), für 3 Arten zwischen niedrigem pH und Verbreitungsschwerpunkt (negativer T-Wert); für *Dicranella* ist diese Beziehung sogar hoch signifikant. Ähnlich ist es mit dem Zusammenhang mR-Zahl und der Moosverbreitung: Für 5 Arten kann eine signifikante Beziehung zwischen Vorkommen und niedrigem mR-Wert, also eher saurem Boden, nachgewiesen werden (viermal höchstsignifikant). Im Gegensatz zum pH-Wert gibt es jedoch keine Art, die häufiger bei höheren mR-Werten auftritt; die Tendenz dazu ist bei *Plagiomnium affine* vorhanden, doch wird das Signifikanzniveau nicht erreicht. *Fissidens* sp., *Eurhynchium swartzii* und *Rhodobryum* kommen zwar fast nur bei hohen mR-Werten vor, doch ist die Zahl der auswertbaren Fundorte für eine Signifikanzberechnung zu gering.

Bei der Betrachtung des mN-Wertes treten deutlichere Zusammenhänge auf: 3 Arten kommen signifikant häufiger bei hohen mN-Zahlen vor (2 hochsignifikant, 1 höchstsignifikant), 6 Arten bei niedrigen mN-Werten. Es sieht so aus, als ob der Nährstoffgehalt eine größere Bedeutung für die Verbreitung der Moose hätte als die Bodenreaktion; zumindest sollte der Stickstofffaktor eine höhere Beachtung erfahren als es bisher meistens geschieht.

Tabelle 6: T-Werte und Signifikanzniveaus der Moos-Verteilungen

	pH(H ₂ O)		mR-Wert		mN-Wert	
<i>Dicranella</i> het.	-2,86	**	-3,73	***	-1,87	n.s.
<i>Polytrichum</i> form.	-2,10	*	-4,66	***	-1,77	n.s.
<i>Atrichum undulat.</i>	-2,44	*	-4,88	***	-0,24	n.s.
<i>Hylocomium splend.</i>	2,00	*	-0,99	n.s.	-3,89	***
<i>Pleurozium schreb.</i>	-0,36	n.s.	-4,88	***	-7,85	***
<i>Scleropodium pur.</i>	-0,12	n.s.	-2,06	*	-5,95	***
<i>Dicranum scop.</i>	1,80	n.s.	-1,56	n.s.	-4,74	***
<i>Pohlia nutans</i>	0,99	n.s.	-1,54	n.s.	-3,37	***
<i>Brachythecium rut.</i>	-	-	-	-	4,43	***
<i>Eurhynchium prael.</i>	-0,58	n.s.	-1,33	n.s.	2,74	**
<i>Dicranum polys.</i>	2,15	*	-0,73	n.s.	-3,21	**
<i>Plagiomnium und.</i>	0,22	n.s.	-0,65	n.s.	3,30	**
<i>Plagiomnium aff.</i>	1,60	n.s.	1,76	n.s.	-1,78	n.s.
<i>Brachythecium vel.</i>	0,22	n.s.	0,33	n.s.	0,36	n.s.
<i>Eurhynchium str.</i>	-0,37	n.s.	-0,58	n.s.	1,58	n.s.
<i>Plagiothecium cur.</i>	-0,80	n.s.	-1,88	n.s.	-1,07	n.s.

