



Ruprecht Düll | Barbara Düll-Wunder

Die Moose Mitteleuropas

Bestimmung und Beschreibung
der wichtigsten Arten



QUELLE & MEYER

Ruprecht Düll (†)
Barbara Düll-Wunder

Die Moose Mitteleuropas

Bestimmung und Beschreibung
der wichtigsten Arten

3. Auflage



Quelle & Meyer Verlag Wiebelsheim

Inhaltsverzeichnis

Kurzbiographie und Vita	7
Vorwort	8
Einführung.....	10
Charakteristika, Lebenszyklus und Biologie der Moose	12
Kurze Stammesgeschichte der Moose.....	26
Methodische Anleitung zum Kennenlernen von Moosen.....	26
Die Mikroskopische Bestimmung der Moose	30
Die ökologischen Zeigerwerte (nach Ellenberg)	35
Bryogeographie und Mooskartierung.....	38
Die Bedeutung der Moose für ihren Lebensraum und ihre Mitlebewesen.....	43
Schutzwürdigkeit und Rückgang der Moose	46
Bemerkungen zur Geschichte der Moosforschung	47
Abkürzungen und Erklärung der Fachausdrücke.....	48
 Bestimmungsteil	
I. Thallose Lebermoose (inkl. Horn-Lebermoose)	55
I.A. Horn-Lebermoose – Anthocerotae / Anthocerophyta	56
I.B.1. Gegliederte (gekammerte) thallose Lebermoose – Marchantiales	56
I.B.2. Ungegliederte thallose Lebermoose – Metzgeriales (= Anakrogynae).....	59
II. Beblätterte Lebermoose – Jungermaniales (Acrogynae).....	61
III. Laubmoose (Musci / Bryophyta)	68
1. Bestimmungsschlüssel für Laubmoose mit Sporenkapseln.....	68
A. Für aufrechte (akrokarpe) Laubmoose	69
B. Schlüssel für niederliegende (pleurokarpe) Laubmoose	80
2. Bestimmungsschlüssel für Laubmoose ohne Sporenkapseln	88
A. Für aufrechte (akrokarpe) Laubmoose.....	88
B. Für niederliegende (pleurokarpe) Laubmoose.....	100
Anmerkungen zur Bestimmung	109
 Spezieller Teil	
Lebermoose	110
Laubmoose.....	252
Verwendete und weiterführende Literatur	622
Bildnachweis.....	625
Register	626

Vorwort

Dieses Buch hat – soweit uns bekannt – weltweit nur ein einziges Werk (allerdings nur mit Einschränkung) als „Vorgänger“. Gemeint ist A. J. GROUT's „Mosses with hand-lens and microscope“ (1903), hervorgegangen aus seinem Buch „Mosses with a hand-lens“. Eine für die damalige Zeit lobenswerte Einführung in die Welt der Laubmoose. Fast ausschließlich illustriert mit den vorzüglichen Bildern aus W. P. Schimper's „Synopsis muscorum“ (1860). Seine beschreibenden Texte sind zwar für eine erste Einordnung hilfreich, ansonsten kann auf den Gebrauch eines Mikroskops, was Grout auch einräumt, jedoch kaum verzichtet werden. Weitere Angaben, so zur Standortökologie, Verbreitung etc. fehlen.

Der entscheidende Anstoß für die Erarbeitung des „Exkursionstaschenbuchs“ war ein Treffen mit E. VERNON WATSON, dem Autor einer vorzüglichen Einführung in die Welt der britischen Moose (2nd ed. 1968). Er war an einer deutschsprachigen Übersetzung sehr interessiert. Leider zeigten zwei große deutsche Botanik-Verlage auf Anfrage kein Interesse („es gibt genügend deutsche Moosbücher“). Dies motivierte den Erstautor, ein Moosbuch zur Lupenbestimmung selbst zu erarbeiten – das „Exkursionstaschenbuch der Moose“, welches seine ersten fünf Auflagen im IDH-Verlag, Bad Münstereifel erfuhr. Im Jahr 2008 übernahm der Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim das Moosbuch unter Abänderung des Titels.

Zum Inhalt des Buches. Im Allgemeinen Teil hilft dem Leser wieder eine Fülle wichtiger methodischer Hinweise bei der Beschäftigung mit Moosen. Hinzu kommen Kapitel über unbedingt Wissenswertes über die Moose überhaupt. Informationen, die man in vergleichbaren Werken gewöhnlich vermisst.

Im Speziellen Teil wird eine Auswahl der wichtigsten mitteleuropäischen Moose nach Lupen-, wie auch nach Standortmerkmalen gebracht. Sie werden so charakterisiert, dass eine Erkennung dieser Arten im Allgemeinen auch ohne Mikroskop möglich ist. Anmerkun-

gen zur Herkunft der wissenschaftlichen Namen, zur Entdeckung und Erstbeschreibung, zum etwaigen Nutzen und zu bemerkenswerten ökologischen Einpassungen der Arten werden gegeben. Die ausführlichen Angaben zur Standortökologie, zum ökologischen Zeigerwert, zur Empfindlichkeit gegenüber Luftverschmutzung sowie auch zur Höhen- und Flächenverbreitung sind ebenfalls umfangreicher als in den meisten gängigen Werken. Neu sind u. a. die Angaben zur Höhenverbreitung und dazu wurden die Standortbeschreibungen, wie auch die Bestimmungsschlüssel, völlig neu bearbeitet.

In der 2. Auflage wurden wieder zahlreiche weitere Arten, es sind insgesamt 69, ausführlicher behandelt, d. h. als „Hauptarten“ beschrieben. Von z. Zt. insgesamt ca. 1000 aus Deutschland bekannten Moosen wurden 282 Arten (davon 88 Lebermoose und 194 Laubmoose) ausführlich behandelt. Ebenso findet der Benutzer dazu eine ganze Reihe neuer „Nebenarten“. Insgesamt also etwa die Hälfte der deutschen Moose. Alle übrigen deutschen Moose sind entweder im Allgemeinen selten bis sehr selten und kommen höchstens im höheren Gebirge häufiger bzw. im Gelände vor und sind oft auch mikroskopisch nicht sicher zu erkennen. Zur genaueren Verbreitung vgl. „Deutschlands Moose“ (Bd. 1.: DÜLL & MEINUNGER 1989 und Bd. 2. & 3.: DÜLL 1994) und natürlich den Verbreitungsatlas von L. MEINUNGER & W. SCHRÖDER sowie die Bildtafeln von M. LÜTH.

