

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Serie A (Biologie)

Herausgeber:

Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart

Stuttgarter Beitr. Naturk.	Ser. A	Nr. 591	13 S.	Stuttgart, 10. 8. 1999
----------------------------	--------	---------	-------	------------------------

Auf den Spuren von LANTZIUS-BENINGA – Die Bedeutung der Peristommerkmale bei Laubmoosen (Bryophyta)

In the Footsteps of LANTZIUS-BENINGA –
The Weight of Peristome Characters of Mosses (Bryophyta)

Von Eva Maier, Bernex

Mit 9 Abbildungen

Summary

LANTZIUS-BENINGA (1815–1871), in following HEDWIG, investigated capsules of mosses (1844, 1847, 1850). Longitudinal sections show characters useful to distinguish species. From 1884 to 1902, PHILIBERT (1822–1901) published studies concerning peristome characters. LIMPRICHT (1889–1904) based the description of species on these results. The ideas of LANTZIUS-BENINGA are taken up by EDWARDS (1979, 1984) and SHAW & ROBINSON (1984), SHAW et alii (1987) for taxonomic research.

In application of this knowledge drawings of longitudinal sections through peristome teeth of *Grimmia* species are given to illustrate specific differences. Thus it becomes possible to correlate the variable characters of the gametophyte with the stable characters of the sporophyte and to separate taxa clearly. A paragraph concerning methods is added.

Zusammenfassung

LANTZIUS-BENINGA (1815–1871), in der Nachfolge von HEDWIG, hat mit Untersuchungen an Kapsellängsschnitten von Laubmoosarten (1844, 1847, 1850) Merkmale zur Artunterscheidung zugänglich gemacht. Von 1884 bis 1902 veröffentlicht PHILIBERT (1822–1901) Arbeiten über Studien am Peristom. LIMPRICHT (1889–1904) verwendet dieses Wissen bei der Beschreibung der Arten. EDWARDS (1979, 1984) und SHAW & ROBINSON (1984), SHAW et alii (1987) greifen die von LANTZIUS-BENINGA erarbeiteten Möglichkeiten für die taxonomische Forschung auf. In Anwendung dieser Erkenntnisse werden Längsschnitte von Peristomzähnen von Arten der Gattung *Grimmia* abgebildet, um die spezifischen Unterschiede deutlich zu machen. Die veränderlichen Gametophytenmerkmale können mit den wenig schwankenden Peristommerkmalen in Zusammenhang gebracht und somit Taxa einwandfrei getrennt werden. Ein abschließender Abschnitt stellt die Arbeitsweise vor.

Inhalt

1. Die Bewertung der Periommerkmale, ein geschichtlicher Abriss: Von LANTZIUS-BENINGA bis zum Ende des 20. Jahrhunderts	2
2. Möglichkeiten der Artenrennung, dargestellt an Untersuchungen am Peristom von Arten der Gattung <i>Grimmia</i>	6
3. Zur Arbeitsweise	11
4. Dank	12
5. Literatur	12

1. Die Bewertung der Peristommerkmale, ein geschichtlicher Abriss: Von LANTZIUS-BENINGA bis zum Ende des 20. Jahrhunderts

„Peristom einfach, die 16 Zähne allermeist bis zur Insertion gesondert, immer nach dem Typus der Aplolepiden gebaut, beide Schichten ziemlich gleichmäßig entwickelt und meist nur die äußere mit vortretenden Querleisten.“ Das ist ein Ausschnitt aus der Liste von Merkmalen, wie sie LIMPRICHT (1889) im ersten Band der Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz für die Familie der Grimmiaceae angibt. In den einleitenden Kapiteln dieses Bandes werden die bryologischen Fachausdrücke erklärt und mit Zeichnungen verständlich gemacht. Auf diesen Seiten erscheint zum ersten Mal der Name LANTZIUS-BENINGA, auf dessen Arbeiten sich LIMPRICHT stützt.

BOJUNG SCATO GEORG LANTZIUS-BENINGA wurde 1815 Ostfriesland geboren. Er erwarb 1844 in Göttingen mit der Dissertation „De evolutione sporidiorum in capsulis muscorum“ den Dokortitel. 1846 habilitierte er sich in Göttingen als Privatdozent der philosophischen Fakultät. 1850 wurde er, ebenfalls in Göttingen, Assistent am Universitätsherbarium. Im Jahre 1852 ernannte ihn die philosophische Fakultät der Georgia Augusta zum Assessor. Im 22. Band der „Nova Acta“ der Kaiserlich-Leopoldinisch-Karolinischen Akademie der Naturforscher erschienen 1850 seine Untersuchungen über die Mooskapsel unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntnis des innern Baues der ausgewachsenen Mooskapsel, insbesondere des Peristomes“. Im letzten Lebensjahrzehnt arbeitete er an einem Werk, von dem nur der erste Teil vollendet ist. Es trägt den Titel: „Die unterscheidenden Merkmale der deutschen Pflanzenfamilien und -Geschlechter“. Als Lehrer und Forscher genoss er hohe Wertschätzung. Seine Aufrichtigkeit und zuweilen unüberlegte Offenheit schufen ihm auch Widersacher. Dies und die damalige politische Konstellation sind die Erklärung, weshalb er erst 1870, wenige Monate vor seinem Tode im Jahre 1871, zum außerordentlichen Professor ernannt wurde (BIELEFELD 1897).

Von HEDWIG übernimmt LANTZIUS-BENINGA zur Beschreibung des Baus der Mooskapsel die Begriffe *Kolumella*, *äußere* und *innere Kapselmembran*, von BRUCH und SCHIMPER die Bezeichnung *Sporensack*, allerdings in der Bedeutung für das innere Organ der Kapsel, das zwischen Kolumella und äußerer Kapselmembran liegt. Er bedauert das Fehlen von Untersuchungen an der Mooskapsel, die den Systematikern so wichtig ist, mit den Worten: „Sogar das Peristom, worauf HEDWIG das einzige bis jetzt brauchbare System zur Anordnung der Moose begründet hat, wurde nicht weiter untersucht.“ Dieser Vorwurf gilt ganz besonders den Autoren der „Bryologia Europaea“, BRUCH und SCHIMPER. Tatsächlich ist die aus BRUCH et alii (1836–1855) als Beispiel gewählte Abbildung vom Längsschnitt durch den Peristomzahn von *Grimmia plagiopodia* Hedw. (Abb. 1a), der Typusart der Gattung *Grimmia*, missverständlich dargestellt. In Wirklichkeit springen die Querleisten der Zähne viel weniger stark vor.

