

Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik  
in Schleswig-Holstein und Hamburg

(AG. Floristik . . . von 1922)

Herausgegeben von Prof. Dr. E.-W. Raabe

---

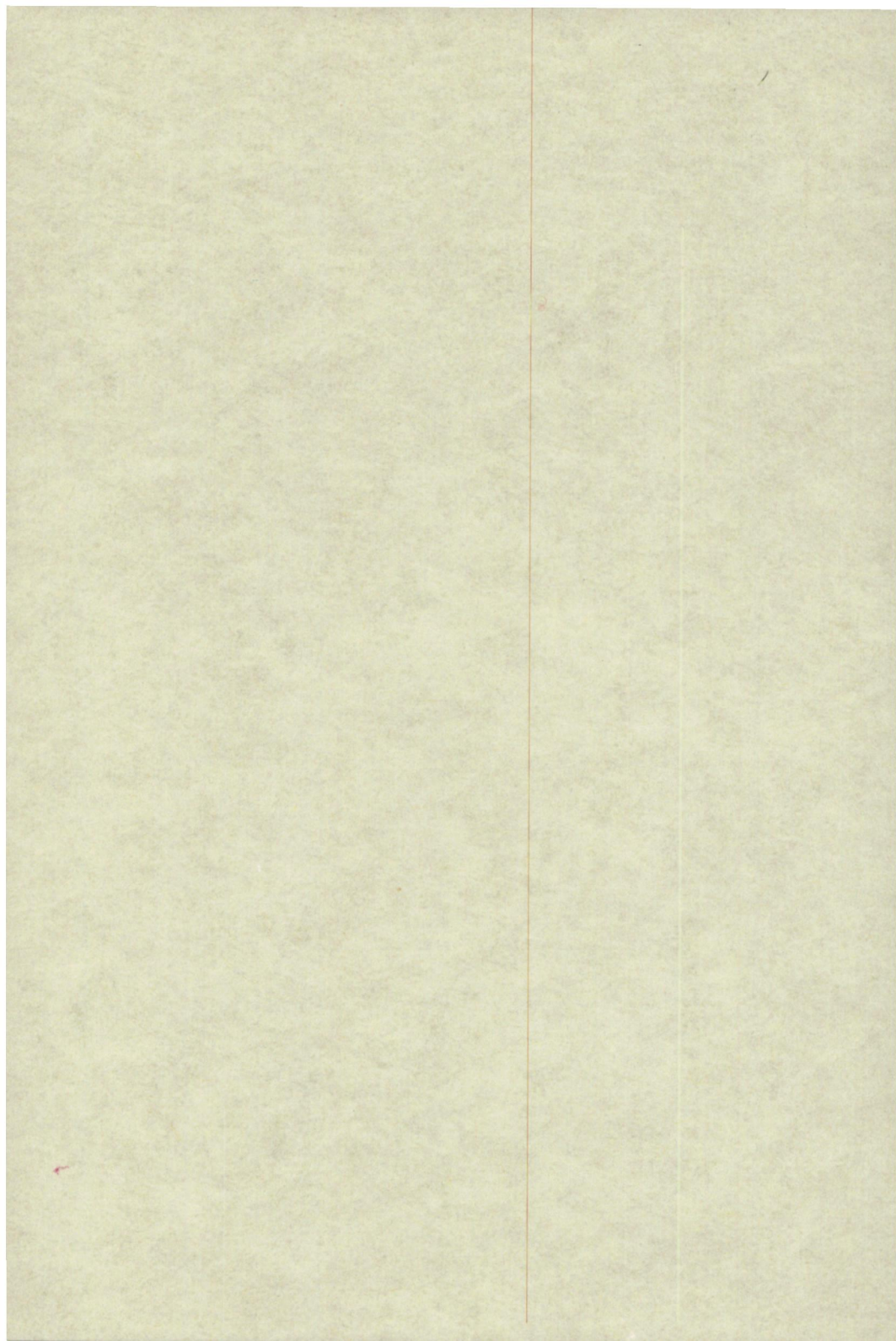
Heft 27

Bearbeitung der mitteleuropäischen  
*Sphagna Cuspidata* im Hinblick auf  
moorstratigraphische Fragestellungen

von

Peter Uwe Klinger

Kiel 1976



Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik  
in Schleswig-Holstein und Hamburg

(AG. Floristik . . . von 1922)

Herausgegeben von Prof. Dr. E.-W. Raabe

---

Heft 27

Bearbeitung der mitteleuropäischen  
*Sphagna Cuspidata* im Hinblick auf  
moorstratigraphische Fragestellungen

von

Peter Uwe Klinger

Kiel 1976

## INHALT

1. Anlaß und Ziel der Bearbeitung	5
2. Material, Methoden und Hilfsmittel	6
3. Anmerkungen zu den Bestimmungskriterien	7
A. Zur Problematik der Kriterien	7
B. Die Kriterien im einzelnen	8
a. Allgemeines	8
b. Blattbau	8
c. Zellstrukturen	9
4. Einzelbeschreibungen der Arten	11
5. Die Arten der <i>Sphagnum recurvum</i> -Gruppe	22
A. Die Trennung der Arten	22
a. Die Stammblätter	22
b. Die Astblätter	22
c. Untersuchungen zu den Porenverhältnissen	22
d. Auswertung der Meßergebnisse	23
e. Die ökologischen Verhältnisse	24
f. Anmerkungen zu den intermediären Formen	24
g. Die Wasser- und Jugendformen ("fallax"-Formen)	25
B. Differenzierungen innerhalb <i>Sphagnum fallax</i>	26
a. Zur Frage der Verschiedenporigkeit	26
b. Hinweise zur Relation zwischen der Porenausbildung und dem Trophiegrad des Standortes	26
6. Versuch eines Bestimmungsschlüssels für die beschriebenen Arten nach Astblattmerkmalen	29
ZUSAMMENFASSUNG	31
LITERATUR	32
ANHANG	33
Diagramm I - III	34
Diagramm IV	35/36
Tafel I - III	37 - 42
Tafel IV - XX	43 - 59



## 1. ANLASS UND ZIEL DER BEARBEITUNG

In stratigraphischen Analysen von Torfprofilen sind bisher die Torfmoose der Sektion Cuspidata meist nur unvollkommen oder gar nicht getrennt worden. Das lag sehr oft an der Schwierigkeit, in den betreffenden Proben gut erhaltene Stammblätter zu finden. Das Bestimmen rezenten Materials macht bei dieser verhältnismäßig gut umrissenen Gruppe meist keine größere Mühe. Anders bei subfossilen Resten, die den Habitus und die einstige Färbung nicht mehr erkennen lassen: hier ist zu berücksichtigen, daß einerseits die Zahl der Stammblätter gegenüber der der Astblätter schon an der lebenden Pflanze stark zurücktritt - die ersteren können oft weniger als zwei Prozent der Summe aller Blätter ausmachen - andererseits ihre Zersetzlichkeit wegen ihrer einzelnen Anordnung am Stamm meist erheblich größer als die der Astblätter ist. Deshalb wird man bei stärker zersetzten Torfen oft allein auf die Bestimmung mittels der Astblätter angewiesen sein.

Die Aufteilung der Sphagnum-Arten und ihrer untergeordneten Einheiten bediente sich der Astblattmerkmale bisher nur in einem relativ unbedeutendem Ausmaß. Daß aber auch diesen Merkmalen systematischer Wert zugeordnet werden kann, war nicht undenkbar. Die vorliegenden Untersuchungen waren darauf angelegt, die auch im Vertorfungszustand noch erkennbaren Eigentümlichkeiten und Verschiedenheiten der Astblätter zu prüfen und für einen Artenschlüssel nutzbar zu machen, der von den geläufigen Bestimmungsanweisungen unabhängig macht und speziell für den Fall der Großrestanalyse von Torfen verwendet werden kann.

Daneben kann bei unsicheren Bestimmungen manchmal auch eine gewisse Bestätigung anhand der Begleitflora erlangt werden, somit unter Berücksichtigung der Standortbedingungen. Die setzt voraus, daß sich die ökologischen Ansprüche der fraglichen Arten im Laufe der Zeit nicht wesentlich verändert haben, für den in Betracht kommenden Zeitraum seit der letzten Eiszeit wird man das aber annehmen dürfen, zumindest ist kein dem widersprechendes Beispiel bekannt geworden. Zu diesem Zweck sind, soweit möglich, im Anschluß an die Zusammenstellung der Merkmalsgruppen für die untersuchten Taxa kurze soziologische Hinweise gebracht. Diese gelten, abgesehen von *Sphagnum jenseni* H. Lindb., das in diesem Raum nicht vorkommt, ausdrücklich nur für die Moore des nordwestdeutschen Tieflandes.

Die aufgezählten Arten der Begleitflora sind ungefähr nach der Stetigkeit des Auftretens in den typischen Assoziationen der Sphagnum-Arten geordnet, wobei die am häufigsten vertretenen zuerst genannt werden. Hierzu wurden außer den eigenen Beobachtungen in verschiedenen nordwestdeutschen Mooren auch die Aufzeichnungen an den untersuchten Sphagnum-Proben anderer Sammlungen sowie die Zusammenstellungen in Klaus MÜLLER (1965) und KLINGER (1967) herangezogen. In Klammern gesetzt wurden in diesen Aufzählungen jene Arten, die selten oder nie bestimm-

bare Reste in Torfablagerungen hinterlassen.

Diese Arbeit ist der gekürzte und überarbeitete Teil einer 1969 an der Universität Kiel vorgelegten Dissertation zum Thema:

Feinstratigraphische Untersuchungen an Hochmooren.

## 2. MATERIAL, METHODEN UND HILFSMITTEL

Für die Untersuchung der Astblätter standen etwa 300 Proben von Sphagnum-Arten aus der Sektion Cuspidata zur Verfügung, die im wesentlichen in Mitteleuropa und Südschweden gesammelt worden waren.

Die einzelnen Pflanzen einer Sphagnum-Probe unterscheiden sich im allgemeinen kaum, da sie ja oft aus einer einzigen Pflanze hervorgegangen sind und nahe beieinander keinen ins Gewicht fallenden unterschiedlichen Standortsbedingungen ausgesetzt sind. Trotzdem wurden bei Reihenuntersuchungen möglichst mehrere Stengel ausgewählt, von ihnen einige Äste aus verschiedenen Tiefenzonen entnommen, abstehende und hängende selbstverständlich getrennt, und die Blätter von Grund, Mitte und Spitze dieser Äste untersucht. Auf eine Darstellung sämtlicher einzelnen Messungen und Zählungen wurde im Rahmen dieser Arbeit verzichtet.

Von einem großen Teil der Proben wurden Dauerpräparate angefertigt, indem die Blätter der abstehenden und hängenden Äste mit Kopierstift angefärbt, auf Objektträgern in Laevulose eingebettet und die Deckgläser mit Caedax umrandet wurden. Laevulose hat sich unter den hier verwendeten, nicht zur Entwässerung zwingenden Einbettungsmedien als dasjenige erwiesen, in dem die Zellwandtinktion mit Methylviolett am besten erhalten blieb und nach drei Jahren der Beobachtung noch keine Qualitätsminderung des Färbungszustandes erkennen ließ. In glycerinhaltigen Mitteln dagegen war die Tinktion oft schon nach wenigen Monaten nicht mehr brauchbar.

Die Zeichnungen wurden anhand dieser Dauerpräparate unter einem Zeiss Junior-Mikroskop angefertigt, die Umrißfiguren im Original in der Vergrößerung 33,3 : 1 (Obj. 2,5 x, Ok. 8 x), die Zellkomplexe im Maßstab 590 : 1 (Immersionsobj. 100 x, Ok. 8 x). Für die Umrißzeichnungen wurden jeweils drei der häufigsten Blattformen sowohl der abstehenden als auch der hängenden Äste einer Probe ausgewählt. Die Darstellung der zellulären Ausschnitte gibt die charakteristischen Zellstrukturen auf der Außen- und Innenseite von Blättern der abstehenden und hängenden Äste in der Blattspitze, der Blattmitte und im Blattgrund wieder.