Durch das freundliche Entgegenkommen des Quelle & Meyer Verlages können die meisten Arten auch farbig illustriert werden. Die Fotos wurden in der 3. Auflage verbessert und auch deutlich größer abgebildet. Allerdings wäre die Bebilderung ohne die großzügige Hilfe einiger Moosfreunde, insbesondere durch GOTTFRIED SCHWAB und DR. GÜNTER REBING weniger attraktiv geworden. Letzterer und IRENE DÜLL, FRAU DES ERSTAUTORS, haben sich auch mit Fleiß dem Korrekturlesen gewidmet. Dafür allen unser herzliches Dankeschön. Dank

sei auch dem Tübinger Studienfreund des Erstautors, Prof. Dr. W. GRÜNINGER, für Mitteilung von Korrekturen. Für die 3. Auflage gilt ein besonderer Dank der Zweitautorin an Prof. Dr. W. MEYER für ein erneutes Korrekturlesen.

Die Nomenklatur wurde weitgehend – wenn es auch manchmal lästig ist – der in der „Referenzliste der Moose Deutschlands“ empfohlenen angepasst. Zur Erleichterung wurden die verworfenen Namen jeweils als Synonym angeführt. In der 3. Auflage wurde die Nomenklatur weitgehend der Nomenklatur der „Checkliste der Moose Deutschlands“ angepasst.

Wir alle wünschen, dass dieses neu gestaltete Buch den Moosen und der Mooskunde nicht nur viele neue Freunde schaffen, sondern auch Argumente für die Erhaltung unserer Mitwelt

liefern wird. Moose und ihre Lebensweise zu kennen bedeutet auch mehr Wahrnehmung und damit mehr Freude an unserer Mitwelt. Schon lange vor unserer Zeit hat FRANCIS BACON eine solche Sicht unserer Welt in seinem „Avancement of learning“ 1605 besonders schön formuliert:

„Denn alle Kenntnis und alles Erstaunen ist schon von sich aus ein Vergnügen“.

In der 3. Auflage wurden die abgebildeten Tafeln korrigiert, die im Text vorkommenden Zeichnungen beschriftet.

Ein besonderer Dank der Zweitautorin geht an ihre Mutter, IRENE DÜLL, die sie bei der Durchsicht und Korrektur maßgeblich unterstützt hat. Ihr sei hiermit herzlich gedankt.

Barbara Düll-Wunder

Einführung

Diese Einführung ist ein sehr persönliches Plädoyer des Erstautors für die Moose. Deshalb hat seine Tochter, Zweitautorin dieses Buches, sich entschlossen, die „Ich-Form“ beizubehalten.

Ein persönliches Wort

Die Vermittlung persönlicher Erfahrungen kann der Zuwendung zu einem Sachgebiet immer von Nutzen sein. Auch stellt man sich die Frage, was hat den Autor veranlasst, sich mit so einem unüblichen Wissensgebiet wie der Mooskunde zu befassen? Darum sei dem Erstautor erlaubt, eine kurze Darstellung seiner „Bryohistorie“ vorzutragen.

Mein Vater war ein Naturfreund und Wanderer. Schon deshalb interessierte mich alles, was da wächst und kreucht und fleucht. Die ideale Voraussetzung, um ein „Vollbiologe“ zu werden. Darum ergriff ich gern die Gelegenheit, auch die Moose kennenzulernen. Bis dahin kannte ich nur 3 verschiedene Moose. Das Frauenhaar (auf Wunsch der Biologielehrerin nach einer Abbildung im „SCHMEIL“ aus dem Webicht besorgt), das Weißmoos als Beiwerk für Spiellandschaften und schließlich das Torfmoos, als „Edelweißmoos“ von der Großmutter gezeigt.

Den ersten umfassenderen Kontakt zu den Moosen hatte ich dann an der Universität Jena. Dort begann ich 1950 mein Studium, allerdings erst einmal als stud. päd. (Hauptfach Biologie). Seitdem sind nunmehr 55 Jahre vergangen, dass ich im Wintersemester 1950/51 einen Moosbestimmungskurs an der Universität Jena belegte. Mein etwas älterer Freund und Kommilitone KURT GLIEMEROTH, der mir in dieser Zeit mein erster guter Lehrer war, hatte mir diese Veranstaltung wärmstens empfohlen. Dieser Mooskurs war auch der letzte, den der weltbekannte Bryologe PROF. DR. THEODOR HERZOG noch veranstalten konnte. Leider erlernte man dabei nur das Bestimmen der Moose. Den ersehnten Erwerb von Artenkenntnis brachte erst das nächste Wintersemester, die Teilnahme an

HERZOG's „Moosexkursionen um Jena“. Es war die letzte seiner offiziellen Veranstaltungen. Er war ein sehr liebenswürdiger Lehrer und so wagte ich es nach meiner Umschreibung auf die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, ihn um persönliche Förderung meiner Mooskenntnis zu bitten. Diesem Wunsch kam er nur zu gerne nach. Er organisierte die Ausleihe eines Kursmikroskops und ich durfte Proben nachbestimmen. Leider lehnte er, wenn auch mit Bedauern, die Vergabe einer Diplomarbeit aus gesundheitlichen Gründen ab. Nur einmal ist er seinem Vorsatz untreu geworden, nämlich bei dem inzwischen durch Kinderlähmung für immer an den Rollstuhl gefesselten RICLEF GROLLE.

DENKE ICH ZURÜCK AN HERZOG'S STUDIERSTUBE IM INSTITUT FÜR ALLGEMEINE BOTANIK, SO GLAUBE ICH SOFORT, DEN SPEZIFISCHEN DUFT SEINES HERBARS WAHRZUNEHMEN. ALS PERSÖNLICHE ERINNERUNG BESITZE ICH IMMER NOCH EIN PAAR EXKURSIONSBILDER VON IHM. DAZU SEINE „GEOGRAPHIE DER MOOSE“, NATÜRLICH MIT WIDMUNG, UND EINIGE MOOSBELEGE. DURCH IHN ANGEREGT, WURDEN DIE ERSTEN 3 HEFTE DER NEUAUFLAGE DER „LEBERMOOSE“ KARL MÜLLER'S erworben. Ein versuchter Verkauf misslang zu meinem Glück, denn inzwischen sind gerade diese ersten Hefte eine bibliophile Rarität. Riclef war immer ein fairer Freund, bedachte mich aber auch gern mit gut gemeinten Ratschlägen. Unvergesslich ist mir seine Mahnung: „Überlass die floristische Forschung den Lehrern und Pfarrern“. Es gab und gibt wichtige Gründe, dass ich ihm nicht zustimmen konnte. Für die nichtprofessionellen Moosfreunde sind Moose zuerst ein Vergnügen, natürlich verstärkt durch das Wissen, etwas mehr als der nur „Höhere Pflanzen-“kundige „Normalflorist“ zu sehen und zu kennen. Trotzdem sind sie für die „Professionellen“ eine unverzichtbare Hilfe. Über freundliche Kontakte geben sie ihre Kenntnisse gewöhnlich gerne preis, wenn nicht über Publikationen, dann doch oft über persönliche Mitteilung.