4. Diskussion

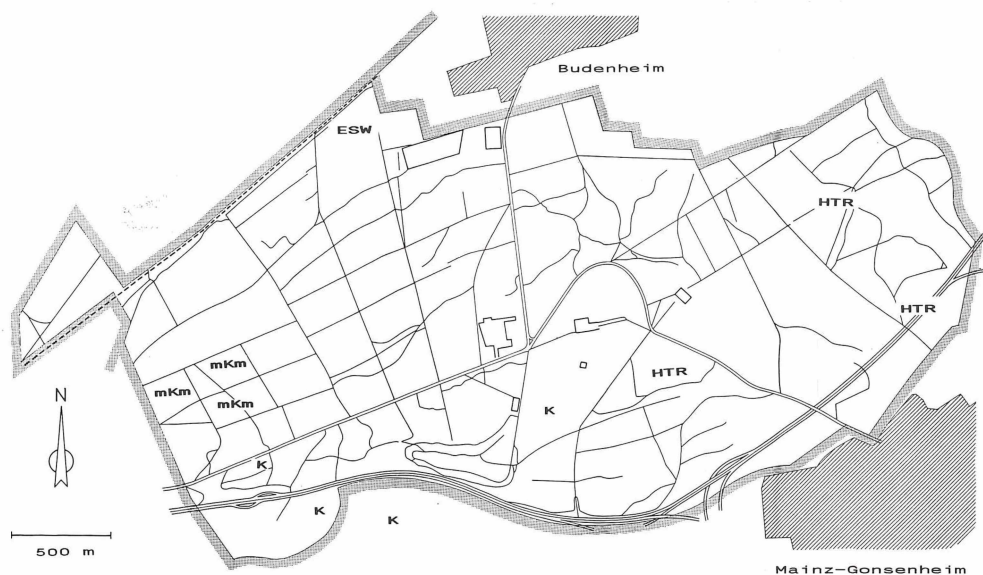
In diesem Abschnitt soll abschließend auf zwei angewandte Aspekte der vorliegenden Untersuchungen kurz eingegangen werden: Einerseits der Beitrag der Moosflora bei der Auswahl schutzwürdiger Gebiete des LBW, andererseits eine Einschätzung der Verwendbarkeit der Moose als Zeigerarten für Bodenfaktoren.

4.1 Schutzwürdige Bryophyten-Habitate des LBW

Der kommentierten Artenliste ist zu entnehmen, daß im LBW 13 Arten der Roten Liste der Moose von Rheinland-Pfalz vorkommen, daneben einige Mittelgebirgs-Arten, die im Flachland nur (noch) selten zu finden sind und eine Art der Roten Liste des Bundesgebietes.

Diese seltenen und als besonders schutzwürdig anzusehenden Arten sind nicht gleichmäßig über den Wald verteilt, sondern bevorzugen bestimmte Lebensräume, die natürlich – mit eine Ursache für die Seltenheit dieser Moose – auch nicht (mehr) häufig sind. Teilweise handelt es sich dabei um Standorte, die auch aufgrund der an ihnen lebenden Höheren Pflanzen geschützt werden sollten, teilweise sind es Moos-spezifische Kleinbiotope. Als Beispiele seien genannt:

- a) Lückige Halbtrockenrasen. Hier gedeihen unter anderem *Tortella inclinata*, *T. tortuosa*, *Encalypta vulgaris*, *Weisia microstoma*, *Thuidium abietinum*, *Rhytidium rugosum* und *Rhynchostegium megapolitanum* (vgl. 3.2). Vorkommen gibt es auf den Dünen am Geiersköpfel, neben der Altmünster-Schneise und in der Nähe der 14-Nothelfer-Kapelle.
- b) Freistehende oder -liegende Kalkfelsen. Auch auf ihre Vegetation ist in Abschnitt 3.2 schon eingegangen worden; es sei nur noch einmal betont, daß viele dieser Arten im Rückgang begriffen sind. Eine Beschädigung oder gar Entfernung dieser Kalkfelsen ist unbedingt zu vermeiden; es sollte dafür gesorgt werden, daß diese kleinflächigen Standorte nicht von *Rubus fruticosus* überrankt werden, was die Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse negativ verändern würde. Solche Kalkfelsen und -steine finden sich unmittelbar nördlich der um Schloß Waldthausen herumführenden Straße (Brunnenmauer), in der Nähe des Rotkäppchens sowie am Südrand des Waldes.
- c) Erlensumpfwald. Die hier vorkommenden Bryophyten sind, abgesehen von *Plagiothecium succulentum* und *Eurhynchium speciosum*, keine Seltenheiten, doch dürften einige von ihnen hier ihren einzigen Standort in der Umgebung haben.
- d) Mittelalte Kiefernwälder im Westteil des LBW. Hier liegen die Vorkommen von *Ptilidium* und *Barbilophozia*. Zudem ist gerade hier der Deckungsgrad der Mooschicht oft größer als der der Krautschicht. - Mittelalte Kiefernwälder als solche sind natürlich nicht zu erhalten, da sie zwangsläufig älter und damit lichter werden. Die schützenswerten Moose werden dann sicher in die nachwachsenden Kiefernwälder übergreifen. (Kieferndickungen sind, wohl infolge Lichtmangels, sehr moosarm.) Es ist also dafür zu sorgen, daß genügend reine Kiefernbestände ohne Laubholzunter- oder -zwischenpflanzung herangezogen werden. Eine weitere Gefährdung stellen *Calamagrostis* und *Rubus fruticosus* dar, die sich zur Zeit im LBW ausbreiten: Sie unterdrücken das Wachstum der Moose.