Dabei sind die einzelnen Ausschnittzeichnungen von Spitze, Mitte und Grund einer Blattseite durchaus nicht notwendig von einem einzigen Blatt genommen worden, es sind vielmehr, um die Variabilität besser zu erfassen, bewußt verschiedene Blätter dafür ausgesucht worden. Daß die Zeichnungen von Blattoberseite und Blattunterseite im Dauerpräparat nicht gut vom

selben Blatt anzufertigen sind, leuchtet ohnehin ein. Dennoch dürfte das Typische im Erscheinungsbild der einzelnen Zellpartien wohl in jedem Fall hervortreten.

Die halbschematische, zeichnerische Darstellung wurde einer photographischen Wiedergabe vorgezogen, weil bei der erforderlichen optischen Vergrößerung eine Photographie nicht mehr alle differenzierenden Merkmale zugleich scharf abbilden könnte. Nicht nur die Blätter sind, besonders im Spitzenteil, meist sehr hohl oder stark zusammengerollt, sondern auch die Oberflächen der Hyalozyten und Chlorozyten selbst liegen oft nicht mehr innerhalb eines Schärfentiefenbereichs. Unter diesen Umständen würden die Strukturen anderer Ebenen das Oberflächenbild überlagern und empfindlich stören. Eben dies ist bedauerlicherweise der Fall bei einer ganzen Reihe der sonst guten Mikrophotos in dem Bestimmungsschlüssel von CÖSTER und PANKOW (1968).

### 3. ANMERKUNGEN ZU DEN BESTIMMUNGSKRITERIEN

#### A. Zur Problematik der Kriterien

Die Ausbildung der verschiedenen Merkmale der Astblätter kann in mannigfacher Weise durch eine ganze Reihe von Faktoren beeinflusst werden, die man etwa wie folgt zusammenfassen kann:

- a) genetische Unterschiede einzelner Populationen
- b) edaphische Unterschiede der Standorte
- c) regionalklimatische Unterschiede
- d) kleinklimatische Unterschiede
- e) Konkurrenz anderer Pflanzen.

Alle diese Faktoren können unabhängig voneinander wirken, sich dabei überlagern, aufheben oder verstärken.

Dadurch können einzelne Merkmale, wiewohl in ihrer typischen und durchschnittlichen Ausbildung bei den betreffenden taxonomischen Einheiten sehr determinierte Abgrenzungen existieren, in vielen Fällen zu Überschneidungen neigen. Es kann dabei vorkommen, daß zwei verschiedene Merkmalsausbildungen sich aufeinander zu ändern, indem die ändernden Faktoren bei beiden Größen entgegengesetzt wirken - etwa Wasserreichtum bei normalerweise großen und Trockenheit bei kleinen Poren- oder aber die betreffenden Faktoren bewirken eine Änderung zweier verschiedener Ausbildungsformen auf eine dritte hin, so z.B. die Streckung zweier verschiedener Blattformen bei Feuchtigkeitsüberschuß und die dadurch erfolgende Angleichung beider Typen.

Somit lassen insbesondere Größenangaben nur eine oftmals recht unzureichende Klassifizierung einzelner Typen zu. Gerade bei der Variabilität der Sphagnum-Arten sollte höchste Vorsicht geboten sein, bevor man sie

zur Abteilung von Varietäten benutzt, womöglich ausschließlich, wie es WARNSTORF (1911) z. T. bei der *Sphagnum recurvum*-Gruppe getan hat.

Da der größte Teil dieser "Varietäten" lückenlose Übergänge zu den anderen besitzt, und zwar in der Zahl nicht weniger als die eindeutig zuzuordnenden Proben, erscheint ihr systematischer Wert recht fraglich.

Überhaupt darf niemals nur ein einziges Merkmal berücksichtigt werden, es sind vielmehr alle zur Verfügung stehenden Merkmale genau zu überprüfen, bevor man eine Entscheidung treffen darf. Deshalb ist es wegen der Variabilität der meisten Torfmoose unumgänglich, stets Merkmalsgruppen zur Vermeidung von Irrtümern bei der Bestimmung heranzuziehen.

## B. Die Kriterien im einzelnen

### a. Allgemeines

Zum besseren Verständnis der folgenden Einzelbeschreibungen der *Sphagna cuspidata* seien die für die Bestimmung subfossilen Materials wesentlichen Merkmale der Astblätter kurz erläutert. Dabei mußte auf einige sonst für die Bestimmung gebräuchliche Kriterien verzichtet werden, z. B. auf Farbunterschiede, die im Torf nur noch in den seltensten Fällen in extrem schwach zersetzten Proben sichtbar sind. Andere Merkmale wurden nicht aufgenommen, weil ihre Variationsbreite zu groß ist, um brauchbare Anhaltspunkte zu liefern. Hierzu gehört unter anderem die Ausbildung des Blattsauces. Dieser kann in der Breite sehr stark schwanken, ohne daß es bisher immer möglich gewesen wäre, einen Grund dafür anzugeben. Offensichtlich spielen dabei nicht allein die Feuchtigkeitsverhältnisse des Standorts eine Rolle. Schließlich wurde auch auf solche Merkmale verzichtet, die sich unter dem Mikroskop nicht ohne besondere Behandlung der Proben erkennen lassen, wie etwa Querschnitte von Chlorozyten. In diesem Falle genügt auch das Aufsichtsbild von der Blattinnen- und der Blattaußenseite.

### b. Blattbau

Ein wesentliches Merkmal der Astblätter der *Cuspidata* ist zunächst deren Form. Sie kann eiförmig, eilanzettlich, lanzettlich oder lang lanzettlich bis peitschenartig verlängert sein. Das Blatt ist oft mit der Spitze seitwärts (einseitswendig) oder seltener aufwärts gekrümmt (kahnförmig hohl).

Eine geringere Rolle spielen die Verhältnisse von Länge und Breite. Zwar wurden sie in der Literatur oft zur Aufstellung von Formenkreisen innerhalb der Arten verwendet, doch muß hierzu wiederholt gesagt werden, daß viele solcher Variationen und Formen nahtlose Übergänge aufweisen und sich bei Kulturversuchen ineinander überführen lassen.



Die Blattspitze kann kurz aufgesetzt, kürzer oder länger zugespitzt oder lang ausgezogen, fast abgerundet oder schmaler oder breiter gestutzt und feiner oder gröber gezähnt sein. Mitunter läuft sie mit einer Zelle aus.

Der Blattrand ist meistens mindestens an der Spitze  $\pm$  weit zur Blattoberseite eingeschlagen oder eingerollt (Blattinnenseite!), seltener flach, ferner meist glatt, nur bei *Sphagnum cuspidatum* oft mehr oder minder weit herab gezähnt.

### c. Zellstrukturen

Die Blattlamina ist stets einschichtig und besteht aus zweierlei Zellen: abgestorbenen, inhaltslosen Wasserzellen (Hyalozyten) und lebenden, chlorophyllführenden, meist kleineren Assimilationszellen (Chlorozyten). Diese beiden Zellformen entstehen während der Ontogenese des Blattes durch wiederholte inäquale Teilung der primären Blattzellen. Im ausgewachsenen Blatt bilden die Chlorozyten ein Zellnetz zwischen den Hyalozyten, dergestalt, daß im typischen Fall jede Wasserzelle von sechs Chlorophyllzellen umgeben ist. Über die Ausdifferenzierung des so entstehenden Zellnetzes berichtet ausführlich ZEPF (1952). Seine Darlegungen über äquale und inäquale Teilungen der beiden Blattzelltypen in bezug auf die Ausbildung sogenannter septierter Wasserzellen bedürfen insofern der Ergänzung, als diese in der Tat oft durch äquale Teilungen einer Hyalinzelle entstehen, darüberhinaus aber genau so oft wegen Unregelmäßigkeiten im Teilungsmodus oder durch den Ausfall inäqualer Teilungen zwei oder mehr Hyalozyten ohne trennende Chlorozyten aneinandergrenzen und dadurch den Eindruck einer "septierten Wasserzelle" hervorrufen. Diese geben sich dann aber schon durch ihre mehrfache Größe gegenüber normal ausgebildeten Hyalozyten der Nachbarschaft zu erkennen. Angesichts der Unzulänglichkeit des Begriffs sollte man deshalb auf den oben zitierten Ausdruck verzichten.

Die Form der Hyalozyten selbst kann sehr veränderlich sein, kurz rhombisch bis linealisch langgestreckt, fast gerade oder mit  $\pm$  deutlich winkelig abgebogenen Enden. Auch Länge und Breite sind sehr variabel, dabei finden sich meist nahe dem Blattgrunde die längsten Zellen, am Blattgrund selbst die breitesten.

Die Hyalozyten sind meist ausgesteift durch spiralförmige oder ringförmige Verdickungsleisten, die Fasern. Diese ragen  $\pm$  weit irisblendenartig in das Zellumen hinein, können mehr oder weniger zahlreich sein, sind stärker oder schwächer ausgebildet oder fehlen zuweilen in einzelnen Zellen ganz. Sie können an den Blattflächen weitgehend parallel verlaufen oder mehr divergieren, einfach oder gegabelt sein und mitunter mit den Nachbarfasern breit Y- oder H-förmig anastomosieren.

Funktionsfähig zur raschen Wasseraufnahme und zum Wassertransport werden die Hyalozyten erst durch die meist kreisförmigen Poren in ihren Außenwänden. Diese durch Zellwandresorption zwischen den Fasern ent-

stehenden Löcher können ± weit sein, durch periphere Zellwandverdickungen beringt oder unberingt. Nehmen sie eine größere Fläche ein und verlieren sie dabei ihre Kreisform, so bezeichnet man sie als Membranolücken.

Zum Sichtbarmachen der oft winzigen Poren empfiehlt sich die Anfärbung der Zellmembran mit Kopierstift (Methylviolett), die sich an vertorftem so gut wie an lebendem Material durchführen läßt.

Zuweilen bestehen die Poren nur aus Membranverdünnungen ohne völlige Membranresorption, dann werden sie Pseudoporen genannt. Beringte Pseudoporen treten hauptsächlich einzeln oder in mehr oder weniger unterbrochenen Reihen an den Zellkanten auf der Blattaußenseite auf.

Die Lage der echten Poren kann sich auf das eine oder beide Zellenden beschränken (Spitzenporen), sich auf die seitlichen Zellecken ausdehnen (Eckporen) oder ± geschlossene Reihen an den Zellkanten (Kommissuralporen) oder auf der Mitte der Hyalozytenoberflächen bilden.

Größe und Ausbildung der Poren können sehr verschieden sein, je nachdem, ob ein Blatt der abstehenden oder der hängenden Äste vorliegt. Im allgemeinen sind die Poren der Blattaußenseiten bei den Blättern der hängenden Äste größer. Ferner unterscheiden sich auch Außen- und Innenseite eines Blattes oft durch Anzahl und Größe der Poren, ebenso auf derselben Seite Blattspitze, Blattmitte und Blattgrund. Auch von der Blattmitte zum Blattrand hin können sich die Porenverhältnisse ändern.

Die Ausbildung der Poren hängt weiter in sehr starkem Maße von dem Wasserangebot in der Differenzierungsphase der Hyalozyten ab. Eine dauernd untergetauchte Pflanze kann völlig auf die Anlage von Poren verzichten, weil ihr das Wasser ja stets reichlich zur Verfügung steht. So besitzen die Wasserformen der Sphagnen durchweg weniger und kleinere Poren als der Typus von einem trockeneren Standort.