Aus angeblicher Geldnot wird die Spezielle Botanik in ganz Europa reduziert bis eliminiert. Feldbotaniker haben kaum Berufschancen. Wichtiges Wissen verkommt, lobenswerte Traditionen werden beendet. Dank der Ignoranz der DFG wie auch vieler botanischer Hochschulvertreter – nicht nur in Deutschland – dominieren inzwischen tüchtige Dilettanten (oder Pensionäre) Wissensgebiete wie die bryologische Feldforschung. Die Mehrzahl der „FRITZ KOPPE-Preisträger“ gehört zu dieser Kategorie. Zusammenfassende Übersichten oder gar Bestimmungsbücher zu erarbeiten und zu veröffentlichen, ist jedoch im Allgemeinen nicht ihr Ding. Umgekehrt leidet die „Mooskultur“ vieler Länder darunter, dass Moosforschung dort fast ausschließlich von professionellen Bryologen und im Labor oder im Herbar betrieben wird. Eine entsprechend untergeordnete Rolle spielt eine solide Gelände- bzw. überhaupt Artenkenntnis, sie bildet eher die Ausnahme. Ein Antrag auf Unterstützung eines deutschen „Moosforschungszentrums“ wurde 1990 mit dem Argument „Alles fließt jetzt in die Neuen Bundesländer“ aus finanziellen Gründen von der DFG abgelehnt. Diese Chance, in der bryologischen Forschung an der Weltspitze zu bleiben, wurde vertan. Unersetzliche Vorkommen und auch Arten von Moosen sind seitdem verschwunden. Das betrübt umso mehr, als sowohl in Großbritannien durch JOHN RAY, IN ITALIEN DURCH MICHELI, wie in Deutschland durch DILLEN, RUPP und HEDWIG die wissenschaftliche Bryologie nicht nur begründet, sondern auch lange in hervorragender Weise vorangebracht wurde – heutzutage wird sie in allen drei Ländern nur noch als „Orchideenfach“ betrachtet. Trotzdem wird auch der professionelle Bryologe als Artenkenner gebraucht. Über den besseren Zugang zur Fachliteratur wie auch zu neuen Methoden und Ressourcen, kann er leicht neue Wege finden, die dem Hobby-Bryologen nur schwer zugänglich sind.

Zurück zu meinen persönlichen Erfahrungen. Meine ersten Moosbücher waren die Bestimmungstabellen HERZOG's (1929 & 1953)

wie auch die Moosflora von H. GAMS (1950). Letztere seinerzeit das einzige sogar in Ostdeutschland erhältliche Moos-Bestimmungsbuch. Mein erstes allein gesammeltes und dann bestimmtes Moos war eine *Neckera crispa* vom Nordhang des Jenzig bei Jena. Eine spätere Ausgabe des GAMS (1957) ENTHÄLT INZWISCHEN TAUSENDE PERSÖNLICHE ANMERKUNGEN, MEIST AUS DEM GELIEHENEN LIMPRICHT entnommen.

Apropos, der „LIMPRICHT“ WIE AUCH MÜLLER's Lebermoose gehören für mich zu den bedeutendsten Moosbüchern, die je geschaffen wurden. Schon als wissenschaftlicher Assistent an der Humboldt-Universität in Berlin (1955 – 1958) und besonders seit meiner Tübinger Zeit (ab 1958) war ich von der Bedeutung der genauen Kenntnis der Standortverhältnisse für die Erkennung der Moose im Gelände überzeugt. In Tübingen wurde ich über BERTSCH's Moosflora (von Württemberg; 1949) aufs Neue für die Bryologie begeistert. Hier besuchte mich zu gemeinsamen Exkursionen auch erstmals TED WALLACE, ein exzellenter englischer Bryologe (zeitweilig auch Präsident der BBS). Im Nachhinein einer meiner wichtigsten Lehrmeister. Vor allem verdanke ich ihm den regelmäßigen Lupengebrauch, unumgänglich für die Erlangung einer fundierten Geländekenntnis. Ted's permanentes „take the lens“ ist mir unvergesslich.

Am allerwichtigsten für meine Weiterentwicklung als Bryologe war natürlich – wie für viele andere auch – DR. FRITZ KOPPE. ZU SEINER ZEIT WURDE ER – NACH LEOPOLD LOESKE und neben seinem Bruder KARL KOPPE – als der umfassendste kontinentale Mooskenner, auch der Alpenmoose, neidlos anerkannt. Nach 1950 erforschte FRITZ KOPPE auf mehreren Exkursionen auch die Moose Mallorcas, Spaniens sowie der Atlantischen Inseln. Er war ein äußerst liebenswürdiger und hilfsbereiter Mensch. Trotz aller haupt- und nebenberuflichen Auslastung als Autor sehr zahlreicher, hoch geachteter Veröffentlichungen hat er sich viel Zeit genommen, alle ihm zugesandten Proben zu bestimmen. Diese Hilfen, insbesondere auch die Kommentare zu seinen Revisionen,

haben die Mooskenntnis im Lande wesentlich gefördert und in jedem Falle auch mein eigenes bryologisches Wissen außerordentlich erweitert. Schließlich hat er mir mit der Überlassung seines gesamten bryologischen Nachlasses noch einen letzten, besonders großen Dienst erwiesen.

Als Folge der unsinnigen Auflösung des Faches Biologie in Duisburg musste das DÜLL-KOPPE'sche Privatherbar (DUIS) zwischenzeitlich auch privat untergebracht werden. Eine Weitergabe an ein großes Herbar bot sich an. Nach dem Vermächtnis FRITZ KOPPEs sollten seine Aufsammlungen später nur einem solchen Herbar zugeführt werden, in dem auch ein hauptamtlicher Bryologe tätig war. So gingen, natürlich kostenlos, als Erstes die Lebermoose nach Berlin-Dahlem, wo man die Sammlung bei PROF. DR. SCHULTZE-MOTEL in guten Händen glaubte. Gravierende Einschränkungen durch den neuen Chef des Hauses, PROF. DR. GREUTER, wie z. B. die Abschaffung der Abteilungsleiterstellen, führten schließlich zum vorzeitigen Ausscheiden unseres Freundes und darüber hinaus zur Eliminierung der Stelle eines Bryologen. Damit war die testamentarische Voraussetzung für ein Verbleiben bzw. weitere Überlassung des Koppe-Herbars an Berlin entfallen.