Karte 1: Verbreitung schützenswerter Bryophyten-Standorte im LBW

HTR – lückige Halbtrockenrasen

ESW – Erlensumpfwald

K – Kalksteine

mKm – moosreiche mittelalte Kiefernbestände

e) Laubholzborke. Gerade die Borke von *Quercus*, *Castanea* und *Populus* stellt den Lebensraum einiger seltener Epiphyten dar (*Frullania*, *Ulotia*, *Orthotrichum*; vgl. 3.2) – nicht dagegen die Borke von *Fagus*, *Tilia* und *Acer*, der Baumarten, die zur Zeit verstärkt forstlich eingebracht werden. Demzufolge ist die Eiche als natürlicher Bestandteil des Pyrolo-Pinetum unbedingt zu erhalten, und zwar in Gemeinschaft der Kiefer, denn Eichen in schattenden Laubholzbeständen sind in der Regel frei von Epiphytenbewuchs.

Die Lage einiger der beschriebenen Standorte ist in Karte 1 dargestellt. – Es soll abschließend noch auf eine globale Gefährdungsursache einiger Moosarten hingewiesen werden: Die zunehmende Eutrophierung durch Stickstoffeintrag aus der Luft fördert konkurrenzkräftige pleurokarpe Arten (z.B. *Hypnum cupressiforme*), die dann andere überwachsen können (DÜLL 1985).

4.2 Moose als Zeigerarten im Lennebergwald

Die Heranziehung der Moose als Zeigerarten für die Bodenreaktion erscheint problematisch. Viele Arten bevorzugen sicherlich eindeutig Standorte mit saurer oder basischer Reaktion, doch sind die im LBW häufigsten Arten gegenüber dem pH indifferent oder bevorzugen eine mittlere Bodenreaktion (*Hypnum cupressiforme*, *Brachythecium rutabulum*). Zudem ist ein Waldboden gerade für Moose kein homogener Standort (wechselnde Dicke der Streu oder der Moderauflage, Einfluß des Stammablaufs).

Auffällig ist, daß die Moose, obwohl sie mit der obersten Bodenschicht in Kontakt stehen, nur selten besonders gut mit dem ebenfalls in den obersten Bodenschichten bestimmten pH-Wert korreliert sind (vgl. 3.3). Die gefundenen Korrelationen entsprechen zudem nicht immer den Erwartungen. *Dicranella* und *Polytrichum*, beide als Säurezeiger anzusehen, korrelieren signifikant mit niederen pH-Werten – *Pohlia*, die sich ähnlich wie *Dicranella* verhält und auch ähnlich eingestuft wurde, kommt jedoch bei höheren pH-Werten etwas häufiger vor (n.s.). *Hylocomium* und *Dicranum polysetum*, die intermediäre Bodenreaktion bevorzugen sollten, kommen im LBW mit höheren pH-Werten korreliert vor – das ebenfalls intermediär eingeschätzte *Atrichum* dagegen mit niedrigen pH-Werten. Leider waren alle kalkliebenden Arten so selten, daß sie nicht für die Signifikanzberechnungen herangezogen werden konnten.

Ein Teil dieser Widersprüche ließe sich sicherlich klären, wenn der pH mehrmals im Jahr und immer nur im Rhizoidbereich der jeweils untersuchten Moosart bestimmt würde. Zudem darf nie vergessen werden, daß eine signifikante Beziehung noch lange keine kausale Beziehung zu sein braucht – vielleicht ist für das Vorkommen des Mooses an dieser Stelle ja ein ganz anderer Faktor als die Bodenreaktion ausschlaggebend.