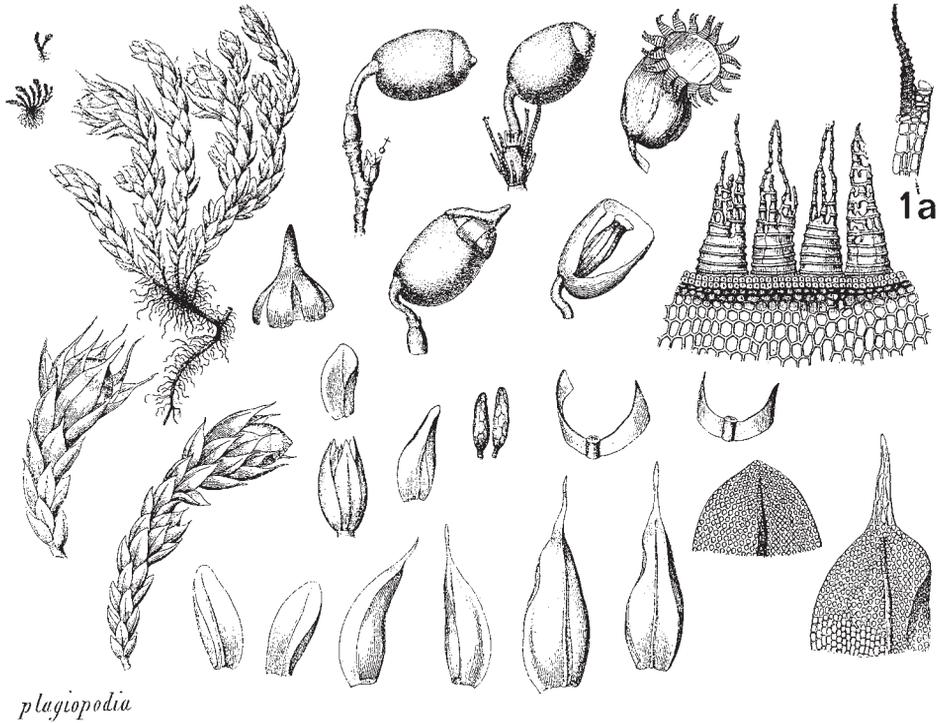


Abb. 1. *Grimmia plagiopodia* Hedw. – a. Peristomzahn, Längsschnitt. – Aus BRUCH, SCHIMPER & GÜMBEL (1836–1855).

Wirft man einen Blick auf die Entwicklungsgeschichte des Mikroskops, findet sich eine Erklärung für derartige Mängel. HEDWIG – er lebte von 1730–1799 – hatte in jungen Jahren ein sehr einfaches Mikroskop, das gerade 50fach vergrößern konnte, zum Geschenk erhalten. In eigenhändiger Arbeit hat er das Linsensystem so verbessert, dass er in späteren Jahren über ein Mikroskop verfügte, das Vergrößerungen bis 290mal zuließ. Laut dem Lexikon deutscher Bryologen (FRAHM 1995) arbeitete BRUCH anfänglich noch mit einem selbstgebauten Mikroskop. LANTZIUS-BENINGA dagegen benutzte um 1840 bereits ein Mikroskop aus der damals berühmten Berliner Werkstatt von SCHIEK, das eine Vergrößerung bis 700mal erlaubte. Vor knapp 200 Jahren waren Mikroskope im Auftrag hergestellte Einzelanfertigungen. In jedem Institut ein Mikroskop stehen zu sehen, war nicht die Regel, geschweige denn eines zum persönlichen Gebrauch zu haben. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts hat durch ABBES Linzenberechnungen und die Herstellung von optischem Glas durch SCHOTT die Entwicklung des Mikroskops in den ZEISS'schen Instrumenten einen hohen Stand erreicht. Damit parallel geht der Gewinn an Kenntnis von den Gewebetypen (FREUND & BERG, Hrsg. 1963).

Mit den ihm zur Verfügung stehenden Mitteln sucht LANTZIUS-BENINGA die Erkenntnisse zu erweitern, die er in seiner Dissertation erarbeitet hat. Erneut wendet er sich den Mooskapseln zu, in der Absicht, Einblick in die Entstehung und die Besonderheiten des Peristoms zu gewinnen. Dazu verwendet er Kapseln in noch nicht ganz reifem Zustand. Mit der Untersuchung der einfach gebauten Kapseln von *Phascum* und *Tetraxis* beginnend, schreitet er weiter mit *Weissia*, *Barbula* und *Fissidens* bis zu den komplizierteren Ausrüstungen von *Bartramia* und *Hypnum*. Auch erkennt er die isolierte Stellung der Peristom-Ausbildung bei *Polytrichum*-Arten.

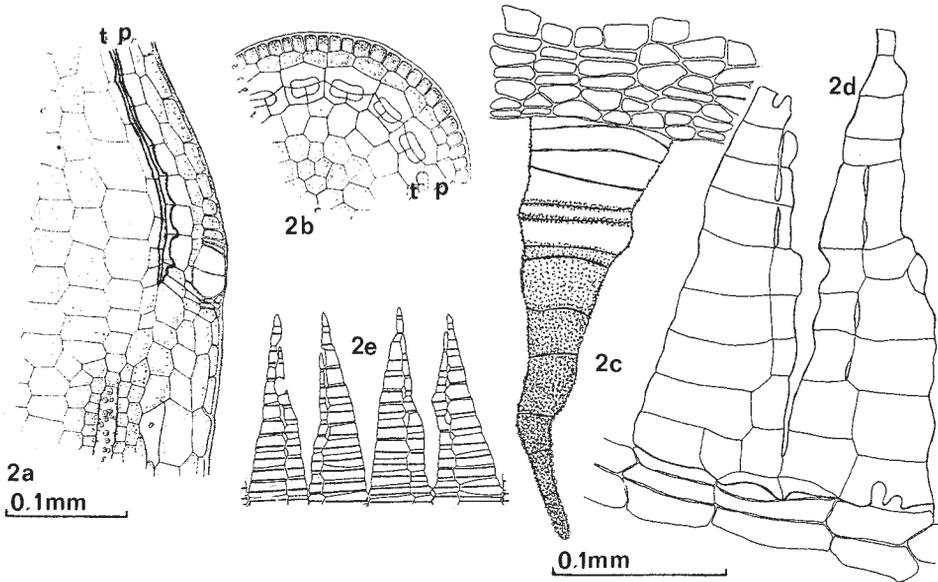


Abb. 2. Bildung eines einfachen Peristomkranzes. *Anacalypta rubella* Hübener [= *Bryoerythrophyllum recurvirostrum* (Hedw.) Chen]. – a. Ausgewachsene Kapsel, Längsschnitt; – b. ausgewachsene Kapsel, Querschnitt. – *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimper. – c. Peristomzahn, dorsal; – d. Peristomzähne, ventral; – e. Schemadiagramm Peristomzähne. – a, b. Aus LANTZIUS-BENINGA (1847); e. aus EDWARDS (1979).