Weil sich gleichsinnig mit der Porenausbildung auch Größe und Form der Astblätter ändern, die längsten und schlaffsten Blätter finden sich bei ausgeprägt submersen Formen, lassen sich aus ihrer Gestalt in begrenztem Rahmen auch Aussagen über die Feuchtigkeitsverhältnisse während des Wachstums subfossiler Sphagnum-Proben machen.

Allerdings scheint sich bei einigen Arten auch ein gewisser Einfluß des Nährstoffangebots des Standorts auf die Porenausbildung geltend zu machen. Darauf wird bei der gesonderten Besprechung der *Sphagnum recurvum*-Gruppe näher eingegangen werden.

Die Chlorozyten endlich besitzen bei den *Cuspidata* einen dreieckigen oder trapezförmigen Querschnitt, liegen stets mit der Grundlinie der Querschnittsfigur zur Blattaußenseite und erscheinen in der Aufsicht entsprechend außen flächig, innen flächig oder linear, je nachdem sie dort von den Hyalozyten eingeschlossen werden oder nicht. Zuweilen ersetzen sie die Hyalozyten in der Blattspitze ganz oder teilweise.

4. EINZELBESCHREIBUNGEN DER ARTEN<sup>1)</sup>

*Sphagnum tenellum* (Brid.) Brid. 1819 (Taf.I, IV)

Astblattmerkmale:

Blätter der abstehenden und der hängenden Äste nicht sehr verschieden, breitlanzettlich bis eiförmig mit  $\pm$  weit eingeschlagenem Rand und schmalgestutzter bis stumpf abgerundeter, gezählter Spitze, nicht einseitswendig gekrümmt, Länge 1,0 - 1,5 mm, Breite 0,3 - 0,7 mm.

Hyalozyten relativ kurz und breit, im oberen Blatteil meistens fast rhombisch bei auffallender Regelmäßigkeit des Zellnetzes.

Fasern in Anordnung und Stärke ungleichmäßig, locker, der Zahl nach wegen der Kürze der Zellen gering.

Poren mit beiderseits stark wechselndem Durchmesser und wechselnder Anzahl, außen meist weniger häufig, oft zu Membranlücken erweitert, auf der Blattaußenseite vereinzelt beringt.

Chlorozyten kurz und im Querschnitt dreieckig bis breit trapezförmig, meist außen und innen freiliegend.

Vorkommen und Verbreitung:

Ein stellenweise häufiges Torfmoos nasser Stellen, Schlenkenränder etc. in ombrotrophen Mooren und oligotrophen Heidemooren, oft auf nacktem Torf, mäßig hydrophil, meist nicht untergetaucht, Nord- und Westeuropa, von der Tiefebene bis in die Alpen (hier bis 1970 m).

Begleitflora:

*Eriophorum angustifolium*, *Rhynchospora alba*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Erica tetralix*, (*Cladopodiella fluitans*), (*Drosera rotundifolia*), *Calluna vulgaris*, *Sphagnum cuspidatum*, *Kurzia pauciflora* u. a.

*Sphagnum cuspidatum* Hoffm. 1795 (Taf.I, V)

Astblattmerkmale:

Blätter der abstehenden und der hängenden Äste nicht sehr verschieden, lang lanzettlich bis linealisch ausgezogen, meist  $\pm$  einseitswendig, Rand mindestens in der langen Spitze eingerollt, kaum gezähnt, bei den sehr langen Astspitzenblättern auch flach, Spitze gestutzt und relativ grob gezähnt, L. 1,5 - 5,0 mm, B. 0,3 - 0,6 mm.

Hyalozyten meist lang und schmal linealisch, im Mittelteil kaum abgewinkelt.

---

1) Nomenklatur nach ISOVIITA (1966)

Fasern reichlich, oft reihenweise parallel und gleichmäßig, wenig schräg.

Poren nur auf der Innenseite der Astblätter häufiger, meist klein, (unter  $12\ \mu$ ), zuweilen beringt, auf der Blattaußenseite sehr klein, nur vereinzelt als Spitzenporen oder fast fehlend.

Chlorozyten  $\pm$  langgestreckt, im Querschnitt breit trapezisch bis rechteckig, außen und innen freiliegend.

#### Vorkommen und Verbreitung:

Überaus häufig und verbreitet in stärker sauren Gewässern, Gräben, Schlenken, Torfstichen usw. von oligo- und mesotrophen Mooren, sub- bis demers, im subarktischen und Mitteleuropa, in Sibirien, Japan, Grönland, im subarktischen und atlantischen Nordamerika, in Australien und Neuseeland, vom Tiefland bis ins Hochgebirge (in den Alpen bis 2100 m).

#### Begleitflora:

*Eriophorum angustifolium*, *Rhynchospora alba*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, (*Drosera rotundifolia*), *Carex limosa*, (*Cladopodiella fluitans*), (*Drosera intermedia*), *Rhynchospora fusca*, *Myrica gale*, *Erica tetralix*, *Sphagnum tenellum*, *Sphagnum papillosum* u. a.

f. *plumosum* (Bryol. Germ.) (Taf. I, VI)

#### Astblattmerkmale:

Blätter der abstehenden und der hängenden Äste nahezu gleich, lineal-lanzettlich bis peitschenförmig, weniger einseitswendig gekrümmt, Rand eingerollt oder flach, nicht selten weit herab gezähnt, Spitze gestutzt und  $\pm$  lang gezähnt bis einzellig auslaufend, bei den langen Blättern oft vom breiten Randsaum her die Hyalozyten im Spitzenteil durch Chlorozyten ersetzt, L. 1,5 - 10,0 mm, B. 0,5 - 0,7 mm.

Hyalozyten, Fasern und Chlorozyten wie beim Typ.

Poren oft noch spärlicher und kleiner als beim Typ.

#### Vorkommen und Verbreitung:

Wie beim Typ, aber stets submers (Wasserform).

#### Begleitflora:

*Eriophorum angustifolium*, *Drepanocladus fluitans*, *Carex limosa*, (*Cladopodiella fluitans*), (*Utricularia vulgaris*) u. a.

f. *falcatum* (Russ.) (Taf. I, VII)

#### Astblattmerkmale:

Blätter kürzer und stärker sichelig als beim Typ, sonst gleich.  
L. 1,5 - 3,0 mm, B. 0,3 - 0,6 mm.



Hyalozyten ebenfalls kürzer als beim Typ.

Fasern und Chlorozyten wie beim Typ.

Poren meist größer und reichlicher als beim Typ.

#### Vorkommen und Verbreitung:

Wie beim Typ, eine Form trockenerer Standorte, nicht submers.

#### Begleitflora:

*Eriophorum angustifolium*, *Erica tetralix*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Sphagnum tenellum*, (*Drosera rotundifolia*), *Sphagnum papillosum* u. a.

*Sphagnum majus* (Russ.) C. Jensen 1890 (Taf. I, VIII)

#### Astblattmerkmale:

Blätter der abstehenden und der hängenden Äste nicht sehr verschieden, breitlanzettlich (bei Wasserformen oft schmaler), mit oft weit eingeschlagenem Rand und gestutzter, gezählter Spitze sowie verhältnismäßig breitem Grund, oft einseitswendig gekrümmt, L. 1,5 - 6,0 mm, B. 0,5 - 1,0 mm.

Hyalozyten mäßig gestreckt, auch im oberen Blatteil.

Fasern reichlich, ungleichmäßig stark, meist nicht reihenweise parallel.

Poren auf der Blattinnenseite fast fehlend, klein und ± beringt, auf der Blattaußenseite meist unberingt, mittelgroß und in einfacher Reihe auf der Mitte der Hyalozytenfläche, so besonders in der Blattspitze, oder zweireihig den Zellkanten genähert zwischen den Fasern, stets reichlich.

Chlorozyten im Querschnitt ± breit trapezisch, beiderseits frei.

#### Vorkommen und Verbreitung:

Ein sehr hydrophiles Moos meso- bis oligotropher Moore an nassen Standorten, in Schlenken, Gräben und Hochmoorteichen des subarktischen Gebiets in Nordasien, Nordeuropa und Nordamerika verbreitet, z. T. häufig, in Mitteleuropa und in den Alpenländern (hier bis 1870 m) seltener, in der nordwestdeutschen Tiefebene nur von ± mineralbodenwasserbeeinflussten Standorten bekannt.

#### Begleitflora:

*Eriophorum angustifolium*, *Carex limosa*, *Rhynchospora alba*, (*Cladopodiella fluitans*), *Oxycoccus palustris*, (*Drosera rotundifolia*), *Sphagnum cuspidatum*, *Andromeda polifolia* u. a.

*Sphagnum balticum* (Russ.) C. Jensen 1890 (Taf. II, IX)

**Astblattmerkmale:**

Blätter der hängenden Äste meist erheblich kleiner als die der abstehenden, diese eilanzettlich bis lanzettlich mit kaum oder schmal gestutzter, schwach gezählter Spitze und meist nur im Spitzenteil stärker eingeschlagenem Rand, jene  $\pm$  eilanzettlich mit meist stumpfer Spitze und kaum umgeschlagenem Rand, beide nicht selten  $\pm$  einseitswendig gekrümmt, L. 1,0 - 1,8 mm, B. 0,3 - 0,7 mm.

Hyalozyten im oberen Blatteil relativ kurz, im unteren mehr oder minder gestreckt.

Fasern meist reichlich, ungleichmäßig stark, im oberen Blatteil wenig, im unteren mehr parallel.

Poren der Blattinnenseite von wechselnder Größe und Häufigkeit, meist aber zahlreich, mittelgroß bis groß und unberingt, auf der Außenseite weniger häufig, im oberen Blatteil nur klein und beringt, basalwärts meist in große ringlose Poren übergehend, in der oberen Blathälfte meist außerdem kurze Reihen von Pseudoporen, die z. T. beringt sind.

Chlorozyten im Querschnitt schmal dreieckig bis trapezisch, meist auch auf der Blattinnenseite freiliegend.

**Vorkommen und Verbreitung:**

Eine mäßig hydrophile Art der Schlenken- und Bultränder oligotropher Moore, verbreitet und häufig in Nordasien, Nordeuropa und im subarktischen und atlantischen Nordamerika, nach Süden zu rasch seltener werdend, in den Alpen nur noch vereinzelt vorkommend.

**Begleitflora:**

*Eriophorum angustifolium*, *Oxycoccus palustris*, *Erica tetralix*, *Andromeda polifolia*, (*Drosera rotundifolia*), *Sphagnum magellanicum*, *Calluna vulgaris*, (*Myrica anomala*), (*Odontoschisma sphagni*), (*Cephalozia macrostachya*), *Sphagnum rubellum*, *Hypnum ericetorum* u. a.

*f. ruppinense* (Warnst.) (Taf. II, X)

**Astblattmerkmale:**

Blätter länger als beim Typ, kaum einseitswendig mit meist schmal gestutzter Spitze, sonst gleich, L. 1,0 - 3,0 mm, B. 0,3 - 0,7 mm.

Hyalozyten und Fasern von denen des Typs wenig verschieden.

Poren der Blattaußenseiten meist noch kleiner und weniger zahlreich, auf den Blattinnenseiten wie beim Typ.

Chlorozyten wie beim Typ.

### Vorkommen und Verbreitung:

Als Wasserform der Art hauptsächlich in Schlenken, Gräben, Torfstichen etc. wachsend, sonst wie der Typ verbreitet.

### Begleitflora:

*Eriophorum angustifolium*, *Carex limosa*, *Sphagnum cuspidatum*, (*Cladopodiella fluitans*), *Oxycoccus palustris*, (*Drosera rotundifolia*), u. a.