Überraschenderweise ist die Beziehung der Moose zu den anhand der Höheren Pflanzen ermittelten mR-Werten in manchen Fällen viel eindeutiger, obwohl die meisten Kormophyten in anderen Bodentiefen wurzeln als die Moose (vgl. 3.3). Einige Arten (*Hylocomium*, *Pohlia*, *Dicranum* spp.) treten bei eher niedrigen mR-, aber höheren pH-Werten auf. Diese Beziehungen sind zwar meist nicht signifikant, verdienen es aber dennoch, erwähnt zu werden, weil sie der Erwartung (Vorkommen bei niedrigem pH, da oberflächliche Versauerung, und hohem mR-Wert, da kombiniert mit tiefwurzelnden Kalkzeigern) genau widersprechen. Eine Erklärung hierfür kann zur Zeit noch nicht gegeben werden.

Die Beziehung zwischen Moosen und mN-Wert ist dagegen in vielen Fällen so signifikant, daß diese Moose wohl als Zeigerarten für N-Reichtum oder N-Armut angesehen werden können (vgl. 3.3). Die drei „N-Zeiger“ werden auch schon von DÜLL (1980, 1985) als nährstoffliebend angesehen. *Dicranum scoparium* wird von DÜLL als nährstoffmeidend eingestuft, zu den Ansprüchen der übrigen 5 stickstoffmeidenden Arten äußert sich DÜLL nicht. Auch *Dicranella* und *Plagiothecium* sind nach DÜLL typisch für arme Standorte; in den vorliegenden Untersuchungen verfehlen sie das Signifikanzniveau nur knapp. Entsprechendes gilt für das eutrophierte Standorte bevorzugende *Eurhynchium striatum*. Dagegen verhalten sich *Brachythecium velutinum* und *Plagiomnium affine* im Gebiet des LBW anders, als es die Einschätzung DÜLLS erwarten läßt: Sie sind nicht mit hohen mN-Werten korreliert, sondern verhalten sich gegenüber dem Stickstofffaktor indifferent bzw. bevorzugen sogar eher N-arme Standorte.

5. Zusammenfassung

Bei der Untersuchung der Moosflora des LBW konnten 104 verschiedene Moosarten nachgewiesen werden, fast dreimal soviel, als bisher in der Literatur beschrieben waren. Für jede Art werden ihre Häufigkeit, ihr Standort und gegebenenfalls ihr Gefährdungsgrad angegeben (kommentierte Artenliste).

Moos-Lebensräume im LBW sind neben dem Waldboden noch lückige Halbtrockenrasen, kleinere Kalkfelsen, Borke lebender Bäume und einige wasserbeeinflusste Standorte. Die Verteilung der Moosarten auf die einzelnen Teilbiotope wird beschrieben, Unterschiede zwischen Laubwald, Pyrolo-Pinetum festucetosum und Pyrolo-Pinetum caricetosum werden herausgestellt.

Die Beziehungen zwischen dem Vorkommen einer Moosart und dem pH(H₂O), der mittleren Bodenreaktionszahl und der mittleren Stickstoffzahl (beide nach ELLENBERG) der Fundorte wird für 15 verschiedene Moosarten diskutiert.

Die Bereiche des LBW, die aufgrund ihrer Moosflora besonders schützenswert sind, werden herausgestellt.

6. Danksagung

Ich danke Herrn Dr. W. LICHT (Institut für Spezielle Botanik der Johannes Gutenberg-Universität Mainz) für die großzügige Unterstützung dieser Arbeit und für zahlreiche fruchtbare Diskussionen sowie Herrn Diplom-Biologen H.-J. KLEMENZ (ebenfalls Institut für Spezielle Botanik der Universität Mainz) für die Überprüfung einiger kritischer Arten.