An Zeichnungen vom Längsschnitt (Abb. 2a) und Querschnitt (Abb. 2b) durch eine ausgewachsene Kapsel von *Anacalypta rubella* Hübener [= *Bryoerythrophyllum recurvirostrum* (Hedw.) Chen] erklärt LANTZIUS-BENINGA (1847) die Bildung eines Peristomzahns. Es sind zwei Zellkolonnen (*p*, *t*) zu erkennen, die mit ihren verstärkten Längswänden Rücken an Rücken stehen. Die dem Rand des Kapseldeckels zugewandten Zellen (*p*) haben ihre Querwände auf eine kurze Strecke gleichermaßen verstärkt. Diese treten am voll entwickelten Zahn als Querleisten hervor, während die freien, zarten Wände bei der Entdeckung der Kapsel zerreißen. Spuren davon kann man an Peristomen gerade entdeckelter Kapseln zuweilen sehen. Der Querschnitt durch eine Kapsel (Abb. 2b) zeigt, daß die äußere, dorsale Seite des Zahns aus einer Zellplatte (*p*), die innere, ventrale Seite aus zwei Zellplatten (*t*) bestehen. Die Aufsicht auf Zähne von *Schistidium apocarpum* zeigt den Aufbau aus Zellplatten. Auf der Außenseite des Zahns ist eine (Abb. 2c), auf der Innenseite sind zwei Kolonnen (Abb. 2d) sichtbar. Die schematische Darstellung (Abb. 2e) aus EDWARDS (1979) macht die Verhältnisse besonders deutlich. Die Abbildungen erklären den Bau des einfachen Peristomkranzes einer Mooskapsel.

Der Längsschnitt durch die Kapsel von *Hypnum sylvaticum* [= *Plagiothecium nemorale* (Mitt.) Jaeg.] (Abb. 3a) erklärt die Ausbildung des doppelten Peristomkranzes. Zwischen *p* und *t* liegt eine schwache Zellschicht, das innere Peristom. Sehr stark ist die Verdickung der Membranen zwischen *p* und *r*, die das äußere Peristom bilden. Die Querleisten entstehen auf die gleiche Weise wie bei den einfachen Peristomen. Der Querschnitt durch eine Kapsel (Abb. 3b) zeigt, dass die äußere Seite des

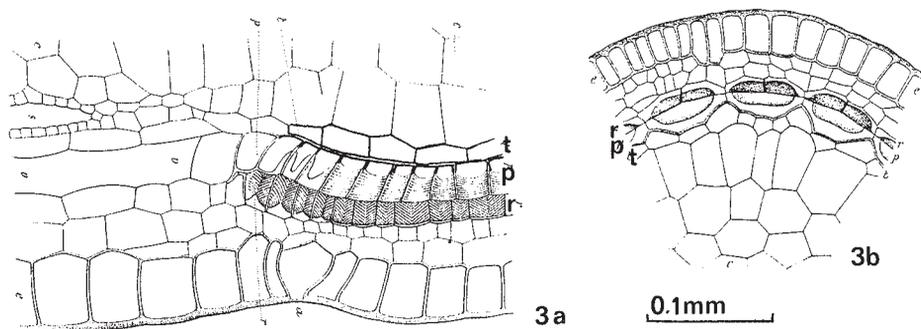


Abb. 3. Bildung eines doppelten Peristomkranzes von *Hypnum sylvaticum* [= *Plagiothecium nemorale* (Mitt.) Jaeg.]. – a. Kapsel, Längsschnitt; – b. Kapsel, Querschnitt. – Aus LANTZIUS-BENINGA (1847).

Zahns des äußeren Kranzes aus zwei Zellplatten, die innere Seite aus nur einer solchen besteht. Zwischen *p* und *t* entsteht das innere, gefaltete Peristom.

Aus den Untersuchungsergebnissen an Arten aus verschiedenen Moosgruppen zieht LANTZIUS-BENINGA den Schluss, „dass mir die Beschaffenheit der inneren Struktur der Kapsel ein wichtiges Moment zur Feststellung der Arten (Species) zu sein scheint. Bei allen guten Arten fand ich im Bau wesentliche Unterschiede von anderen verwandten, ebenfalls sichern Arten, wogegen ich bei einigen schwankenden Species keine Abweichungen wahrnehmen konnte“.

Gut 30 Jahre später, im Jahre 1884, veröffentlichte ein Zeitgenosse, HENRI PHILIBERT (1822–1901), in der Revue Bryologique zwei Beiträge „De l'importance du péristome pour les affinités naturelles des mousses“. In loser Folge erscheinen dann von 1884 bis 1902 die „Etudes sur le péristome“. EDWARD TAYLOR (1962) hat sie unter dem Titel „The Philibert Peristome Articles. An abridged Translation“ gestrafft ins Englische übertragen. PHILIBERT mag von den Arbeiten LANTZIUS-BENINGAS Kenntnis gehabt haben und von ihm angeregt worden sein. EDWARDS (1984) schreibt, dass er schließlich nichts anderes erkannt hat als das, was mit der früheren Arbeit von LANTZIUS-BENINGA in Einklang steht.

Nach dem grundsätzlichen Bau der Peristomzähne unterscheidet man den nematodonten Typus der Polytrichales und den arthrodonten Typus mit Zähnen aus lokal verdickten Zellwänden zwischen zwei bis drei Zellreihen. Die Gruppen der Nematodonti und der Arthrodonti schuf MITTEN 1859 (WAGENITZ 1996). PHILIBERT erkennt zwei Formen des arthrodonten Typus und bezeichnet sie als haplolepid und diplolepid. Haplolepid sind Peristome, deren Zähne auf der äußeren, dorsalen Seite aus nur einer Zellplattenkolonne bestehen, wie zum Beispiel *Schistidium apocarpum* (Abb. 4a) oder das genannte *Bryoerythrophyllum*. Diplolepid sind solche, deren Zähne auf der äußeren Seite aus zwei Zellplattenkolonnen gebaut sind, wie *Leucodon maritimus* (Hook.) Wijk & Marg. (Abb. 4c) und *Plagiothecium nemorale* oder *Orthotrichum striatum* Hedw. (Abb. 4b). Nur diese besitzen einen zweiten, inneren Zahnkranz. Diese Festlegungen decken sich mit den Ergebnissen von LANTZIUS-BENINGAS Untersuchungen.