Prof. Dr. VOLKMAR WIRTH warb dann um den Kauf des KOPPE-Herbars durch das Naturkunde-Museum in Stuttgart-Ludwigsburg. DR. NEBEL kümmerte sich in Aussicht auf eine Anstellung als Bryologe erfolgreich um die Finanzierung dieser Aktion. Von diesen Geldern wurde die FRITZ-KOPPE-Stiftung zur Förderung der Mooskunde errichtet. Mit den Zinsen aus dem Stiftungsfond, der aus meiner Erbschaft erwachsen war, sollten wichtige Moos-Forschungsprojekte finanziert werden. Das hätte die Bryologie besonders jungen Leuten näher bringen können. Leider schien aber nur eine *nachherige* Preisverleihung für bereits erbrachte bryologische Leistungen möglich. Wie zu erwarten, haben nur wenige der Preisträger weitere Arbeiten mit dem Preisgeld finanziert.

Über meine weiteren bryologischen Aktivitäten geben meine zahlreichen Publikationen Auskunft. Sie erreichten während meiner 25 Jahre an der jetzigen Mercator-Universität Duisburg mit der Errichtung eines bryologischen Forschungsschwerpunktes mit Unterstützung meiner Frau IRENE DÜLL wie des Mitarbeiters DR. J. P. FRAHM ihren Höhepunkt. Natürlich habe ich nach meiner Emeritierung als Lehrstuhlinhaber (1996) auch an Moosen und über Moose weiter geforscht. Zu Moosthemen gibt es seitdem mehr als 10 weitere Publikationen. Umfangreiche Studien im Gebiet der griechischen Ägäis stehen vor der Veröffentlichung. Eine Moosflora des Ahrtals sowie die Südtirols, unterstützt durch Tochter BARBARA DÜLL-WUNDER, sind abgeschlossen.

Charakteristika, Lebenszyklus und Biologie der Moose

Moose gehören mit den Sprosspflanzen zu den Landpflanzen. Nicht nur wegen ihres niedrigen Wuchses – das größte, heimische Moos, *Polytrichum commune*, erreicht kaum 75 cm Höhe –, sondern auch wegen ihres vergleichsweise primitiven Aufbaus werden sie zu den „niederen“ Pflanzen gezählt. Pro Moosart zählt man selten mehr als 15 (selten bis 30) verschiedene Zelltypen. Blütenpflanzen können oft über 60 unterschiedliche Typen aufweisen.

Moose sind Sporenpflanzen. Sie besitzen im Gegensatz zu den Blütenpflanzen einen auffallenden heteromorphen (verschiedengestaltigen), heterophasischen Generationswechsel. Die Geschlechtsgeneration zeichnet sich durch einfache (= haploide), die Sporengeneration durch doppelte (= diploide) Chromosomensätze aus. Im Vergleich zu den Sprosspflanzen ist die vom Wasserhaushalt gewöhnlich sehr abhängige Geschlechtspflanze (der Gametophyt) des Mooses gut entwickelt, d. h. meist reich gegliedert und gewöhnlich auch beblättert. Blättchen, Stämmchen und Rhizoiden der Moose sind denen der „höheren“ (diploiden) Pflanzen nicht vergleichbar, also nicht homolog. Die grüne, uns als „Moos“ bekannte Pflanze enthält

in sogenannten „Blüten“ die Geschlechtsorgane. Die andere, nicht ganz richtig als „ungeschlechtlich“ bezeichnete „Sporenpflanzengeneration“, der Sporophyt, (sie entspricht z. B. der großen, Sporen produzierenden Wurmfarne pflanze) ist bei den Moosen relativ klein und stets ohne Blätter. Die Sporenpflanze ist nur wenige mm bis cm hoch und sitzt bei den Laub- und Horn-Lebermoosen als Halbparasit der autotrophen Geschlechtsgeneration auf. Bei Lebermoosen ernährt sie sich vorwiegend parasitisch. Die Laubmoos-Sporophyten (= Sporogone) haben bis kurz vor der Reife grüne Kapseln und beziehen höchstens einen Teil der Assimilate vom „Wirt“. Wasser und Nährsalze werden über das Haustorium aufgenommen und (falls vorhanden) durch einen Stiel (= Seta) mit Leitungselementen in die sich ausdifferenzierende Kapsel geleitet. In der Kapsel entstehen über eine Reifungsteilung aus den Sporenmutterzellen die haploiden Sporen. Diese können an einem geeigneten Standort zu einem Vorkeim (Protonema) aus grünem Chloronema, später gefolgt von hellerem Caulonema, auskeimen. Das Chloronema zeichnet sich durch unregelmäßige Verzweigung und farblose Zellwände aus. Das Caulonema ist dagegen regelmäßig verzweigt und hat bräunliche Zellwände. Nur an ihm bilden sich die Knospen. Bei *Buxbaumia* ist der Gametophyt nur noch rudimentär entwickelt und allein der um 1(– 2) mm große, mykotrophe Sporophyt ist gut sichtbar. Fast alle Laub- und einige Lebermoose haben einen fädigen Vorkeim. Abweichend sind die der Andreaeales, der Sphagnales und der Tetraphidales. Am Vorkeim entwickeln sich kleine Knospen, aus denen die eigentliche Moospflanze heranwächst.

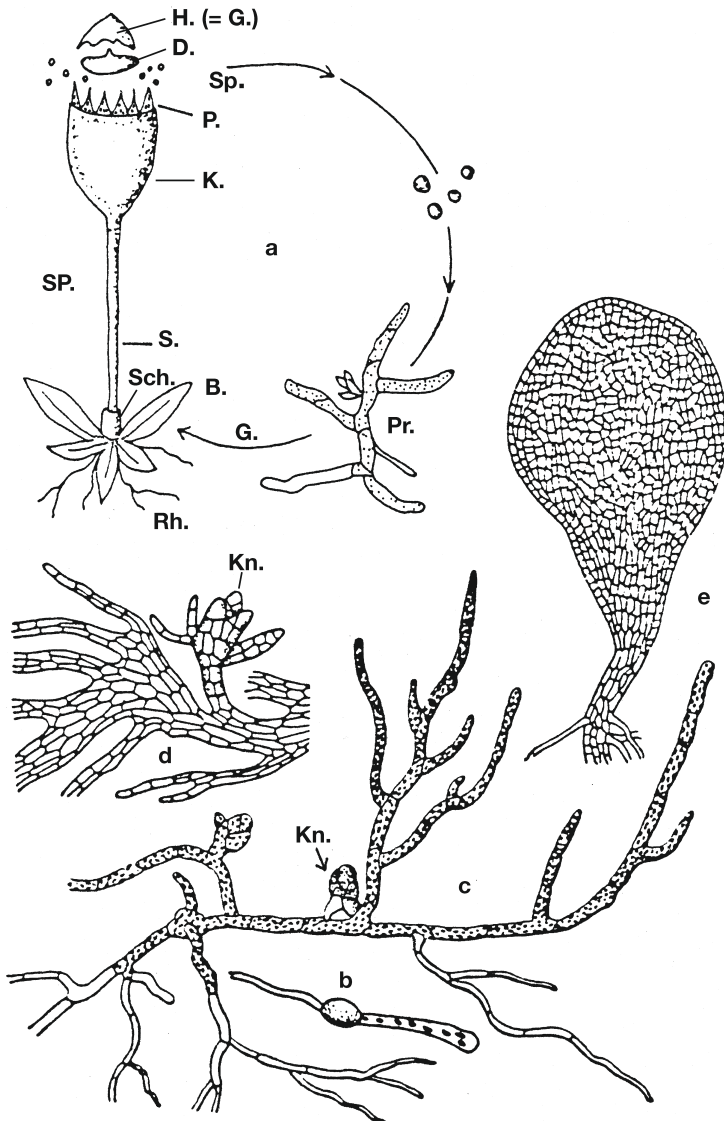
Über Verzweigung und Sprossung können jetzt die verschiedenen „Wuchsformen“ entstehen: laubige Lager und Decken (so bei *Marchantia*), bis um 1 cm hohe Kurzrasen (z. B. *Dicranella*), größere Hochrasen (z. B. *Dicranum scoparium*), Polster (z. B. *Grimmia*), Bäumchenrasen (z. B. *Eurhynchium*), Decken (z. B. *Hypnum*) und andere. Kurzlebige Moose wachsen meist in lockeren, unscheinbaren Herden (z. B.