*Sphagnum pulchrum* (Braithw.) Warnst. 1900 (Taf. III, XI)

### Astblattmerkmale:

Blätter der hängenden Äste im Durchschnitt deutlich kleiner als die der abstehenden, beide ± breit eilanzettlich mit mindestens an der Spitze eingeschlagenen Rändern und schmal gestutzter, klein gezählter Spitze, nicht selten etwas einseitswendig gekrümmt, L. 1,0 - 2,0 mm, B. 0,3 - 0,8 mm.

Hyalozyten im oberen Blatteil meist kurz, am Grunde langgestreckt.

Fasern kräftig, wenig parallel, locker gestellt, auf der Blattaußenseite an den Hyalozytenenden oft zu mehreren breit Y- oder H-förmig miteinander verwachsen.

Poren der Blattinnenseiten zahlreich, groß und unberingt, die der Blattaußenseiten spärlicher und kleiner, basalwärts etwas an Größe zunehmend, außerdem auf der Blattaußenseite meist einzelne Pseudoporen (Unterschied zu *Sphagnum lindbergii*!), die wie bei *Sphagnum balticum* beringt sein können.

Chlorozyten im Querschnitt breit dreieckig, außen frei, innen von den stets eine Strecke verwachsenen Hyalozyten gut eingeschlossen (im Aufsichtsbild linear).

### Vorkommen und Verbreitung:

Mäßig hydrophil in flachen Schlenken, Kolken, Schwingrasen und an Bultflanken, mit ausgesprochen atlantisch geprägter Verbreitung (Nordeuropa, Mitteleuropa bis zum Schwarzwald, atlantisches Nordamerika), in oligo- und mesotrophen Mooren verbreitet, stellenweise in Massenvegetation.

### Begleitflora:

*Eriophorum angustifolium*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Rhynchospora alba*, (*Drosera rotundifolia*), *Sphagnum cuspidatum*, (*Cladopodiella fluitans*), *Erica tetralix*, *Sphagnum tenellum*, *Carex limosa*, *Sphagnum papillosum*, *Sphagnum magellanicum* u. a.

*Sphagnum fallax* (Klinggr.) Klinggr. 1880 emend.  
Isov. 1966 (Taf. II, XII)

**Astblattmerkmale:**

Blätter der hängenden Äste kaum bis merklich kleiner als die der ab-  
stehenden, beide meist aus eiförmigem Grund schmal lanzettlich  
mit gestutzter und gezählter Spitze und im Spitzenteil kräftig ein-  
geschlagenem Rand, häufig  $\pm$  einseitswendig gekrümmt, L. 1,2 - 3,0  
mm, B. 0,3 - 1,0 mm.

Hyalozyten im Spitzenteil kurz, basalwärts gestreckt.

Fasern unregelmäßig stark, z.T. kräftig, im oberen Blatteil wenig  
parallel.

Poren der Blattinnenseiten mäßig zahlreich, klein bis mittelgroß, un-  
beringt, auf der Blattaußenseite spärlicher, klein, bei Formen  
nährstoffreicherer Standorte auch mittelgroß bis groß, besonders  
bei den hängenden Ästen, in den Blattspitzen zuweilen beringt,  
meist mit einigen Pseudoporen.

Chlorozyten im Querschnitt schmal bis breit dreieckig oder trapezisch,  
so meist zwischen zwei hintereinander liegenden Hyalozyten.

**Vorkommen und Verbreitung:**

In den meisten Zwischen-, Übergangs- und Waldmooren sowie an Hoch-  
moorrändern vom Tiefland bis über die Waldgrenze (in den Alpen bis  
2200 m) auf den verschiedensten Standorten verbreitet, häufig, mäßig  
bis stark hydrophil, Verbreitung zirkumpolar in der subarktischen  
und gemäßigten Zone.

**Begleitflora:**

*Eriophorum angustifolium*, *Eriophorum vaginatum*, *Molinia caerulea*,  
*Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Betula pubescens*, *Andromeda poli-  
folia*, *Aulacomnium palustre*, (*Drosera rotundifolia*), *Oxycoccus pa-  
lustris*, (*Peucedanum palustre*), *Pohlia nutans*, *Rhamnus frangula*,  
*Sphagnum rubellum*, *Salix aurita*, *Drepanocladus fluitans*, *Betula  
pendula*, *Phragmites communis*, (*Lysimachia vulgaris*), *Juncus effusus*,  
*Calliergon stramineum*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum magellani-  
cum*, *Myrica gale* u. a.

*f. fallax* (Klinggr.) (Taf. II, XIII)

**Astblattmerkmale:**

Blätter meist größer als beim Typ, Blattrand weniger stark einge-  
schlagen, sonst ähnlich, L. 1,1 - 4,0 mm, B. 0,3 - 1,3 mm.

Hyalozyten ebenfalls größer als beim Typ, durchweg gestreckt.

Fasern etwas gleichmäßiger als beim Typ.



Poren dieser Sammelform entsprechend der Herkunft von verschiedenen Wasser- und Jugendformen sehr variabel, meist jedoch infolge des nasseren Standorts etwas kleiner.

Chlorozyten ähnlich denen des Typs.

#### Vorkommen und Verbreitung:

Stark hydrophile Formen nasser Standorte, Kolke, Gräben, Torfstiche usw. mit der gleichen Verbreitung wie der Typ.

#### Begleitflora:

*Eriophorum angustifolium*, *Juncus effusus*, *Drepanocladus fluitans*, (*Cladopodiella fluitans*), *Phragmites communis*, *Calliergon stramineum*, *Sphagnum cuspidatum*, *Carex rostrata*, (*Utricularia vulgaris* und *minor*) u. a.

*Sphagnum flexuosum* Dozy et Molk. 1851 (Taf. II, XIV)

#### Astblattmerkmale:

Blätter eilanzettlich bis lanzettlich mit meist kürzerer Spitze als bei *Sphagnum fallax*, wenig einseitwendig, die der hängenden Äste meist nicht viel kleiner als die der abstehenden, Blattspitzen gestutzt und gezähnt, Rand auch im Spitzenteil nur mäßig eingeschlagen, L. 1,0 - 2,0 mm, B. 0,2 - 0,5 mm.

Hyalozyten in der Blattspitze kurz, oft fast rhombisch, im unteren Blatteil gestreckt und mäßig groß.

Fasern im oberen Blatteil locker, kräftig, ungleichmäßig, sonst ± abschnittsweise parallel, gerade und mäßig stark.

Poren meist unberingt, auf der Blattinnenseite zahlreich, mittelgroß, basalwärts durchweg kleiner und weniger an Zahl, außen in stark wechselnder Größe und Anzahl, dazu häufig Pseudoporen.

Chlorozyten im Querschnitt dreieckig bis breit trapezisch, außen breiter.

#### Vorkommen und Verbreitung:

Ein verbreitetes, doch weniger massenhaft auftretendes Torfmoos nasser Stellen, Schlenken, Ufersäume, Torfstiche usw. in meso- bis eutrophen, seltener in oligotrophen Mooren, mit der gleichen Verbreitung wie *Sphagnum fallax*.

#### Begleitflora:

*Eriophorum angustifolium*, *Sphagnum fallax*, *Phragmites communis*, (*Cladopodiella fluitans*), *Drepanocladus fluitans*, *Calliergon stramineum*, (*Drosera rotundifolia*), *Sphagnum cuspidatum*, *Dryopteris*

thelypteris, Equisetum limosum, Oxycoccus palustris, Salix aurita u. a.

f. macrophyllum (Warnst.) (Taf. II, XV)

Astblattmerkmale:

Blätter meist  $\pm$  breit eilanzettlich und noch weniger einseitswendig, der Rand etwas weniger eingeschlagen als beim Typ, sonst ähnlich, L. 1,5 - 2,5 mm, B. 0,3 - 0,7 mm.

Hyalozyten durchweg gestreckt, sonst wie beim Typ.

Fasern, Poren und Chlorozyten wie beim Typ.

Vorkommen und Verbreitung:

Als reine Größenvariante in Vorkommen und Verbreitung vom Typ nicht unterschieden, allenfalls als noch etwas hydrophiler anzusehen.

Begleitflora:

Wie beim Typ.

Sphagnum angustifolium (Russ.) C. Jensen 1891  
(Taf. III, XVI)

Astblattmerkmale:

Blätter der hängenden Äste meist merklich kleiner als die der abstehenden, alle  $\pm$  eilanzettlich, gerade bis einseitswendig, Rand meist nur im Spitzenteil stärker eingeschlagen, Spitze schmal gestutzt und gezähnt, L. 0,5 - 1,5 mm, B. 0,2 - 0,5 mm.

Hyalozyten im Spitzenteil kurz und breit, basalwärts gestreckter, aber relativ kurz (kaum bis 0,2 mm lang).

Fasern mäßig zahlreich, im Spitzenteil kräftig, unregelmäßig, basalwärts feiner und reihenweise parallel, am Grunde oft schwach ausgebildet oder vollständig fehlend.

Poren der Blattinnenseiten im Spitzenteil stets groß (bis über 20  $\mu$ ), oft membranlückenähnlich, basalwärts kleiner, auf den Blattaußen-seiten bei den abstehenden Ästen klein bis mittelgroß, bei den hängenden Ästen Spitzenporen meist sehr groß, oft als Membranlücken ausgebildet, dazu meist einzelne Pseudoporen vorhanden.

Chlorozyten meist kurz und breit, im Querschnitt dreieckig bis trapezisch, außen stets freiliegend.

### Vorkommen und Verbreitung:

Weit verbreitet und nicht selten in Bult- und Bultrandlagen auf Hochmooren, ferner in oligotrophen und mesotrophen Wald- und Heide- mooren sowie in Zwischenmooren, meist an trockeneren Standorten als *Sphagnum fallax* und *Sph. flexuosum*, mit der gleichen Verbreitung wie jene.

### Begleitflora:

*Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris*, *Sphagnum rubellum*, *Polytrichum strictum*, *Andromeda polifolia*, *Calluna vulgaris*, *Sphagnum fallax*, *Sphagnum papillosum*, *Sphagnum magellanicum*, *Aulacomnium palustre*, *Eriophorum angustifolium*, (*Drosera rotundifolia*), *Calliergon stramineum* u. a.

*Sphagnum obtusum* Warnst. 1877 (Taf. III, XVII)

### Astblattmerkmale:

Blätter der hängenden Äste wenig kleiner als die der abstehenden, durchweg breit eilanzettlich, gerade, mit kaum eingeschlagenem Rand, die Spitze schmal gestutzt und gezähnt, L. 1,5 - 3,0 mm, B. 0,4 - 1,0 mm.

Hyalozyten im Spitzenteil im Verhältnis zur Blattgröße klein, basalwärts etwas größer und gestreckter, in der äußersten Spitze manchmal durch Chlorozyten ersetzt.

Fasern mäßig zahlreich, ungleichmäßig kräftig, im Spitzenteil weniger, basalwärts zunehmend parallel, nicht selten einige die gegenüberliegende Zellwand nicht erreichend.

Poren reichlich, in der Regel nur als winzige Pseudoporen mit verschwommenen Rändern ausgebildet (erst nach intensiver Anfärbung erkennbar), auf den Blattinnenseiten meist etwas zahlreicher und größer als auf den Blattaußenseiten.

Chlorozyten im Querschnitt dreieckig bis breit trapezisch, außen stets frei.

### Vorkommen und Verbreitung:

An nassen Stellen (insbesondere Schwingrasen) in eutrophen und mesotrophen Mooren zirkumpolar mit mehr nördlichem Schwerpunkt verbreitet, bis Frankreich, Alpen (hier bis 1600 m) und Balkan ausstrahlend, in Mitteleuropa zerstreut.

### Begleitflora:

*Sphagnum contortum*, *Sphagnum subsecundum*, *Sphagnum teres*, *Carex lasiocarpa*, *Eriophorum angustifolium*, *Oxycoccus palustris*, *Carex rostrata* u. a.