Die Wirkung von LANTZIUS-BENINGAS Erkenntnissen strahlt bis in die heutige Zeit aus. Seine Zeichnungen haben ihrer wissenschaftlichen Genauigkeit wegen Be-

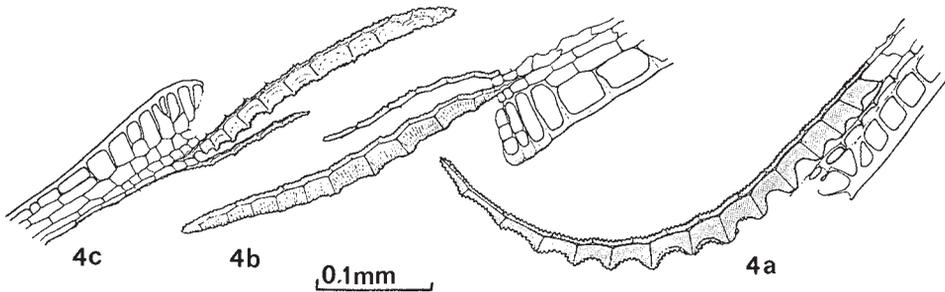


Abb. 4. Arthrodonte Peristomtypen. – a. Haplolepidous Peristom: *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimper; – b, c. diplolepidous Peristome: b. *Orthotrichum striatum* Hedw., c. *Leudocon maritimus* (Hook.) Wijk & Marg. – Aus EDWARDS (1979).

wunderung erregt. So stößt man in Lehrbüchern der Botanik wie SACHS (1874) oder GOEBEL (1915) auf rühmende Hinweise und in unseren Tagen in Studien über Peristome (EDWARDS 1984) auf Nachdrucke dieser Zeichnungen. KIENITZ-GERLOFF (1878), LORCH (1931), KREULEN (1972) und SHAW & ROBINSON (1984), SHAW et alii (1987) greifen in ihren Arbeiten auf seine grundlegende Forschung zurück. Eine moderne Übersicht gibt EDWARDS (1979) mit „Taxonomic implications of cell patterns in haplolepidous moss peristomes“ und 1984 in seiner Arbeit über „Homologies and inter-relationships of moss peristomes“. Das Peristom wird als ein Organ betrachtet, das konservative und damit taxonomisch wertvolle Merkmale birgt. Die von IWATSUKI (1982) gemachte Feststellung, dass die Struktur des Peristomzahns nützlich ist zur Unterscheidung von Arten aus nahezu allen Moosgruppen, bestätigt die 140 Jahre zuvor schon von LANTZIUS-BENINGA gezogene Schlussfolgerung aus seinen Untersuchungen an den Mooskapseln.

2. Möglichkeiten für die Artentrennung, dargestellt an Untersuchungen am Peristom von Arten der Gattung *Grimmia*

Dem von LANTZIUS-BENINGA vorgezeichneten Weg zu folgen, führt zu bemerkenswerten Ergebnissen. Untersuchungen am Peristom von Arten der Gattung *Grimmia* legen sowohl die Familienmerkmale offen, als auch die deutlichen Unterschiede zwischen den Merkmalen der einzelnen Arten. Die Annahme wird erhärtet, dass die wenig abändernde Form des Peristoms ein starkes artliches Merkmal ist, mit dem die veränderlichen morphologischen Ausprägungen einer Art in engen Bezug gebracht werden können. Nächstverwandte und strittige Arten lassen sich schärfer trennen; Taxa mit schwankender morphologischer Ausprägung werden ihrer wenig veränderlichen Peristome wegen als Arten erkannt; taxonomisch problematische Arten können ausgeschieden und neu zugeordnet werden.

Die als Beispiele ausgewählten Arten sind: *Grimmia plagiopodia* Hedw. (M), *Grimmia affinis* Hornsch. (EM¹ 31), *Grimmia ovalis* (Hedw.) Lindb. (EM 8008), *Grimmia donniana* Sm. (EM 10250, 9025, 30), *Grimmia elongata* Kaulf. (EM 9138), *Grimmia incurva* Schwägr. (EM 2160–1), *Grimmia crinita* Brid. (EM 10424),

¹) EM = Herbarium EVA MAIER.

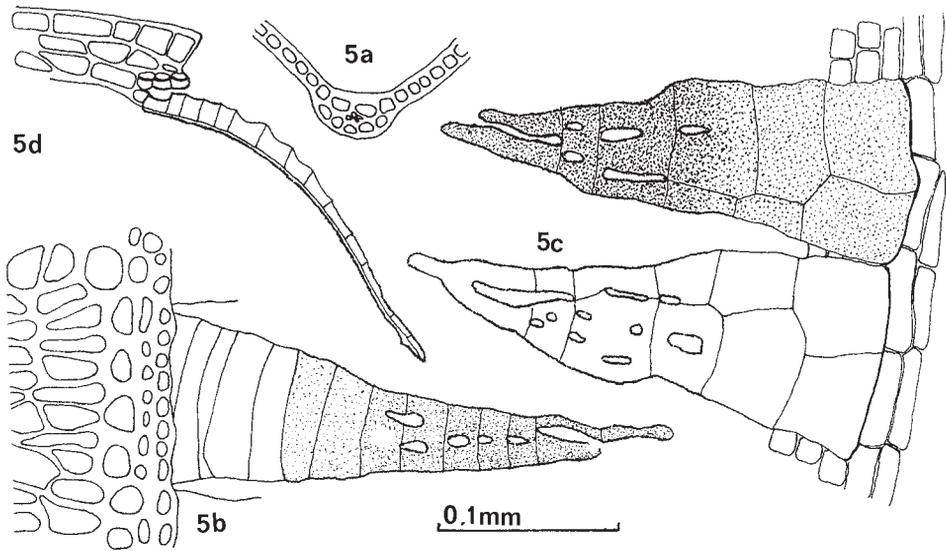


Abb. 5. *Grimmia plagiopodia* Hedw. – a. Rippenquerschnitt; – b. Peristomzahn, dorsal; – c. Peristomzähne, ventral; – d. Peristomzahn, Längsschnitt.

Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimper (EM 5493), *Grimmia crinita* Brid. var. *elongata* Bruch & Schimper = *Grimmia capillata* De Not. (Husnot, Musci Galliae n. 414, G), *Grimmia pitardii* Corb. (G), *Grimmia atrata* Mielichh. ex Hoppe & Hornsch. (G und D. G. Long 20936, E).