Pseudephemerum), andere Pioniermoose, z. B. an Wegrainen, überdauern auch als Protonema-Moose. Entsprechend der Überdauerungsart kann man Lebensformen (vgl. R. DÜLL 1968 – 1976) sowie andererseits auch Besiedlungstypen („life strategies“ bei DURING 1979) unterscheiden, so z. B. die „Kolonisten“ auf Brachland. Berechnet man die prozentualen Anteile der einzelnen Typen für ein bestimmtes Biotop, so erhält man ein Lebensformen- bzw. Besiedlungstypen-Spektrum, mit dessen Hilfe man Standorte sehr gut charakterisieren kann, was u. a. M. BOECKER (1993) mit seiner Bearbeitung bewiesen hat. So herrschen z. B. an sonnig-trockenen Felsen Polstermoose und auf dem Waldboden Deckenmoose und Bäumchenrasen vor. Der nebelreiche, tropische und subtropische Bergwald wird durch epiphytische „Hängemoose“ charakterisiert.

Neben den sichtbaren morphologischen Eigentümlichkeiten haben natürlich auch die Moose ökophysiologische Merkmale. Entscheidende Vorbedingungen für das Vorkommen an den oft ausgefallenen (Nischen-) Standorten sind z. B. Austrocknungsresistenz, Ausnutzungsfähigkeit geringster Nährsalzkonzentrationen (z. B. bei Torfmoosen) oder die Eigenschaft, optimale Photosynthese gerade bei niedrigeren Temperaturen zu erbringen.

Entsprechend ihrer Konkurrenzschwäche gegenüber den „großen“ Pflanzen besiedelt die Mehrzahl der Moose meist solche Standorte, die von diesen gewöhnlich gemieden werden. Dort können sie dann, wie in der nordischen Tundra, in der von Sprosspflanzen fast freien Antarktis wie auch an Borke und Gestein streckenweise dominieren.

Mehr als 95 % der Moose zeichnen sich durch eine Gliederung in Stamm und Blättchen aus. Letztere sind meist einschichtig. Vielschichtige und z. T. auch komplizierter gebaute Blattbildungen haben z. B. *Polytrichum* und *Leucobryum*. Laubblättern von Sprosspflanzen analog sind die Lager der *Marchantia*-Verwandten. Die Blattform ist neben Blattstellung, Wuchsform, Bestäubung und Sporogon das wichtigste makroskopische Bestimmungs-



Tafel 1: a. Lebenszyklus eines Laubmooses: G. Gametophyt: b. Blättchen, Pr. fädiges Protonema, Rh. Rhizoiden, Sch. Scheidchen. SP. Sporophyt: D. Deckel, K. Kapsel (Urne), P. Peristom, S. Seta, Sp. Sporen. H. Haube (gehört zum Gametophyten).

b–e: Laubmoos-Protonema: b–c Bryum: b. keimende Spore, c. entwickeltes Fadenprotonema mit Kn. Knospe. d. **Andreaea**-Protonema mit Knospe (nach Kuhn). e. **Tetraphis**-Vorkeim (b, c, e aus Melnichuk)

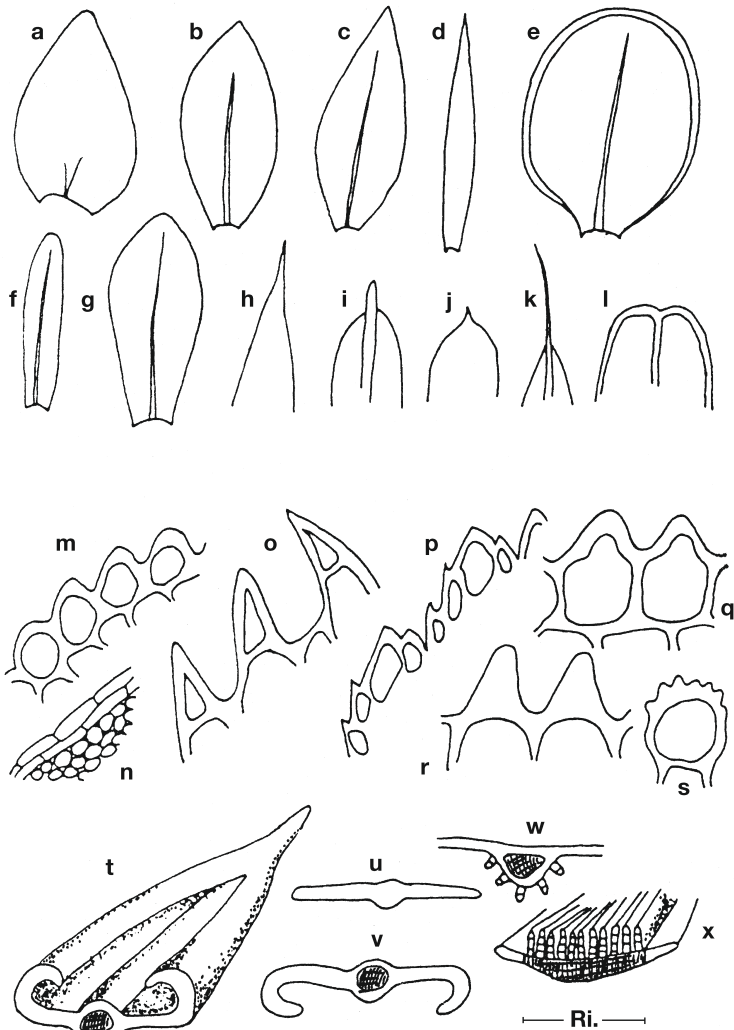
merkmal. Für die mikroskopische Erkennung sind Blattrandtypen, die verschiedenen Zelltypen usw. von Bedeutung. Zumindest bei fast allen aufrechten Laubmoosen (Akrokarpe) wird die Blattfläche durch eine Rippe gestützt. Besonders bei Moosen des flutenden Wassers (z. B. *Cinclidotus*) wie auch bei relativ großzelligem und bei Trockenheit entsprechend stark schrumpfenden Feuchtmoo sen (z. B. *Mnium*) wird der Blattrand durch einen Saum verfestigt. Um- oder Einrollung des Blattrandes und Längsfaltigkeit (wie bei *Homalotheicum*) haben ebenfalls stützende Funktion (vgl. Dachrinnen und Wellblechdach) und variieren entsprechend bei abweichenden Umweltbedingungen. Die Länge und Qualität von Blattspitzen, -fransen, -zähnen und -mamillen stehen in Beziehung zur Luftfeuchtigkeit. An zu trockenen Standorten können sie schlechter ausgebildet sein. Papillen und Glashaare scheinen in erster Linie dem Lichtschutz des empfindlichen Chlorophylls zu dienen, außerdem sind die letzteren u. a. Kondensationspunkte. Die Glashaarlänge kann z. B. bei *Tortula*-Arten je nach Lichtsumme ganz auffällig variieren!