*Sphagnum riparium* Ångstr. 1864 (Taf. III, XVIII)

Astblattmerkmale:

Blätter der hängenden Äste meist deutlich kleiner als die der abstehenden, alle  $\pm$  breit eilanzettlich, gerade, mit wenig, meist nur in der Spitze eingeschlagenem Rand, diese kaum gestutzt und gezähnt, L. 1,5 - 2,5 mm, B. 0,4 - 0,9 mm.

Hyalozyten im Spitzenteil meist sehr klein, basalwärts sehr an Größe zunehmend, in der Spitze sehr oft durch Chlorozyten ersetzt.

Fasern wenig zahlreich, im Spitzenteil sehr kräftig und unregelmäßig, zum Grunde hin schwächer, dort auch zu mehreren parallel.

Poren durchweg groß bis sehr groß, auf der Blattaußenseite, besonders bei den hängenden Ästen, oft zu riesigen Membranlücken erweitert.

Chlorozyten im Querschnitt breit trapezisch (Spitzenteil) bis dreieckig, außen stets frei.

Vorkommen und Verbreitung:

Ein in Mitteleuropa seltenes Moos nasser Stellen, Rüllen, Torfstiche usw.  $\pm$  mesotropher Moore mit weiter Verbreitung in Nordeuropa, Alpen (bis 2000 m), Nordasien, Nordamerika und Grönland.

Begleitflora:

*Sphagnum fallax*, *Eriophorum angustifolium*, *Sphagnum squarrosum*, *Sphagnum palustre*, *Carex rostrata*, *Carex canescens*, *Juncus effusus*, *Viola palustris*, *Comarum palustre*, *Salix aurita* u. a.

*Sphagnum lindbergii* Schimp. 1858 (Taf. III, XIX)

Astblattmerkmale:

Blätter  $\pm$  eilanzettlich, gerade, mit besonders im Spitzenteil oft stark eingeschlagenem Rand und gestutzter und gezählter Spitze, die der hängenden Äste meist deutlich kleiner als die der abstehenden, L. 1,5 - 3,0 mm, B. 0,4 - 1,0 mm.

Hyalozyten durchweg gestreckt, aber auch am Grunde nicht ausgesprochen lang.

Fasern überall ziemlich regelmäßig, mäßig kräftig und zu mehreren parallel, am Grunde schwächer.

Poren meist klein bis mittelgroß, auf der Blattinnenseite fast zahlreich, außen spärlich, hier charakteristisch die kaum unterbrochenen Reihen von Pseudoporen (meist beringt).

Chlorozyten im Querschnitt  $\pm$  dreieckig, außen stets frei und in der



Aufsicht flächig, innen von den Hyalozyten eingeschlossen und in der Aufsicht linear erscheinend.

#### Vorkommen und Verbreitung:

Eine stark hydrophile Art der Schlenken, Kolke und Torfstiche in oligotrophen und Hochmooren, Verbreitung subarktisch, von Nordeuropa bis in die Sudeten, die Ostalpen und den Harz ausstrahlend, in Mitteleuropa selten.

#### Begleitflora:

*Eriophorum angustifolium*, *Oxycoccus palustris*, *Sphagnum cuspidatum*, *Sphagnum fallax*, (*Cladopodiella fluitans*), *Drepanocladus fluitans* u. a.

*Sphagnum jensenii* H. Lindb. 1899 (Taf. III, XX)

#### Astblattmerkmale:

Blätter ± breitlanceollich, gerade, mit wenig eingeschlagenem Rand, Spitze gestutzt und gezähnt, die Blätter der hängenden Äste nicht viel kleiner als die der abstehenden, L. 1,5 - 3,0 mm, B. 0,5 - 0,9 mm.

Hyalozyten durchweg gestreckt, oft mit ± winkelig abgebogenen Enden, zum Grunde hin allmählich an Länge zunehmend.

Fasern zahlreich, kräftig, regelmäßige, im mittleren und unteren Blattteil beiderseits zu mehreren parallel, im Spitzenteil auf der Blattaußenseite in den Hyalozytenenden oft ähnlich wie bei *Sphagnum pulchrum* breit Y- oder H-förmig verwachsen.

Poren fast nur als Pseudoporen mit sehr dünnen, mit Kopierstift nicht anfärbbaren Membranen ausgebildet, auf der Blattinnenseite klein bis mittelgroß, kreisrund, unberingt, meist zahlreich mit gleichmäßiger Verteilung auf der Blattfläche, auf der Blattaußenseite sehr klein bis mäßig groß, spärlich bis sehr reichlich, zur Spitze und zum Grunde hin an Zahl oft stark abnehmend, rundlich, elliptisch, zwiebel- oder spindelförmig, unberingt oder halb bis vollständig beringt, reihenweise auf der Mitte der Hyalozytenfläche, im Mittelteil des Blattes häufig auch zweireihig angeordnet.

Chlorozyten im Querschnitt schmal dreieckig, im Spitzenteil auch schmal trapezisch, außen stets frei.

#### Vorkommen und Verbreitung:

Ein sehr hydrophiles Torfmoos der Schlenken in oligotrophen und Hochmooren mit subarktischem Hauptareal von Skandinavien bis Japan, Mitteleuropa in Ostpreußen gerade noch erreichend.

#### Begleitflora:

*Sphagnum cuspidatum*, *Sphagnum balticum*, *Sphagnum majus* u. a.

## 5. DIE ARTEN DER SPHAGNUM RECURVUM-GRUPPE

### A. Die Trennung der Arten

#### a. Die Stammbblätter

Bevor man sie als eigenständige Arten erkannte, sind *Sphagnum fallax* (Klinggr.) Klinggr., *Sph. flexuosum* Dozy et Molk. und *Sph. angustifolium* (Russ.) C. Jensen meist unter dem Namen *Sphagnum recurvum* auct. s.l. zusammengefaßt worden. Als hauptsächlichste Unterscheidungsmerkmale wurden stets Form, Größe und Besonderheiten der Stammbblätter angegeben. Danach ist *Sph. fallax* durch die nahezu gleichseitig dreieckige Blattform mit der ± deutlichen aufgesetzten Stachelspitze charakterisiert. Diese kommt durch den eben unterhalb der wenigen Endzellen des Blattes etwas eingebogenen Blattrand zustande. Die Blattlänge liegt meist unter 1 mm.

Im Gegensatz dazu sind die dreieckig zungenförmigen Stammbblätter des *Sph. flexuosum* am Spitzenrand deutlich abgerundet, meist kaum eingebogen und wesentlich breiter gezähnt. Dies letzte scheint das entscheidende Merkmal zu sein. Fast durchweg ist das Verhältnis von Blattlänge zu -breite sichtbar größer als 1, die Blattlänge ist ähnlich wie bei *Sph. fallax*.

*Sph. angustifolium* schließlich besitzt meist ± gleichseitig dreieckige Stammbblätter von selten mehr als 0,8 mm Länge, deren Spitze ähnlich der bei *Sph. flexuosum* abgerundet und breit gezähnt ist.

#### b. Die Astblätter

Im Gegensatz zu den Stammbblättern, wo grundsätzlich klare Verhältnisse vorliegen, lassen sich die Astblätter nur zum Teil zur Unterscheidung der drei Arten heranziehen. Blattgröße und Blattform sind weitgehend indifferent, auch die Weise der Blattrandeinrollung ist mehr von den Feuchtigkeitsverhältnissen des Standorts als von der Zugehörigkeit zu einer der drei Arten abhängig. Ebenso weist die Faserung keine ins Gewicht fallenden Unterschiede bei den einzelnen Arten auf, desgleichen die Ausbildung der Chlorozyten. Einen gewissen Anhalt gibt die Länge der Hyalozysten, die bei *Sph. angustifolium* auch am Blattgrund selten 0,2 mm erreicht, während sie bei den beiden anderen Arten in der Regel darüber liegt und oft mehr als 0,3 mm aufweisen kann.

#### c. Untersuchungen zu den Porenverhältnissen

Nicht viel aufschlußreicher sind hier auch die Porenverhältnisse. Im Diagramm 4 sind die Häufigkeiten der maximalen Porendurchmesser bestimmter Größen für die drei Arten - bei *Sphagnum fallax* weiter unterteilt nach armen und reicheren Standorten der Proben, sowie gesondert für die "fallax"-Formen- zusammengestellt. Als Balkenwerte wurden die Anzahl bzw. die Prozentzahlen der Proben mit den größten Poren

eines bestimmten Durchmessers von den Innen- und Außenseiten der Blätter abstehender und hängender Äste jeweils für sich untereinander aufgetragen. Als gerade noch ablesbares Intervall von Meßwert zu Meßwert (die Untersuchung erfolgte mit Objektiv 40x und Okular 8x) wurden 2  $\mu$  gewählt. Aus jeweils drei Balkenwerten wurde dann das gleitende Mittel gezogen und als Kurve eingezeichnet. Für die Standortmodifikationen des *Sph. fallax* wurden je 50 Proben, für *Sph. angustifolium* und *flexuosum* je 25 Proben untersucht. Von den "fallax"-Formen standen nur 13 Proben zur Verfügung.

Bei der Messung der maximalen Porendurchmesser wurde der randliche Bezirk der Astblätter, einmal wegen der dort uneinheitlichen Porenvergrößerungen, zum anderen wegen der durch die meist eingebogenen Blattränder schlechteren Beobachtungsmöglichkeit, von der Untersuchung ausgeschlossen. Auch der äußerste Spitzenteil und der Blattgrund wurden nicht berücksichtigt, um zu einigermaßen vergleichbaren Ergebnissen kommen zu können.

Zur Untersuchung gelangten von jeder Probe mindestens je 40 Blätter von abstehenden und hängenden Ästen, die aus verschiedenen Tiefenzonen der Rasen von mehreren Pflanzen entnommen worden waren, hier wiederum Blätter aus verschiedenen Bereichen der Äste. Damit sollten Zufälligkeiten der Auswahl möglichst ausgeschaltet werden. Für die Messungen wurden nur die Poren herangezogen, die mehr oder weniger gleichmäßig rundlich oder elliptisch waren. Erkennbar aus mehreren Poren zusammengesetzte Löcher und Membranlücken mit unregelmäßigem, stellenweise konkavem Rand wurden unberücksichtigt gelassen.

#### d. Auswertung der Meßergebnisse

Aus den in Diagramm 4 zusammengestellten Werten ist ersichtlich, daß wiederum *Sph. angustifolium* sich von den beiden anderen Arten durch seine Porenverhältnisse grundsätzlich unterscheidet. Besonders bei den Astblattinnenseiten liegen die meisten Durchmesser der größten Poren weit über denen der entsprechenden Poren bei den anderen beiden Arten. So messen weitaus die meisten Werte bei *Sph. angustifolium* 18  $\mu$  und mehr, während bei den anderen Arten kaum Werte über 16  $\mu$  erreicht werden. Somit dürfte *Sph. angustifolium* auch anhand der Astblattmerkmale hinreichend charakterisiert sein.

Im Gegensatz dazu sind *Sph. fallax* und *Sph. flexuosum* anhand der Porenverhältnisse ihrer Astblätter bisher nicht eindeutig zu unterscheiden. Die Häufigkeitszentren der maximalen Porengrößen liegen zumindest bei den beiden Seiten der Blätter der abstehenden Äste und bei den Innenseiten der Blätter der hängenden Äste so dicht zusammen, daß auf eine statistische Untersuchung eventueller Unterschiede verzichtet wurde, zumal deren Ergebnis für die Unterscheidung beider Arten in der Praxis doch keine Bedeutung haben könnte. Es konnte nur der Hinweis von WARNSTORF (1911) bestätigt werden, nach dem bei *Sph. flexuosum* häufiger als bei *Sph. fallax*

die Spitzenporen auf der Außenseite der Blätter der hängenden Äste viel größer sind als die entsprechenden Poren bei den Blättern der abstehenden Äste. Insofern wird man zur exakten Bestimmung dieser beiden Arten in Torfproben vorerst weiterhin darauf angewiesen sein, einige intakte Stammblätter zu finden.