Zusammenfassend werden an Zeichnungen zu *Grimmia plagiopodia*, der Typusart der Gattung *Grimmia*, einige derjenigen Merkmale gezeigt, die, LIMPRICHT (1889) zufolge, ein Taxon der Familie der Grimmiaceae auszeichnen: „Rippe mit ‚basalen‘ (= ventralen) Deutern (Abb. 5a), Blattzellen mehr oder minder buchtig, Peristom einfach, die 16 Zähne allermeist bis zur Insertion gesondert, immer nach dem Typus der ‚Aplolepideen‘ (= haplolepid) gebaut, beide Schichten ziemlich gleichmäßig entwickelt und meist nur die äußere mit vortretenden Querleisten“ (Abb. 5d). Über die Peristommerkmale der Unterordnung Grimmiineae sagt VITT (1984 – wörtliche Übersetzung): „Peristom mit der inneren und äußeren Schicht gleichmäßig verdickt oder die äußere Schicht etwas dicker als die innere, die Querleisten auf der äußeren Seite stärker entwickelt als auf der inneren ...“. Das haplolepide Peristom der Grimmiaceae gehört zum arthrodonten Typus und besitzt eine einzige Zahnreihe aus 16 Zähnen, die aus zweilagigen Zellplatten zusammengesetzt sind. In Aufsicht sind 16 äußere, dorsale, und 24 innere, ventrale Zellplatten erkennbar, gezeigt an einem Zahn in dorsaler (Abb. 5b) und zwei Zähnen in ventraler Ansicht (Abb. 5c).

Die Unsicherheit bei der Bestimmung der beiden Arten *Grimmia affinis* und *Grimmia ovalis* hätte vermieden werden können, denn beide Arten fruchten reichlich und die Peristommerkmale sind von LIMPRICHT sehr genau beschrieben worden. Er sagt zu *Grimmia affinis*: Peristom dicht und lang papillös, Außenschicht mit entfernten Querleisten, ohne Vorperistom; zu *Grimmia ovalis*: Außenschicht mächtig entwickelt, mit dicht gestellten vorspringenden Querleisten, denen die Bruch-

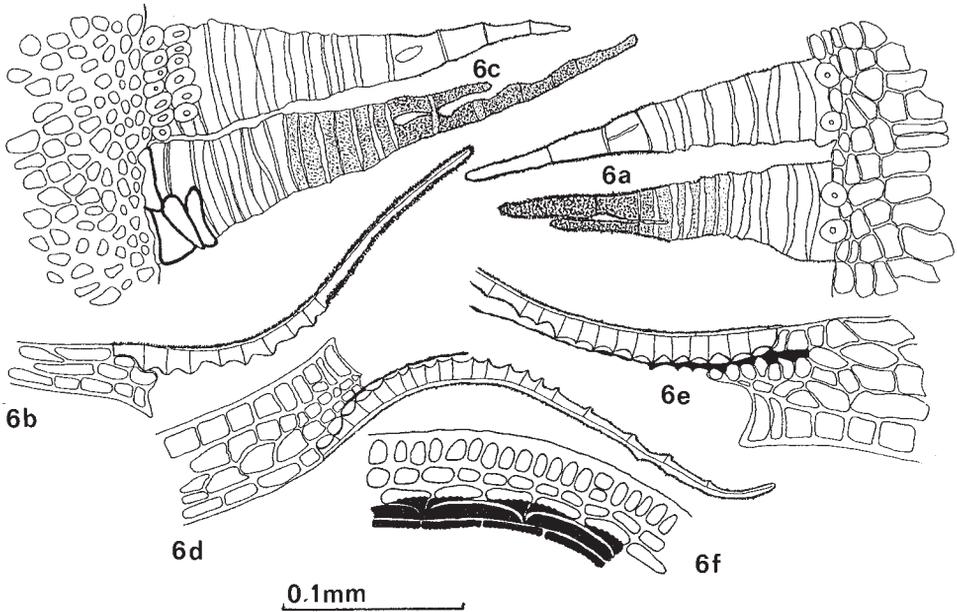


Abb. 6. *Grimmia affinis* Hornsch., *Grimmia ovalis* (Hedw.) Lindb. – *Grimmia affinis*: a. Peristomzähne, dorsal; – b. Peristomzahn, Längsschnitt. – *Grimmia ovalis*: c. Peristomzähne, dorsal; – d, e. Peristomzähne, Längsschnitte; – f. Kapsel, Querschnitt.

stücke des Vorperistoms anhängen. Die Zeichnungen zeigen, dass die beiden Peristome tatsächlich beachtliche Unterschiede aufweisen. Das Peristom von *Grimmia affinis* ist verhältnismäßig flach inseriert (Abb. 6b), die Zähne sind in der oberen Hälfte ausgeprägt papillös mit kaum vorspringenden Querleisten (Abb. 6a, b), während die Zähne von *Grimmia ovalis* an den gleichen Stellen mit nadelfeinen Papillen besetzt und die Querleisten noch im oberen Teil sichtbar sind (Abb. 6c, d). Die Zähne von *Grimmia ovalis* sind tiefer inseriert (Abb. 6d) und in der Regel stößt man auf ein ausgeprägtes Vorperistom (Abb. 6e), das auch in Aufsicht am Kapselrand mehr oder weniger gut zu erkennen ist (Abb. 6c). Vorperistome entwickeln sich nach dem Bildungsmuster kompletter Zähne aus den Zellwänden derjenigen Zellkolonne, die zwischen Peristom und Kapselrand steht. Der Querschnitt durch den Kapselrand auf der Höhe des Peristomansatzes (Abb. 6f) erklärt die oft gemachte Feststellung, dass ein Vorperistom nicht an allen Stellen sichtbar über den Kapselrand ragt.

Die drei Arten *Grimmia elongata*, *Grimmia incurva* und *Grimmia donniana* besitzen alle die langgezogenen, schmalrechteckigen, hyalinen Randzellen des Blattgrundes und die runden, derbwandigen, englumigen Ringzellen, die sich einzeln, wenn überhaupt, vom Kapselrand lösen. Sie sind in der europäischen Moosflora die einzigen Arten mit dieser Merkmalkombination. Die Peristome jedoch unterscheiden sich deutlich, einmal durch die Insertion am Kapselrand und auch durch die Papillosität der Zähne. *Grimmia elongata* ist vergleichsweise tief inseriert, die Querleisten springen bis in die Spitze des Zahnes deutlich vor (Abb. 7a), die Papillen werden nach oben sehr grob und stachelförmig (Abb. 7b). Die Zähne von *Grimmia donniana* (Abb. 7c, d, e) und *Grimmia incurva* (Abb. 7g) sind nahe am Kapselrand inseriert.