Dem widerspricht nicht, dass gerade manche typischen Steppen- und Wüstenmoose (z. B. auch *Tortula*-Arten) glatte Blätter und keine Glashaare haben. Sie nutzen wie Wüstenflechten die nächtliche Taufeuchte und oft dazu die Exposition zur aufgehenden Sonne (eine Idee, die mir unser Freund Dan Norris vermittelte), um in der für niedrigere Pflanzen idealen Morgenkühle ihre kurze, tägliche Photosynthese zu betreiben. Mit steigender Sonne trocknen sie ebenso schnell aus, wie sie befeuchtet werden. Die für austrocknungsresistente (poikilohydrische) Pflanzen so nachteilige Zeitspanne des zwar noch etwas feuchten, aber nur noch zur Atmung fähigen Pflanzenkörpers ist hier relativ kurz. Es bedarf also keiner besonderen Anpassungen. Moose südseitiger Biotope wie auch viele Nebelmoose sind hingegen durch auffällige Papillen auch äußerlich angepasst. Diese dienen als Lichtschutz (s. o.) und fördern (u. a. wegen der Oberflächenvergrößerung) sowohl schnelle

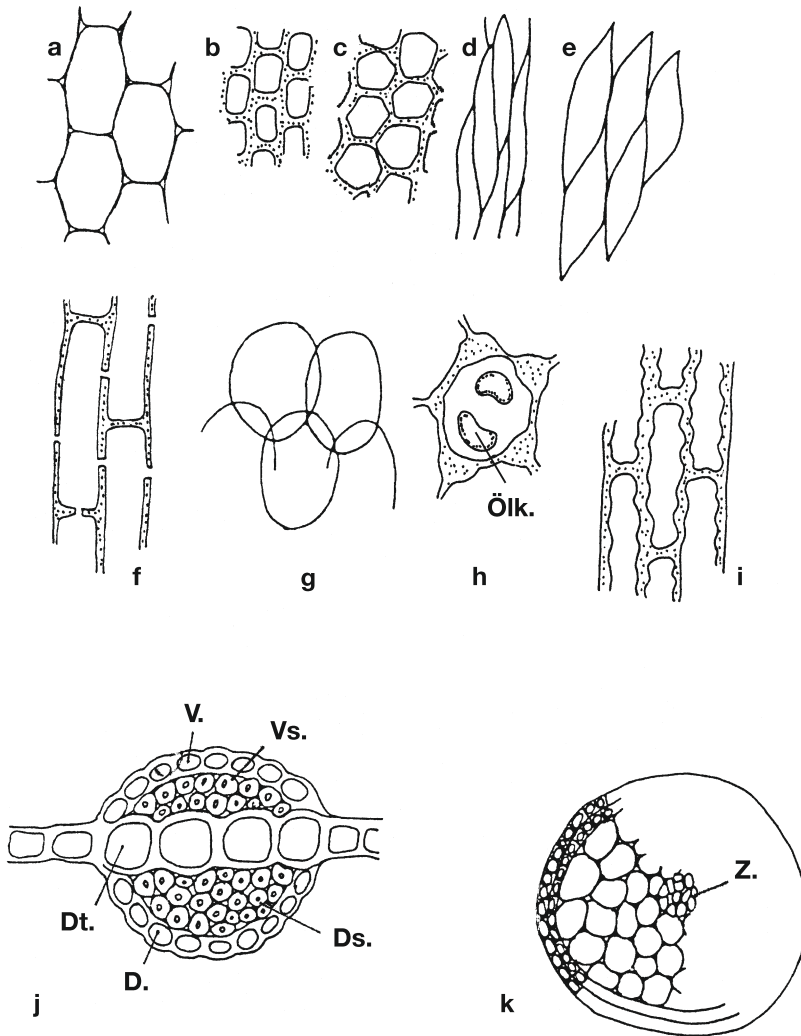
Wasseraufnahme wie auch rasche Austrocknung. Die rapide Durchfeuchtung papillöser Blätter scheint nur – abgesehen bei niedriger Wasserdampfkapazität – eine Nebenerscheinung ihrer eigentlichen Funktion zu sein. In der Ausnutzung selbst kleinster Wasserangebote sind manche Moose Meister. So hat man z. B. bei *Tortula* selbst bei nur 30 % Luftfeuchtigkeit noch eine Wasseraufnahme nachweisen können. Umgekehrt sind vertrocknete Moose dauerfeuchter Standorte oft schwer benetzbar. Nur ein starker Regenguss wird einer vertrockneten Feuchtpflanze so viel Wasser spenden können, dass die Photosynthese mehr einbringt als die relativ lange Atmungsperiode wieder wegnimmt. Außerdem behindert ein Wasserfilm die CO_2 -Aufnahme.

Die Moose haben – im Gegensatz zu den Sprosspflanzen – meist nur eine äußere Wasserleitung. Man nennt sie dann „ektohydrisch“. Das Wasser wird kapillar zwischen Blättern, Rhizoiden o. Ä. am Stängel hochgeleitet. Dasselbe geschieht bei gefalteten, rinnigen oder papillösen Blättern sowie in den kapillaren Räumen zwischen Blattscheiden und Stamm (vgl. *Polytrichum*). Große Moose wie *Polytrichum*- oder die *Mnium*-Arten sind z. T. endohydrisch, d. h. sie haben auch eine innere Leitung, allerdings meist nur für Assimilate. Zu einem Übergangstyp gehören z. B. erdbewohnende Bryum-Arten. Sie sind mixohydrisch. Wie die endohydrischen Moose haben sie eine geförderte Wasseraufnahme durch die „Wurzeln“ (Rhizoiden).