#### e. Die ökologischen Verhältnisse

*Sphagnum fallax* kommt in Mitteleuropa in den meisten Zwischen-, Übergangs- und Waldmooren vor, häufig auch auf Hochmoorrändern, während es auf den Hochflächen der Hochmoore seltener angetroffen wird. Hier charakterisiert es vor allem vom Menschen beeinflusste Standorte, ist aber auch in Rillen und Kolken zu finden, wo von vornherein ein wenig bessere Bedingungen für die Nährstoff- und Sauerstoffversorgung vorliegen. In unberührten, wüchsigen Hochmoorteilen besiedelt es nach Klaus MÜLLER (1965) weniger die Schlenken als vielmehr die Bultränder und die Bulte selbst. In geringfügig entwässerten Hochmooren dagegen kann es sehr leicht zur Massenausbreitung gelangen. Ebenso löst es meist in Torfstichen und Uferzonen *Sph. cuspidatum* ab, sobald die schwimmenden Watten eine gewisse Festigkeit erreicht haben. Am häufigsten ist dieses Torfmoos, wie schon gesagt, in den relativ armen Übergangs-, Zwischen- und Waldmooren, von wo sein Vorkommen bis in mäßig reiche Moore ausstrahlt. In sehr nährstoff- und basenreichen Niedermooren hingegen tritt es kaum in Erscheinung.

Als etwas anspruchsvollere Art besitzt *Sph. flexuosum* sein wesentlichstes Vorkommen in weniger armen bis mäßig reichen, schwächer sauren Wald- und Zwischenmooren. Es besiedelt fast immer sehr nasse Bereiche, Torfstiche, Gräben usw., die meist einen nur wenig schwankenden Wasserstand aufweisen, und kann deshalb wohl als noch etwas hydrophiler als *Sph. fallax* angesehen werden. In den reichsten Moortypen fehlt es ebenso wie jenes.

*Sphagnum angustifolium* unterscheidet sich auch in ökologischer Hinsicht deutlich von den beiden anderen Arten. Als ein typisches Torfmoos der Bulte und Bultflanken ist es in mitteleuropäischen Hochmooren verbreitet, wenn auch nicht häufig. Ebenso kommt es in extrem armen bis mäßig reichen Wald-, Heide- und Zwischenmooren vor, gleichfalls an meist etwas trockeneren Standorten. Es scheint somit die am wenigsten hydrophile Art der *Sph. recurvum*-Gruppe zu sein.

#### f. Anmerkungen zu den intermediären Formen

Bei der Variabilität der Sphagnen im allgemeinen und der *Sph. recurvum*-Gruppe im besonderen ist es nicht verwunderlich, daß eine Anzahl Mischformen zwischen *Sph. fallax* und *Sph. flexuosum* beschrieben worden sind, bei denen abgerundete und zugespitzte Blätter am gleichen Stamm vorkamen. Hierzu darf auf folgendes hingewiesen werden:

Das Stammblatt des *Sph. fallax* erhält seine typische Stachelspitze durch die Einrollung des Blattrandes eben unterhalb der Endzellen. Breitet man diesen Saum aus, etwa durch leichten Druck auf das Deckglas, mit dem man das Präparat abgedeckt hat, so sieht man gar nicht selten ein sauber abgerundetes Blatt vor sich, ähnlich wie bei *Sph. flexuosum*. Da nun mit zunehmendem Feuchtigkeitsangebot des Standortes allgemein die Tendenz zur Einrollung eines Blattsauces abnimmt, kann an einem nassen Standort ein *fallax*-Stammblatt sich der *flexuosum*-Form annähern, an einem trockeneren dagegen ein Stammblatt des *Sph. flexuosum* seinen Habitus denen des *Sph. fallax* angleichen.

Es können also schon wechselnde Wasserverhältnisse der Grund für die Ausbildung beider Blattformen an einem Stamm sein, ohne daß an der Substanz der Blätter etwas verändert werden müßte.

Um in diesem Falle Irrtümer bei der Bestimmung zu vermeiden, wurde oft empfohlen, die Stammblätter nur in einem Wassertropfen ohne Deckglas zu betrachten. Das ist insofern richtig, als die Einrollung der Blattspitzenränder bei *Sph. flexuosum* selten zu einem so ausgesprochen stachelspitzigen Umrißbild wie bei *Sph. fallax* führt, sondern fast immer nur eine mehr oder minder gleichmäßig zulaufende Spitze erzeugt. Weil aber andererseits die Zähnelung des Spitzenrandes, die bei *Sph. flexuosum* in der Regel viel breiter als bei *Sph. fallax* ist, nur in ausgebreiteter Lage deutlich wird, sollte man auf die Untersuchung unter dem Deckglas doch nicht verzichten.

Im übrigen dürften schwer einzuordnende Proben relativ selten sein, wenn man sich nicht auf die Überprüfung nur eines Merkmals beschränkt.

#### g. Die Wasser- und Jugendformen ("fallax"-Formen)

Mit den Wasserformen der *Sphagnum recurvum*-Gruppe hat sich PAUL (1932) intensiver auseinandergesetzt. Ausgehend von den Verhältnissen bei *Sphagnum cuspidatum*, wo er die *f. falcatum* als die am wenigsten hydrophile Form zum Typus der Art erklärte und alle anderen als mehr oder weniger dem Leben im Wasser angepaßte Formen ableitete, betrachtete er die Formen mit verlängerten und meist faserhaltigen Stammblättern, die WARNSTORF (1911) unter *Sphagnum fallax* zusammenfaßte, als hemisophylle Wasser- und Jugendformen der beiden Arten *Sph. fallax* und *Sph. flexuosum*. Es gelang ihm, diese Anschauung durch Kulturversuche zu untermauern, ebenso zog er zu ihrer Stützung die von WARNSTORF vertretene Aufteilung dieser Formen in *Aequiporosa* und *Versiporosa* hinzu, indem er die beiderseits gleichporigen *Aequiporosa* *Sph. fallax*, die *Versiporosa* mit den auf der Blattaußenseite größeren Poren *Sph. flexuosum* zuordnete.

Mit dieser Auffassung steht auch der Befund in Übereinstimmung, der sich aus den vorliegenden Verteilungen der maximalen Porendurchmesser der Blattaußenseiten ergibt (Diagramm 4). Aus dem deutlich mehrgipfeligen



Verlauf der gleitenden Mittel läßt sich die heterogene Zusammensetzung des Materials schon anhand der relativ wenigen Proben erschließen.

## B. Differenzierungen innerhalb *Sphagnum fallax*

### a. Zur Frage der Verschiedenporigkeit

In seinen Beschreibungen der *Sphagnum recurvum*-Gruppe teilt WARNSTORF (1911) die Varietäten in *Aequiporosa* und *Versiporosa* ein. Bei den ersteren sollen die Blätter der hängenden Äste auf beiden Seiten ähnliche Porenverhältnisse wie die Blätter der abstehenden Äste aufweisen. Bei den letzteren sollen sich dagegen zumindest auf der Außenseite der Blätter der hängenden Äste viel größere Spitzenporen als bei den Blättern der abstehenden Äste befinden. Eine Untersuchung von 100 *Sphagnum fallax*-Proben daraufhin bewies, daß hier diese Aufteilung nicht zu rechtfertigen ist. Die Differenzen der maximalen Porengrößen, die im wesentlichen mit den durchschnittlichen korrelieren, zeigen eine normale eingipfelige Gauß'sche Verteilung mit dem Maximum bei  $2\mu$  (Diagramm 1), sowohl für die armen wie für die reicheren Standorte.

Ein Vergleich der maximalen Porendurchmesser zwischen den Blattinnen- und den Blattaußenstellen fiel nicht anders aus, nur mit Verschiebungen der Maxima bei den abstehenden Ästen auf  $0\mu$  (Diagramm 2) und bei den hängenden Ästen auf  $+2\mu$  für die armen und zwischen  $+2$  und  $+3\mu$  für die reicheren Standorte (Diagramm 3).

### b. Hinweise zur Relation zwischen der Porenbildung und dem Trophiegrad des Standortes

Im Diagramm 4 sind die Messungen an Proben von *Sphagnum fallax* nach ombro- und oligotrophen sowie nach meso- und eutrophen Standorten gesondert aufgeführt.

Diese Einteilung deckt sich im wesentlichen mit der Darstellung der Moortypen bei ELLENBERG (1963), gilt hier aber nur für Nordwestdeutschland. Die ombrotrophen, vom Grundwassereinfluß abgeschnittenen Hochmoorflächen sind allgemein durch extrem niedrige Basen- und Nährstoffkonzentrationen gekennzeichnet und besitzen infolgedessen gegenüber dem folgenden Typ nur eine relativ geringe Anzahl konkurrenzkräftiger Pflanzenarten, die allerdings sämtlich auch in reicheren Moortypen auftreten. Die Abgrenzung dieses Typs ist also, wie auch DU RIETZ (1954) feststellt, eine negative und nur durch das Fehlen der anspruchsvolleren Arten gegeben. Als oligotroph werden dagegen jene armen Moorstandorte bezeichnet, die wenigstens zeitweise noch mit dem Grundwasser in Verbindung stehen, weiter können wohl auch die an Nährstoffen kaum reicheren, diese aber besser verfügbar anbietenden Kolke und Schlenken der Hochmoore hierher gestellt werden. Die meist etwas reicheren, sich vor allem durch das Auf-

treten einer Reihe weiterer Arten auszeichnenden Moortypen (Hochmoor-randsümpfe, Übergangs- und Zwischenmoore, ärmere Niedermoore) wurden, anders als bei ELLENBERG, den mesotrophen Standorten beigeordnet. Als eutroph haben dann die reicheren Niedermoore im weitesten Sinne zu gelten, die wiederum eine erhebliche Anzahl weiterer anspruchsvoller Arten aufweisen.

Mit dieser Einteilung der Moortypen wird versucht, eine genauere Differenzierung der bei Klaus MÜLLER (1965) als Ombrominerobionten und Euminerobionten (Definition bei ACKENHEIL, 1944) aufgezählten Arten zu erreichen. Da sie mehr auf soziologischen als auf pedologischen Grundlagen beruht, dürfte sie gerade bei stratigraphischen Untersuchungen bessere Möglichkeiten bieten, wie die Vegetation in Torfen in ihrer Zusammensetzung ja erhalten bleibt, während chemische und physikalische Eigenschaften des Bodens großen Veränderungen unterworfen sein können. Andererseits bleibt die Beziehung der Pflanzen zu ihren Ansprüchen bestehen, so daß auf dem Umweg über die Vegetation auch standörtliche Fragen angefaßt werden könnten.

Im folgenden seien jeweils einige der bei den genannten Trophiegraden der Moorstandorte bevorzugt auftretenden Arten aufgeführt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß z. B. durch Verschleppung viele Arten zeitweilig auch in Typen Fuß fassen können, die ihnen normalerweise keine günstigen Lebensbedingungen gewähren. Hier soll nur auf das mehr oder weniger stetige Auftreten der Arten bei bestimmten Trophiegraden hingewiesen werden.

#### Ombrotraphenten:

*Calluna vulgaris*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Eriophorum angustifolium*, *Rhynchospora alba*, *Drosera anglica*, *Drosera rotundifolia*, *Sphagnum tenellum*, *Sphagnum pulchrum*, *Sphagnum papillosum*, *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum rubellum*, *Sphagnum fuscum*, *Polytrichum strictum*, *Aulacomnium palustre* u. a.