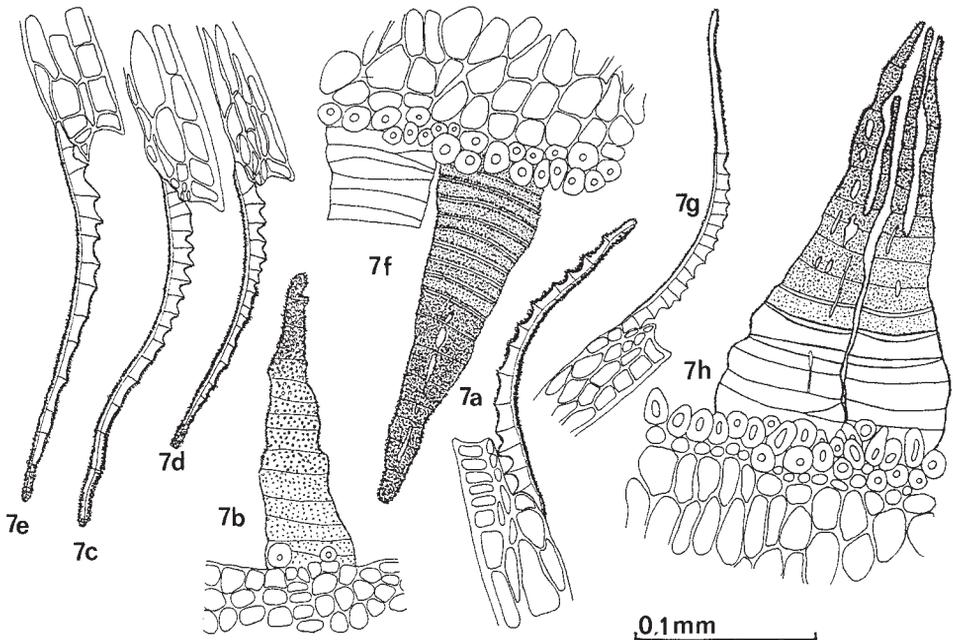


Abb. 7. *Grimmia elongata* Kaulf., *Grimmia donniana* Sm., *Grimmia incurva* Schwägr. – *Grimmia elongata*: a. Peristomzahn, Längsschnitt; – b. Peristomzahn, dorsal. – *Grimmia donniana*: c–e. Peristomzähne, Längsschnitte; – c. von Kapsel auf langer Seta; – d. von Kapsel auf gekrümmter Seta; – e. von Kapsel auf kurzer Seta; – f. Peristomzahn, dorsal. – *Grimmia incurva*: g. Peristomzahn, Längsschnitt; – h. Peristomzähne, dorsal.

Die Zähne von *Grimmia incurva* sind bis zur halben Höhe glatt, dann mit sehr feinen, nadelförmigen Papillen besetzt (Abb. 7h). Die Zähne von *Grimmia donniana* dagegen sind schon ab dem Kapselrand mit Papillen ausgerüstet, die der Spitze zu gröber werden (Abb. 7f). Peristome von *Grimmia donniana*-Kapseln, ob sie auf kurzen (Abb. 7e) oder gekrümmten Seten (Abb. 7d) sitzen und als *Grimmia triformis* Carest. & De Not. oder *Grimmia arenaria* Hampe bezeichnet werden, unterscheiden sich in keinem der genannten Merkmale vom Peristom der *Grimmia donniana*, die mit der geraden Seta dem Typus entspricht (Abb. 7c). Die Setaform ist als variabel zu verstehen, zumal in unreifem Zustand gekrümmte Seten bei der Nachreife sich meist aufrichten. Sie ist, mindestens in diesem Fall, als arttrennendes Merkmal nicht geeignet. Von CORLEY et alii (1981) wird nur *Grimmia donniana* als Art anerkannt.

Zur Feststellung, ob *Grimmia crinita* und *Grimmia crinita* var. *elongata* = *Grimmia capillata* zwei verschiedene Arten sind, werden die Peristome verglichen. Es sind die dorsale und ventrale Ansicht der Peristomzähne von *Grimmia crinita* (Abb. 8a, b) abgebildet. Die Probe wurde im Weinbaugebiet der Westschweiz an einer Betonmauer gefunden. Von *Grimmia crinita* var. *elongata* ist die dorsale Ansicht eines Zahns gezeichnet (Abb. 8c). Die Probe stammt aus Montpellier in Südfrankreich, von Kalksteinmauern. Die Pflanzen sind in puderfeinem Substrat eingegraben. Die beiden Taxa unterscheiden sich morphologisch: die Schopfbblätter von *Grimmia*

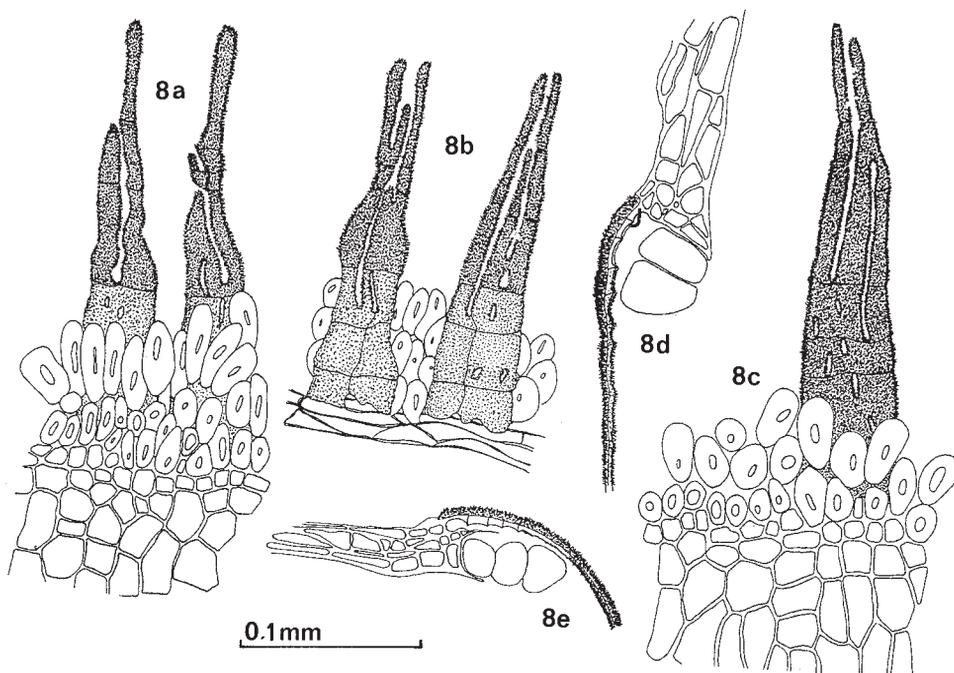


Abb. 8. *Grimmia crinita* Brid., *Grimmia crinita* Brid. var. *elongata* Bruch & Schimper = *Grimmia capillata* De Not. – *Grimmia crinita*: a. Peristomzähne, dorsal; – b. Peristomzähne, ventral; – d. Peristomzahn, Längsschnitt. – *Grimmia crinita* var. *elongata*: c. Peristomzahn, dorsal; – e. Peristomzahn, Längsschnitt.

crinita enden in Glashaaren, bei der Varietät tragen nur die Perichaetialblätter Glashaare. Sowohl die Ringzellen und ihre Anordnung am Kapselrand als auch die Papillosität der Peristomzähne (Abb. 8a, c) sind bei beiden Taxa übereinstimmend. Der Längsschnitt durch den Zahn von *Grimmia crinita* (Abb. 8d) und durch den der Varietät (Abb. 8e) zeigt die gleiche flache Insertion und die dem Kapselrand zugeneigte Biegung des Zahnes, eine einmalige Erscheinung bei den europäischen *Grimmia*-Arten. Die vollkommene Übereinstimmung der Kapselmerkmale läßt eine Trennung der beiden Taxa in Arten bezweifeln.