Einen Sonderfall stellen auch die *Marchantia*-Verwandten dar. Ihre Zäpfchen-Rhizoiden dienen ebenfalls der Wasseraufnahme. Sonst sind die Rhizoiden vor allem nur Haftorgane. Biologisch interessante Anpassungen sind auch die Faltblätter der *Fissidens*-Arten und vieler beblätterter Lebermoose, z. B. bei *Scapania*. Sie verzögern über Wasserhaltung die Austrocknung. Ähnliche Funktionen erfüllen die „Wassertaschen“ z. B. bei *Lejeunea* und *Frullania*. Wichtiger sind sie für winzige Kommensalen, die in ihnen leben und deren Exkremente das Moos düngen.



Tafel 2: Blattformen der Laubmoose: a. eiförmig (-stumpflich), mit Doppelrippe, b. elliptisch (-zuge-spitzt), c. breitlanzettlich, d. lineal-lanzettlich, e. kreisförmig, gesäumt, abgerundet, f. zungenförmig, stumpf, g. spatelförmig, stumpf, h. fein zugespitzt, i. oben abgerundet, mit austretender Rippe (mucronat), j. kurz bespitzt, k. Rippe als Haar austretend, l. Spitze ausgerandet.
Blattrand- und Oberflächenformen: m. Rand (durch vorspringende Zellen) crenuliert/gekerbt, n. Rand mit Saumzellen, o. scharf gezähnt, p. grob gezähnt, q. Blattzellen mamillös, r. Blattzellen papillös, s. warzige Endzelle.
Blattränder: t. Spitze kahnförmig, eingerollt, u. flachrandig, v. umgerollt.
Blattrippe mit Lamellen: w. auf dem Rücken, x. bauchseitig.



Tafel 3: Blattzelltypen und Zellinhalte: a. parenchymatisch, dünnwandig mit kleinen Eckverdickungen, b. parenchymatisch, kleinzellig, dickwandig, c. isodiametrisch, derbwandig, d. schmal prosenchymatisch (bis linealisch), e. weit prosenchymatisch, f. Zellwände porös (= getüpfelt), g. lockerzelliger Blattflügel, h. isodiametrische Zellen mit knotigen Eckverdickungen und großen Ölkörpern, i. langgestreckte Zellen mit buchtigen Wänden.

j. Blattrippen-Querschnitt: L. Lamina-Zellen, V. ventrale (bauchseitige) und D. dorsale (rückenseitige) Rinden-Zellen, Vs. ventrale, Ds. dorsale Stereiden, Dt. Deuter. k. Stengelquerschnitt: Z. Zentralstrang. (j. und k. nach Melnichuk).



Sphagnum cuspidatum

Andreaeaceae

Andreaea rupestris Hedwig var. *rupestris*

(= *A. petrophila*)

Fels- oder Ohnnerv-Klaffmoos

(T. 27 a – c)

Name: Von EHRHART zu Ehren des Apothekers J. G. R. ANDREAE (1724 – 1793) in Hannover benannt. Auch bei LINNÉ – wegen des Kapselbaus (s. u.) – immer noch den Lebermoosen zugeordnet.

Erstbeschreibung: Durch den Göttinger Professor G. H. WEBER (1778) als *Jungermannia alpina*, der das Moos im Harz gesammelt hatte. EHRHART hat die Art dann 1784, als *Andreaea petrophila*, erneut beschrieben. Die ersten Arten der Gattung werden bereits durch DILLENIUS

in seiner „Historia muscorum“ (1741) gebracht, so z. B. als „*Lichenastrum alpinum*, *atro-rubens*, *teres*, *calycibus squamosis*“.

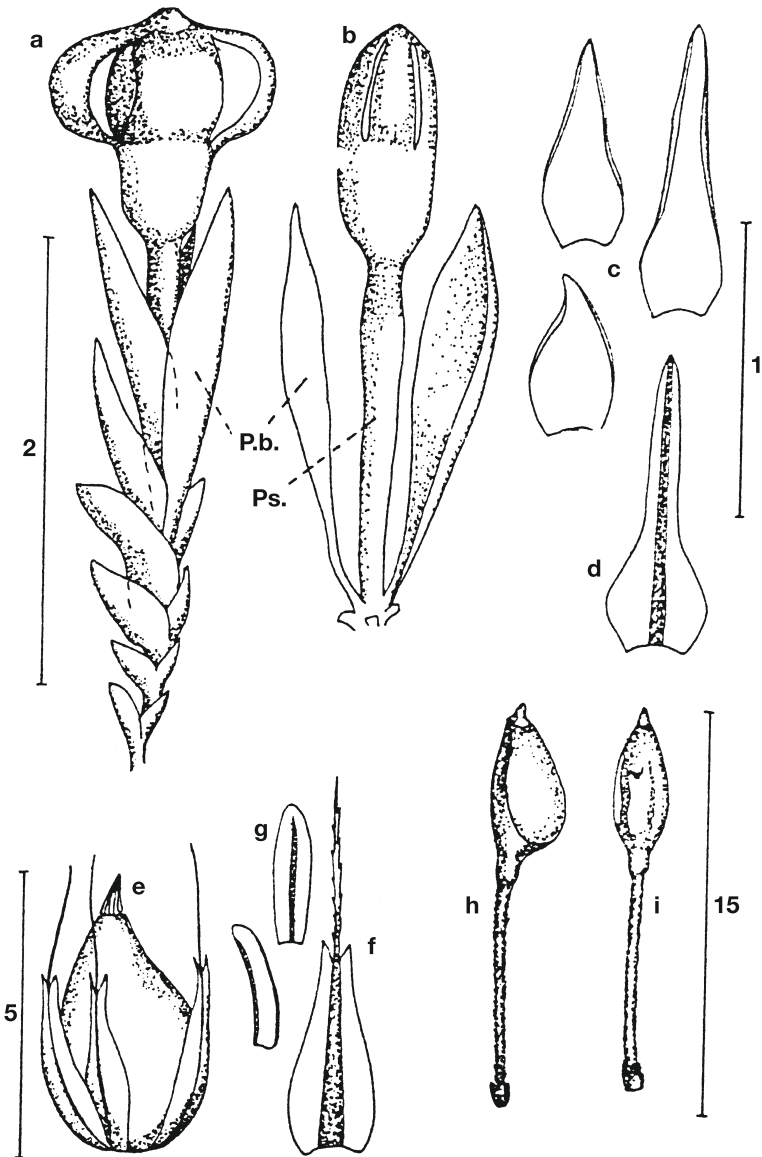
Bau: 0,5 – 1 cm hohe, schwärzlich-grüne bis rotbraune Pölsterchen. Die Blättchen den Stängeln trocken anliegend, feucht aber spreizend bis zurückgebogen, oval- bis breit-lanzettlich, etwas hohl, stumpflich zugespitzt, ohne Rippe, 1(– 2) mm lang. Einhäusig. Sporogone (im Sommer) häufig. Auf setaartigem, kurzem Stielchen (Pseudopodium) emporgehoben. Feucht gespitzt-elliptisch, geschlossen. Trocken spreiz-