#### Oligotraphenten:

*Betula pubescens*, *Salix aurita*, *Erica tetralix*, *Vaccinium uliginosum*, *Carex panicea*, *Dactylorhiza maculata*, *Gentiana pneumonanthe*, *Drosera intermedia*, *Lycopodiella inundata*, *Sphagnum cuspidatum*, *Sphagnum plumulosum*, *Sphagnum fallax*, *Sphagnum compactum*, *Sphagnum molle*, *Dicranum scoparium*, *Hypnum ericetorum* u. a.

#### Mesotraphenten:

*Rhamnus frangula*, *Sorbus aucuparia*, *Salix cinerea*, *Juncus effusus*, *Carex rostrata*, *Agrostis canina*, *Molinia caerulea*, *Pedicularis sylvatica*, *Lysimachia vulgaris*, *Potentilla erecta*, *Dryopteris carthusiana*, *Sphagnum palustre*, *Sphagnum fimbriatum*, *Sphagnum flexuosum*, *Sphagnum squarrosum*, *Acrocladium cuspidatum*, *Calliargon stramineum*, *Polytrichum commune* u. a.

## Eutrophenten:

*Alnus glutinosa*, *Typha latifolia*, *Calamagrostis canescens*, *Eleocharis palustris*, *Carex paniculata*, *Carex riparia*, *Lemna minor*, *Pedicularis palustris*, *Galium palustre*, *Lotus uliginosus*, *Cirsium palustre*, *Sonchus oleraceus*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica*, *Sphagnum warnstorffianum*, *Sphagnum subsecundum*, *Paludella squarrosa*, *Marchantia polymorpha* u. a.

Bei einer Aufgliederung der untersuchten Proben von *Sphagnum fallax* nach einmal ombrotrophen und oligotrophen, zum anderen mesotrophen und eutrophen Herkünften fällt anhand der Verteilungskurven der Proben mit bestimmten maximalen Porendurchmessern (Diagramm 4) deren mehr oder weniger gegeneinander verschobene Lage auf. Wenn für beide Meßreihen gleichmäßig streuende Feuchtigkeitsverteilungen angenommen werden, und es spricht nichts dagegen, so muß bei gleichen Nässegraden das größere Nährstoffangebot mit einem größeren durchschnittlichen Durchmesser der größten Poren korrelieren.

Die rechnerische Überprüfung ergab die unten dargestellten arithmetischen Mittel der einzelnen Verteilungen. Eine statistische Sicherung der Signifikanz der Differenzen der entsprechenden Verteilungen ließ sich bei den Poren der Blattinnenseiten der abstehenden wie der hängenden Äste sowie bei den Poren der Blattaußenseiten der hängenden Äste erreichen. <sup>1)</sup>

	ombro- + oligo- troph	meso- + eu- troph	Diffe- renz	$\chi^2$ m	3-5- Äquiv.	statistisch gesichert
abst. Ä. Bl. innens.	10,80	12,64	1,84	10,41	9,000	ja
Bl. außens.	10,72	13,04	2,32	3,20	4,719	nein
häng. Ä. Bl. innens.	11,08	13,96	2,88	27,08	9,000	ja
Bl. außens.	12,84	15,84	3,00	8,84	5,916	ja

1) Berechnung der Mittelwerte und der Signifikanz der Differenzen der Verteilungen ( $\chi^2$ -Methode) nach HOSEMAN (1932)

# 6. VERSUCH EINES BESTIMMUNGSSCHLÜSSELS FÜR DIE BESCHRIEBENEN ARTEN NACH ASTBLATTMERKMALEN

- 1 Poren fast nur als Pseudoporen mit mindestens teilweise un-  
scharfen Rändern ausgebildet 2
- 1' Poren stets offen, Ränder scharf 3
- 2 Poren sehr klein bis mittelgroß, deutlich, z.T. beringt,  
rundlich bis zwiebel- oder spindelförmig, Hyalozyten ge-  
streckt, an der Basis der Blätter relativ lang, Fasern kräftig,  
in den Zellenden der Blattspitze auf der Blattaußenseite  
oft breit Y- oder H-förmig verwachsen  
Sph. jensenii H. Lindb.
- 2' Poren sehr klein, undeutlich, nur nach starker Anfärbung mit  
Kopierstift erkennbar, Hyalozyten schmal und relativ kurz,  
in der äußersten Blattspitze sehr oft durch Chlorozyten ersetzt  
Sph. obtusum Warnst.
- 3 Poren auf beiden Seiten der Astblätter sehr klein, meist un-  
ter  $8\mu$  (nur bei der f. falcatum innen auch größer), relativ  
spärlich, auf der Blattaußenseite meist fast fehlend, die  
± sicheligen Blätter und die Zellen langgestreckt, Blattrand  
nicht selten gezähnt Sph. cuspidatum Hoffm.
- a) Blätter bis 10 mm lang, weniger sichelig, Blattrand kaum  
engerollt, oft weit herab gezähnt, Blattspitze bei den längeren  
Blättern oft einzellig auslaufend, Hyalozyten der Blattspitze  
meist durch Chlorozyten ersetzt f. plumosum (Bryol. germ.)
- b) Blätter bis 3 mm lang, oft stark sichelig, Blattrand stär-  
ker eingerollt, nicht gezähnt, Blattspitze gezähnt und ge-  
stutzt f. falcatum (Schimp.)
- 3' Poren mindestens auf einer Astblattseite größer als  $8\mu$ , bei  
Wasserformen zuweilen kleiner 4
- 4 Poren auf der Blattinnenseite ganz oder fast fehlend, außen  
in Reihen auf der Mitte der Hyalozyten oder zweireihig  
Sph. majus (Russ.) C. Jensen
- 4' Poren auf der Blattinnenseite stets ± reichlich 5
- 5 Blattaußenseiten mit deutlichen Reihen von am Rande der Hy-  
alozytenaußenflächen angeordneten Pseudoporen 6
- 5' Blattaußenseiten ohne solche Reihen von Pseudoporen 8
- 6 Pseudoporen auf der ganzen Astblattaußenseite in geschlos-  
senen Reihen, Chlorozyten innen von den Hyalozyten einge-  
schlossen, in der Aufsicht daher linear, Fasern der Blatt-  
außenseite meist ± dicht und parallel, relativ dünn, die Poren  
der Blattinnenseite meist kleiner und nicht so zahlreich wie



- bei dem sonst sehr ähnlichen *Sph. pulchrum*, ferner der  
 Blattnriß meist gestreckter, mit länger ausgezogener Spitze  
 als bei jenem *Sph. lindbergii* Schimp.
- 6' Pseudoporen nur in der Spitzenhälfte der Astblätter auf deren  
 Außenseite in geschlossenen Reihen, Chlorozyten auf der Blatt-  
 innenseite frei, in der Aufsicht daher flächig 7
- 7 Blattaußenseite im Spitzenteil, außer mit Reihen von oft be-  
 ringten Pseudoporen, mit wenigen kleinen echten Poren, im  
 mittleren und basalen Teil mit  $\pm$  großen Spitzenporen, Blätter  
 bis 2 mm lang, oft einseitswendig gekrümmt  
*Sph. balticum* (Russ.)  
 C. Jensen
- 7' Blattaußenseite, außer mit Reihen von Pseudo-  
 poren im Spitzenteil, nur mit kleinen Spitzenporen (Wasser-  
 form), Blätter oft länger *f. ruppinsense* (Warnstorf)
- 8 Chlorozyten auf der Astblattinnenseite von den Hyalozyten  
 eingeschlossen, in der Aufsicht linear, Blätter außen arm-,  
 innen reichporig, Fasern der Blattaußenseite kräftig, locker,  
 weniger parallel und in der Nähe der Hyalozytenenden ähnlich  
 wie bei *Sph. jensenii* breit Y- oder H-förmig verwachsen,  
 Pseudoporen häufig, z.T. größer, aber nicht in geschlosse-  
 nen Reihen, jedoch einzelne wie bei *Sph. balticum* beringt  
*Sph. pulchrum* (Braithw.)  
 Warnst.
- 8' Chlorozyten auf der Astblattinnenseite minde-  
 sten teilweise frei, in der Aufsicht flächig 9
- 9 Poren der Astblattinnenseite oft über  $20\mu$  groß, nicht selten  
 in Membranlücken übergehend 10
- 9' Poren der Astblattinnenseite meist unter  $15\mu$  groß 12
- 10 Hyalozyten am Blattgrund bis über  $200\mu$  lang, in der Blatt-  
 spitze oft durch kurze Chlorozyten ersetzt, die Poren der  
 Astblattinnenseite besonders bei den Poren der hängenden  
 Äste oft riesig (Membranlücken), Blätter bis über 2,5 mm  
 lang *Sph. riparium* Ångström
- 10' Hyalozyten auch am Blattgrund meist unter  $180\mu$ , Blätter  
 meist unter 2,0 mm lang 11
- 11 Hyalozyten im oberen Blatteil oft fast rhombisch, meist  
 sehr regelmäßig, Blätter breitlanzettlich bis eiförmig mit  
 schmal abgerundeter oder gestutzter Spitze  
*Sph. tenellum* (Brid.) Brid.
- 11' Hyalozyten durchweg gestreckt, Blätter lanzettlich mit  
 schmal gestutzter Spitze, oft etwas sichelig gekrümmt,  
 Spitzenporen auf der Außenseite der Blätter der hängenden  
 Äste meist zu Membranlücken erweitert  
*Sph. angustifolium* (Russ.)  
 C. Jensen



12 Bisher eindeutig nur mit Hilfe der Stammblätter zu trennende Arten der *Sph. recurvum*-Gruppe:

a) Blätter im Durchschnitt schmallanzettlich, mit stärker eingeschlagenem Rand, oft schwach sichelig, Stammblätter fast gleichseitig dreieckig mit zusammengezogenem scharfem Spitzchen, faserlos *Sph. fallax* (Klinggr.)  
Klinggr. emend. Isoy.

b) mit länger ausgezogenen, spitzen bis stumpfen, im oberen Teil meist mit Fasern versehenen Stammblättern die heterogenen, als f. *fallax* (Klinggr.) zusammengefaßten Wasser- und Jugendformen der Gruppe

c) Blätter im Durchschnitt etwas breiter als bei *Sph. fallax*, mit meist schwächer eingeschlagenem Rand, kaum sichelig, Stammblätter zungenförmig dreieckig mit kurz gerundeter, etwas gefranster Spitze *Sph. flexuosum* Dozy et  
Molk.

## ZUSAMMENFASSUNG

Alle gebräuchlichen Torfmoosbestimmungsschlüssel gingen bisher für die Sektion *Cuspidata* vorwiegend von Merkmalen der Stammblätter für die Bestimmung der Arten aus.

Da in subfossilem Material die Stammblätter wegen ihrer geringen Anzahl und ihrer Exponiertheit gegenüber Zersetzungseinflüssen meist nicht anzu-treffen sind, wurde versucht, Kriterien der Astblätter für die Bestimmung nutzbar zu machen.

Die herausgearbeiteten Merkmale wurden für alle mitteleuropäischen Arten der Sektion zusammengestellt und durch kurze Angaben zur Ökologie und Begleitflora ergänzt.

Die charakteristischen Umrißformen und Gewebestrukturen der Astblätter wurden zeichnerisch festgehalten.

Besondere Aufmerksamkeit wurde den Arten der *Sphagnum recurvum*-Gruppe gewidmet, wobei auch Stellung zu den intermediären und "fallax"-Formen bezogen wurde.

Die speziellen Untersuchungen bei *Sphagnum fallax* (Klinggr.) Klinggr. emend. Isoy. ergaben statistisch gesicherte Korrelationen der maximalen Porengrößen zum Trophiegrad der Standorte, während die sogenannte "Verschiedenporigkeit" widerlegt wurde.