Zweifel bestehen auch an der systematischen Stellung von *Grimmia pitardii*. Das Taxon hat eine Reihe von Merkmalen, die sich von den genannten Merkmalen einer *Grimmia*-Art sehr unterscheiden: an keiner Stelle in der Lamina erscheinen buchtige oder knotige Zellwände, Glashaare fehlen. Einen schärferen Unterschied birgt der Rippenaufbau: die Deuter sind nicht ventral, sondern median angeordnet. Am stärksten fällt die Ausbildung des Peristoms ins Gewicht: die Zähne sind nicht bis zur Insertion gesondert, sondern sitzen auf einer ausgeprägten Basilmembran. Ein Längsschnitt durch den Zahn zeigt die äußere Zellschicht als ungefähr gleich breit wie die innere. Vortretende Querleisten fehlen. Solche Merkmale lassen eher eine Zugehörigkeit zur Gattung *Campylostelium* als gegeben erscheinen. Einzelheiten, die zur Erhärtung dieser Ansicht führen, sind in MAIER (1998) beschrieben und erörtert.

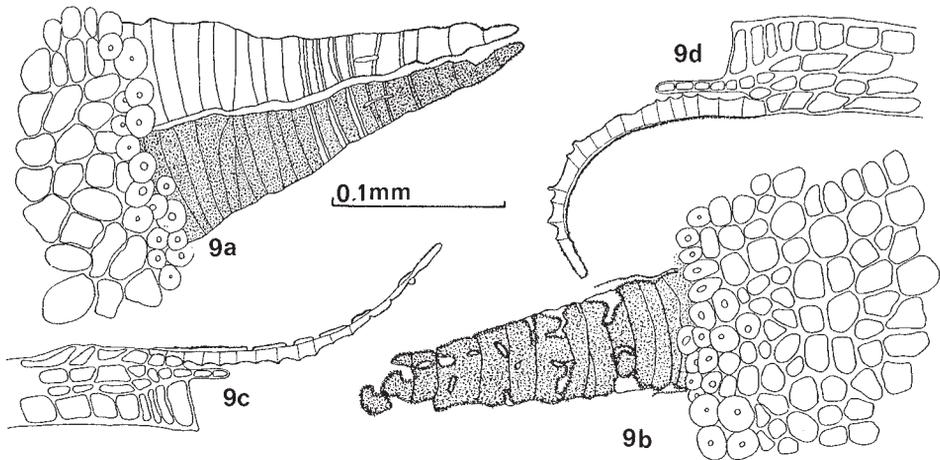


Abb. 9. *Grimmia atrata* Mielich. ex Hoppe & Hornsch; gut entwickeltes Peristom. – a. Peristomzähne, dorsal; – d. Peristomzahn, Längsschnitt; – b. schlecht entwickeltes Peristom: Peristomzahn dorsal; – c. Peristomzahn, Längsschnitt.

3. Zur Arbeitsweise

Ergebnisse, die einer vergleichenden Überprüfung standhalten sollen, gewinnt man aus vollkommen ausgebildeten Kapseln, die denjenigen Reifezustand erreicht haben, in dem der Deckel abfallen will. Untersuchungen an Zähnen aus schlecht ausgebildeten Kapseln können in die Irre führen. Neben normal entwickelten Peristomzähnen von *Grimmia atrata* (Abb. 9a) ist der Zahn eines in der Entwicklung gestörten Peristoms (Abb. 9b) abgebildet. Die innere, ventrale Zellkolonne ist nicht voll ausgebildet (Abb. 9c). Schnell ist man bei der Hand, eine neue Art zu sehen. Doch bei näherem Hinschauen entdeckt man im Innern des Kapseldeckels Bruchstücke des Peristoms, die dort haftengeblieben sind. Ein Längsschnitt durch einen solchen Peristomzahn macht die Fehlstellen erkennbar (Abb. 9c), aber auch die ein normal entwickeltes Peristom von *Grimmia atrata* kennzeichnende, den Kapselrand überragende Zellkolonne (Abb. 9c, d). Ebenso sind die Insertion und die Entwicklung der äußeren Zellschicht der Zähne übereinstimmend. Man geht nicht fehl, in beiden Proben *Grimmia atrata* zu sehen.

Den Zeichnungen liegen mit der einfachen Handschneidetechnik hergestellte Präparate zugrunde. Die Kapseln werden in schwach alkalischem Medium erhitzt, halbiert und von Sporen und Sporensack befreit, den man nach oben aus der Kapsel zieht. Mit einem feinen Aquarellpinsel entfernt man Schmutz und hängengebliebene Sporen. Der Kapselboden wird abgeschnitten, damit ein flachliegendes Präparat entsteht. Mit einer sehr scharfen Rasierklinge schneidet man in der Achse feine Streifen, die bei gelungenem Schnitt sich von selbst in die richtige Stellung legen. Das Lichtmikroskop erschließt die taxonomisch wertvollen, spezifisch ausgeprägten Peristommerkmale genügend klar. Die äußerst veränderlichen Gametophytenmerkmale können so mit den nur geringfügig schwankenden Peristommerkmalen in einen festen Zusammenhang gebracht werden.

In einer 1935 nach seinem Tod erschienenen Arbeit sagt LOESKE, „dass grundsätzlich weder der Sporophyt noch der Gametophyt für die systematische Beurteilung ausschlaggebend ist und dass sämtliche Merkmale beider Generationen vergleichend und unter Berücksichtigung ihrer Veränderlichkeit zu prüfen sind“.

LIMPRICHT hat gegen Ende des letzten Jahrhunderts für die Beschreibung einer jeden Art den Sporophytenmerkmalen viel Platz eingeräumt. Dazu hat er LANTZIUS-BENINGAS Erkenntnisse herangezogen. Am Ende des 20. Jahrhunderts erinnert sich die bryologische Forschung der grundlegenden Arbeit von LANTZIUS-BENINGA.

4. Dank

Mein Dank gilt den Konservatoren der Herbarien von Genf und München für die gewährte Einsicht in das Untersuchungsmaterial. Besonderer Dank gilt PATRICIA GEISSLER (Genf) für wertvolle Ratschläge und großzügige Hilfe bei der Abfassung des Manuskripts.