Andreaea rupestris



Andreaea rothii



Tafel 27: *Andreaaea rupestris*: a. Habitus c.spg. (trocken), b. Sporogon (feucht): Ps. Pseudopodium, P.c. Perichaetialblätter, c. Blatt. *A. rothii*: d. Blatt. *Diphyscium foliosum*: e. Habitus c.spg., f. Perichaetialblatt, g. normale Blätter. *Buxbaumia aphylla*: h. Sporogon. *B. viridis*: i. Sporogon.

zend, im Umriss kugelig, mit 4 breiten Spalten. Durch diese Kapsel unterscheiden sich *Andreaea*-Arten von allen anderen Moosen.

Verbreitung: Ebene bis alpine Stufe (bis 2600 m und fast 3145 m in Tirol). Nur in den höheren Mittelgebirgen und den Silikatgesteins-Alpen noch sehr verbreitet.

Ökologie: Fast nur an sonnigen, trockenen, regelmäßig nebel- und taufeuchten Silikatfelsen und besonders an Felsblöcken. Ausgesprochen poikilohydrisch. Kalkmeidend. Durch Luftverschmutzung, Aufforstung der Blockhalden (mit Nadelholz), wie auch – in der norddeutschen Ebene – durch Zerschlagung der Findlinge usw. oft sehr im Rückgang oder gar verschwunden. **T 2, L 8, F 2, R 1, K 6.**

Besonderes: Sehr ursprünglicher Typ, ähnlich wie die *Sphagnen*, sowohl Laub- wie auch Lebermoosen nahestehend. Sekundäre Anpassung: poikilohydrisch, d. h. zu längerfristiger Austrocknung befähigt.

Ähnliche Arten gleichen haarlosen *Grimmien* oder kümmerlichen *Dicranaceen*, aber diese haben alle eine Blattrippe bzw. normale Kapseln und oft gut entwickelte Seten. Schwärzlich bis rotbraun und immer mit Blattrippe ausgestattet ist *Andreaea rothii* WEBER & MOHR subsp. *rothii* (T. 27 d), Geripptes Klappmoos (T. 27 d), eine meist viel seltenere Art als *A. rupestre*. **Bau:** Die Blätter sind schmal-lanzettlich und schwach gekrümmt. Die Rippe endet vor der Spitze. **Verbreitung:** Ebene bis Gebirge, fast nur außeralpin (selten bis 1500 m). **Ökologie:** besiedelt meist feuchtere Standorte, vorzugsweise an schwach basischem Gestein. – **T 3, L 6, F 4, R 2, K 2.** Noch seltener ist die subsp. *falcata* (SCHIMPER) LINDBERG (= *A. huntii*). **Bau:** Sie unterscheidet sich durch die austretende Rippe. **Verbreitung:** eine subozeanisch-montane Art der Hochgebirge, dazu aber auch reliktsch bei nur 300 m in der Westeifel. **Ökologie:** Sie wächst an lichtem, trockenerem Silikatgestein – **T 3, L 7, F 2, R 1, K 3.**

Buxbaumiaceae

Diphyscium foliosum (HEDWIG) MOHR

(= *D. sessile*)

Beblättertes Blasen- oder Blasebalgmoos

(T. 27 e – g)

Name: Der von EHRHART 1788 gewählte Name bezieht sich auf die Kapselform und leitet sich ab von lateinisch di = zwei und griechisch physkion, Diminutiv von physke = Bauch, Magen.

Erstbeschreibung: Der berühmte Botaniker HALLER hat die Art 1739 erstmals als *Sphagnum acaulon maximum, foliis in centro ciliaribus* ganz treffend beschrieben und DILLENIUS hat den Namen 1741 übernommen. SCHMIDEL (1758) nannte sie *Buxbaumia sessilis*, also die „Sitzende“, HEDWIG hingegen *foliosum*, die Beblätterte, jeweils zum Unterschied von der damals einzig bekannten *Buxbaumia*, *B. aphylla*.

Bau: Protonema-Moos. Beblätterte Pflanzen in dichten Herden oder auch einzeln, braungüne bis dunkelbraune, niedrige Rosetten

aus schmal-lanzettlichen, meist abgerundeten, mehrschichtigen, gerippten Blättern von ca. 2 mm Länge, zweihäusig, aber ziemlich oft (Frühling bis Herbst) mit Sporogonen. Kapsel sehr charakteristisch: reif hellbraun, bauchig, ca. 3 mm lang, geneigt, asymmetrisch, mit aufgesetzter kegelförmiger Peristomhaut, die sich oben öffnet. Bei Druck auf den dünnwandigen Kapselrücken werden die Sporen blasebalgartig (bis über 5 cm weit) ausgestoßen! Kurz gestielt und von lang begrannnten Perichaetialblättern eingehüllt, die lange erhalten bleiben und auch die unreife, noch zylindrische Kapsel umhüllen. **Verbreitung:** Im Gebirge meist zerstreut, aber in der Ebene sehr selten (in Bayern bis 2080 m und in den Zentralalpen bis 2550 m, 2600 und 2700 m).



Moose sind die ältesten Landpflanzen überhaupt, wachsen meist an den unwirtlichsten Orten und haben im Vergleich zu anderen Pflanzen einen ganz einfachen Bauplan. Dennoch sind sie eine faszinierende Spezies, wie das vorliegende Buch eindrucksvoll zeigt. Mit Hilfe eines leicht verständlichen Schlüssels, der auf Standortmerkmalen und Lupenbestimmung beruht, lassen sich die 500 wichtigsten Laub- und Lebermoose sicher bestimmen und eindeutig voneinander unterscheiden. Porträts informieren über Form und Struktur der jeweiligen Art, Standortökologie und Zeigerwert, ähnliche Arten sowie Höhen- und Flächenverbreitung. Aussagekräftige Fotos, Tafeln und Zeichnungen erhöhen den Informationsgehalt dieses praktischen Bestimmungsbuches.



www.quelle-meyer.de

ISBN 978-3-494-01847-8

Best.-Nr. 494-01847