7. Literaturverzeichnis

- ANTONIETTI, L. (1990): Ökosystemare Untersuchungen im Lennebergwald bei Mainz zur Erfassung und Bewertung der Belastung und Belastbarkeit der Böden durch immissionsbedingte Stoffeinträge. – Dissertation Universität Mainz, noch unveröffentlicht.
- BLAB, J., NOWAK, E. u. a. (1985): Rote Liste der gefährdeten Tier- und Pflanzenarten in der Bundesrepublik Deutschland. 4. Aufl. – 270 S. Kilda-Verlag, Greven.
- CLAUSS, G. & EBNER, H. (1985): Statistik. Für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner. Band 1: Grundlagen. 5. Aufl. – 530 S. H. Deutsch, Thun & Frankfurt am Main.
- DÜLL, R. (1980): Die Moose (Bryophyta) des Rheinlandes (Nordrhein-Westfalen, Bundesrepublik Deutschland) unter Berücksichtigung der selteneren Arten des benachbarten Westfalen und Rheinland-Pfalz. – Decheniana-Beihefte **24**: 1–365. Bonn.
- DÜLL, R. (1985): Exkursionstaschenbuch der Moose. – 273 S. IDH-Verlag, Rheurdt.
- DÜLL, R., FISCHER, E. & LAUER, H. (1983): Verschollene und gefährdete Moospflanzen in Rheinland-Pfalz. – Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz **9**: 107–132. Oppenheim.
- DÜLL, R. & MEINUNGER, L. (1989): Deutschlands Moose. I. Teil. – 368 S. IDH-Verlag, Bad Münstereifel-Ohlerath.
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. – Scripta geobotanica **9**: 122 S. E. Goltze KG, Göttingen.
- FISCHER, E. (1987): Die Moosvegetation des Naturschutzgebietes „Mainzer Sand“. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **25**: 73–84. Mainz.
- FRAHM, J. P. & FREY W. (1983): Moosflora. – 522 S. E. Ulmer, Stuttgart.
- HERZOG, TH. (1926): Geographie der Moose. – 440 S. und 8 Tafeln. G. Fischer, Jena.
- IKENBERRY, G. J. (1936): The Relation of Hydrogen-Ion Concentration to the Growth and Distribution of Mosses. – American Journal of Botany **23**: 271–279. Lancaster.
- KORNECK, D. (1987): Pflanzengesellschaften des Mainzer-Sand-Gebietes. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **25**: 135–200. Mainz.
- LANDOLT, E. (1977): Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. – Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH, Stiftung Rübel **64**: 208 S., Zürich.

- LICHT, U. (1990): Beziehungen zwischen Vegetation und Mikroklima im Lennebergwald bei Mainz. – Abschlußbericht zur interdisziplinären Untersuchung des Lennebergwaldes. Im Druck. Mainz.
- LIMPRICHT, K. G. (1890–1904): Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Rabenhorsts Kryptogamenflora Band 4. – 2632 S. Leipzig.
- MATTERN, G. & LICHT, W. (1990): Die Vegetation eines Kiefernwaldes als Anzeiger bodenökologischer Faktoren. – Abschlußbericht zur interdisziplinären Untersuchung des Lennebergwaldes. Im Druck. Mainz.
- MÖNKEMEYER, W. (1927): Die Laubmoose Europas. Rabenhorsts Kryptogamenflora Band 4. – 960 S. Leipzig.
- MÜLLER, K. (1951–57): Die Lebermoose Europas. Rabenhorsts Kryptogamenflora Band 6. – 1365 S. Leipzig.
- NYHOLM, E. (1954–69): Illustrated Moss Flora of Fennoscandia II. Musci. – 799 S. Lund.
- PHILIPPI, G. (1972): Die Moosvegetation der Wälder in der Rheinaue zwischen Basel und Mannheim. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 31: 5–64. Karlsruhe.
- SMITH, A. J. E. (1978): The Moss Flora of Britain and Ireland. – 706 S. London.
- WALTER, H. (1951): Grundlagen der Pflanzenverbreitung. I. Teil: Standortslehre. – 526 S. Verlag E. Ulmer, Ludwigsburg.
- ZIEHEN, W. (1970): Wald und Steppe in Rheinhessen. Ein Beitrag zur Geschichte der Naturlandschaft. – Forschungen zur deutschen Landeskunde 196: 154 S. Bonn-Bad Godesberg.

Anschrift des Verfassers: GUNTER MATTERN, Oberndorferstraße 4, D-6762 Alsenz.

Manuskript eingegangen: 18. Juni 1990.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mainzer naturwissenschaftliches Archiv](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Mattern Gunter

Artikel/Article: [Die Moose des Lennebergwaldes und ihre Beziehungen zu Habitaten und Bodeneigenschaften \(pH, N-Gehalt\) 23-45](#)