5. Literatur

- BIELEFELD, R. (1897): GEORG BOYUNG SCATO LANTZIUS-BENINGA. – Abh. naturwiss. Ver. Bremen 15 (2): 148–155; Bremen.
- BRUCH, P., SCHIMPER, W. P. & T. GÜMBEL (1836–1855). Bryologia europaea, seu genera muscorum europaeorum monographice illustrata. – 6 Vols. 1164 pp.; Stuttgart (Schweizerbart).
- CORLEY, M. F. V., CRUNDWELL, A. C., DÜLL, R., HILL, M. O. & A. J. E. SMITH (1981): Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. – J. Bryol. 11: 609–689; Oxford.
- EDWARDS, S. R. (1979): Taxonomic implications of cell patterns in haplolepidous moss peristomes. – In: G. C. S. CLARKE & J. G. DUCKET (eds.): Bryophyte systematics. – Syst. Assoc. Special Vol. 14: 317–346; London & New York (Academic Press).
- (1984): Homologies and inter-relationships of moss peristomes. – In: R. M. SCHUSTER (ed.): New manual of Bryology 2: 658–695; Nichinan, Miyazaki, Japan (Hattori Bot. Lab.).
- FRAHM, J.-P. (1995): Lexikon deutscher Bryologen. – Limprichtia 6: 1–187; Bonn.
- FREUND, H. & A. BERG (Hrsg.): Geschichte der Mikroskopie. – Vol. 1 (1963): X–XV, 1–375; Frankfurt am Main (Umschau Verlag).
- GOEBEL, K. (1915): Organographie & Pflanzen. Zweiter Teil. Spezielle Organographie 1. Heft: Bryophyten. – S. I–XII, 515–902; Jena (Verlag Gustav Fischer).
- IWATSUKI, Z. (1982): New and neglected characters in moss taxonomy. – In: P. GEISSLER & S. W. GREENE (eds.): Beih. Nova Hedwigia 71: 87–93; Vaduz (J. Cramer).
- KIENITZ-GERLOFF, F. (1878): Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Laubmoos-Kapsel und die Embryo-Entwicklung einiger Polypodiaceen. – Bot. Ztg. 36 (3): 33–48, 36 (4): 49–64, Taf. I–III; Leipzig.
- KREULEN, D. J. W. (1972): Features of single- and double-peristomate capsules. Homology of layers and ontogeny of outer spore sac. – Lindbergia 1: 153–160; Århus & Leiden.
- LANTZIUS-BENINGA, S. (1844): De evolutione sporidiorum in capsulis muscorum. – 24 S., 2 Tab.; Göttingen.
- (1847): Beiträge zur Kenntnis des inneren Baues der ausgewachsenen Mooskapsel, insbesondere des Peristomes. – Bot. Ztg. (Berlin) 5: 17–22; Berlin.
- (1850): Beiträge zur Kenntnis des inneren Baues der ausgewachsenen Mooskapsel, insbesondere des Peristomes. – Novorum Actorum Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosorum 22 (2): 560–604, Taf. LVI–LXVI; Vratislaviae et Bonnae.
- LIMPRICHT, K. G. (1889–1904): Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. – In: RABENHORST's Kryptogamenflora Deutschlands (ed. 2). – 4 (1–3); Leipzig.
- LOESKE, L. (1935): Bemerkungen zur Systematik der Laubmoose. – Ann. Bryol. 8: 130–149; The Hague.
- LORCH, W. (1931): Anatomie der Laubmoose. VIII + 358 S. – In: K. LINSBAUER (Hrsg.): Handbuch der Pflanzenanatomie VII/1; Berlin (Bornträger).
- MAIER, E. (1998): Zur systematischen Stellung von *Grimmia pitardii* Corb. (Musci). – Candollea 53: 301–308; Genève.
- MITTEN, W. (1859): Musci Indiae Orientalis. An enumeration of the mosses of the East Indies. – J. Proc. Linn. Soc. (London), (Suppl. Bot.) 1: 1–171; London.

- PHILIBERT, H. (1884 a, b): De l'importance du péristome pour les affinités naturelles des mousses. – *Revue Bryol.* **11**: 49–52; 65–72; Caen.
- (1884c): Etudes sur le péristome. – *Revue Bryol.* **11**: 81–87; Caen.
 - (1885): *Ibid.* – **12**: 67–77, 81–85; Caen.
 - (1886 a, b): *Ibid.* – **13**: 17–27; 81–86; Caen.
 - (1887 a, b): *Ibid.* – **14**: 9–11; 81–90; Caen.
 - (1888 a, b, c, d): *Ibid.* – **15**: 6–12, 24–28; **15**: 37–44, 50–56; 56–60, 65–69; **15**: 90–93; Caen.
 - (1889 a, b): *Ibid.* – **16**: 1–9; 38–44, 67–77; Caen.
 - (1890): *Ibid.* – **17**: 8–12, 25–29, 39–42; Caen.
 - (1896): *Ibid.* – **23**: 36–38, 41–56; Caen.
 - (1901): *Ibid.* – **28**: 56–59, 127–130; Caen.
 - (1902): *Ibid.* – **29**: 10–13; Caen.
- SACHS, J. (1874): *Lehrbuch der Botanik*. 4. Aufl. – XVI + 928 S.; Leipzig.
- SHAW, J. & J. R. ROHRER (1984): Endostomial architecture in diplolepidous mosses. – *J. Hattori Bot. Lab.* **57**: 41–61; Nichinan.
- SHAW, J. & H. ROBINSON (1984): On the development, evolution, and function of peristomes in mosses. – *J. Hattori Bot. Lab.* **57**: 319–335; Nichinan.
- SHAW, J., ANDERSON L. E. & B. D. MISHLER (1987): Peristome development in mosses in relation to systematics and evolution. I. *Diphyscium foliosum* (Buxbaumiaceae). – *Mem. New York bot. Gard.* **45**: 55–70; New York.
- TAYLOR, E. C. (1962): The PHILIBERT peristome articles. An abridged translation. – *Bryologist* **65** (3): 175–212; Durham.
- VITT, D. H. (1984): Classification of the Bryopsida. – *In*: R. M. SCHUSTER (ed.): *New manual of Bryology* **2**: 696–759; Nichinan, Miyazaki, Japan (Hattori Bot. Lab.).
- WAGENITZ, G. (1996): *Wörterbuch der Botanik*. – 532 S.; Jena (Gustav Fischer).

Anschrift der Verfasserin:

EVA MAIER, 8, chemin des Cottenets, CH-1233 Bernex.

ISSN 0341-0145

Schriftleitung: Dr. Wolfgang Seeger, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart
Gesamtherstellung: Gulde-Druck GmbH, D-72072 Tübingen