Als Ergebnis der Untersuchungen wurde ein Bestimmungsschlüssel nach Astblattmerkmalen erstellt.

## LITERATUR

- ACKENHEIL, H.V., 1944, Zur Hauptgliederung der südschwedischen Moorvegetation. - Meddelanden fran telmatologiska stationen Agard I, Oslo.
- CÖSTER, I, und H. PANKOW, 1968, Illustrierter Schlüssel zur Bestimmung einiger mitteleuropäischer Sphagnum-Arten. - Flor. Mitt. d. Bot. Gartens d. Univers. Rostock, Math.-Naturw. Reihe, Jg. 17, H. 4/5, S. 285 - 323.
- DU RIETZ, G.E., 1954, Die Mineralbodenwasserzeigergrenze als Grundlage einer natürlichen Zweigliederung der nord- und mitteleuropäischen Moore. - Vegetatio, Vol. V - VI, Den Haag.
- ELLENBERG, H., 1963, Vegetation Mitteleuropas und der Alpen. - Stuttgart.
- HOSEMAN, H., 1949, Die Grundlagen der statistischen Methoden für Mediziner und Biologen. - Stuttgart.
- ISOVIITA, P., 1966, Studies on Sphagnum L. I. Nomenclatural revision of the European taxa. - Ann. Bot. Fenn. 3, p. 199 - 264.
- KLINGER, P.U., 1967, Zur Vegetation des Weißen Moores bei Heide. - Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst., Bd. 37, S. 100 - 105, Kiel.
- MÜLLER, Klaus, 1965, Zur Flora und Vegetation der Hochmoore des Nordwestdeutschen Flachlandes. - Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst., Bd. 36, S. 30 - 77, Kiel.
- PAUL, H., 1932, Der Einfluß des Wassers auf die Gestaltungsverhältnisse der Sphagna. - Abh. Naturw. Ver. Bremen, Bd. XXVIII, Sonderheft.
- WARNSTORF, C., 1911, Sphagnales - Sphagnaceae (Sphagnologia universalis). - in: Das Pflanzenreich von A. ENGLER, Leipzig.
- ZEPF, E., 1952, Über die Differenzierung des Sphagnumblattes. - Zeitschr. f. Bot. Bd. 40.

## ANHANG

## Diagramm 1:

Differenzen der maximalen Porendurchmesser von abstehenden und hängenden Ästen auf den Blattaußenseiten bei je 50 Proben von *Sphagnum fallax*

## Diagramm 2:

Differenzen der maximalen Porendurchmesser von Innen- und Außenseiten der Blätter abstehender Äste bei je 50 Proben von *Sphagnum fallax*

## Diagramm 3:

Differenzen der maximalen Porendurchmesser von Innen- und Außenseiten der Blätter hängender Äste bei je 50 Proben von *Sphagnum fallax*

Balken: Verteilungen der Differenzen

Kurven: über drei Klassen gleitende Mittel der Verteilungen

## Diagramm 4:

Meßergebnisse bei den Poren der Astblätter von den Arten der *Sphagnum recurvum*-Gruppe

Balken: Verteilungen der maximalen Porendurchmesser

Kurven: über drei Klassen gleitende Mittel der Verteilungen

## Tafel I - III:

Je drei der häufigsten Blattumrißformen an abstehenden und hängenden Ästen verschiedener Proben der einzelnen Arten

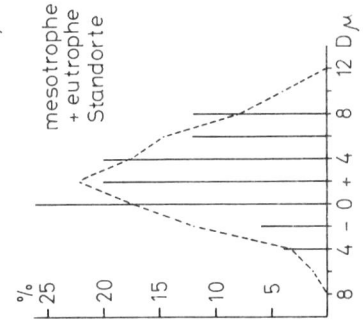
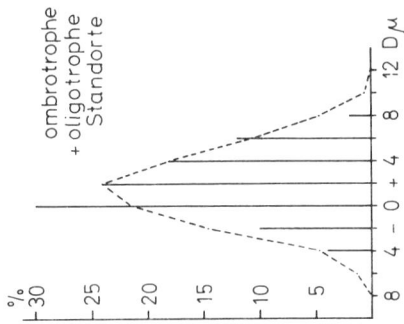
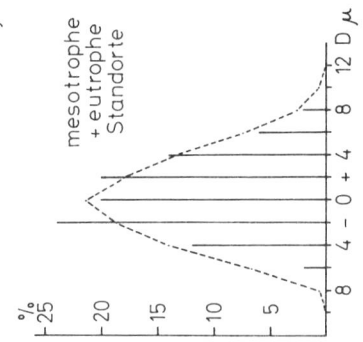
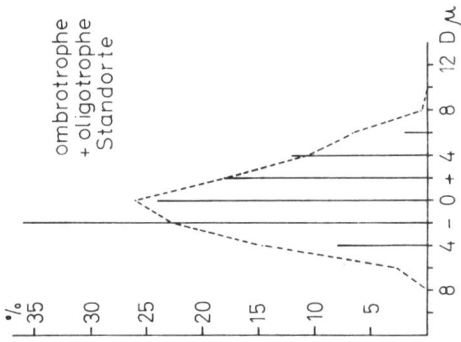
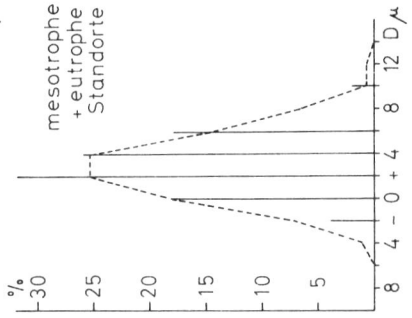
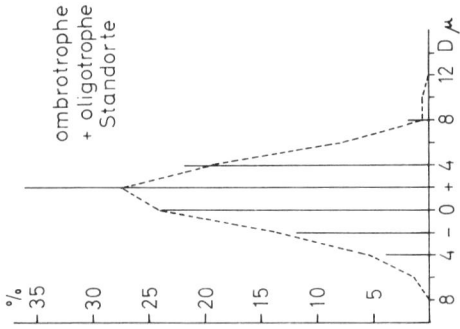
## Tafel IV - XX:

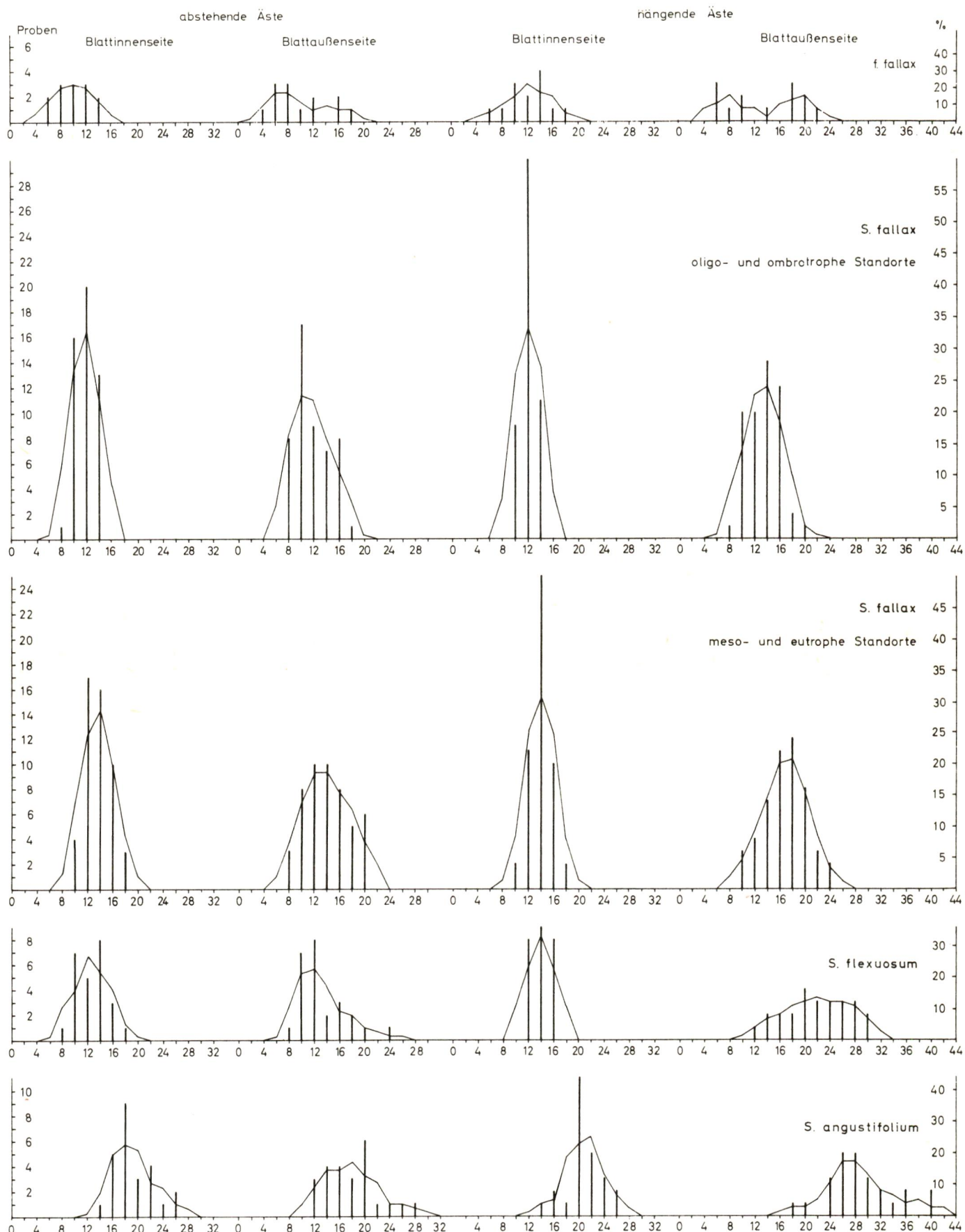
Typische Zellgruppen an der Blattspitze, in der Blattmitte und am Blattgrund in der Aufsicht auf die Blattinnen- und die Blattaußenseite bei Blättern der abstehenden und der hängenden Äste der einzelnen Arten

Die verwendeten Abkürzungen sind:

- A - abstehende Äste
- B - hängende Äste
- i - Blattinnenseiten
- a - Blattaußenseiten
- S - Blattspitzen
- M - Blattmitten
- G - Blattgründe

Echte Poren sind durch geschlossene Umrißlinien dargestellt, Pseudoporen durch unterbrochene.



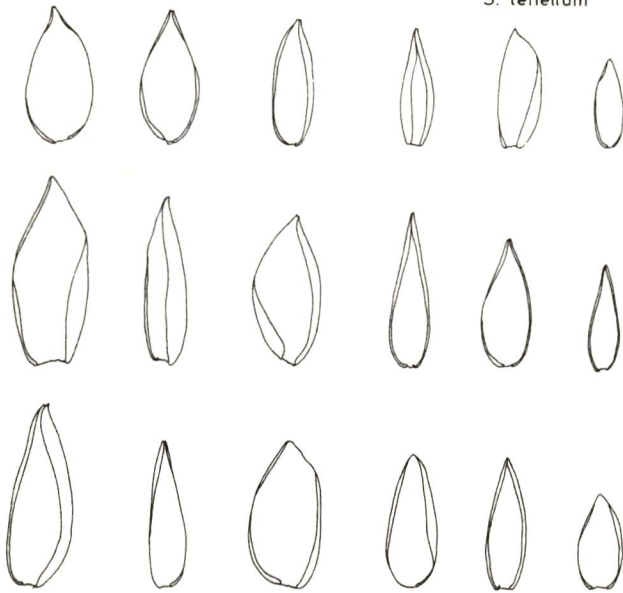




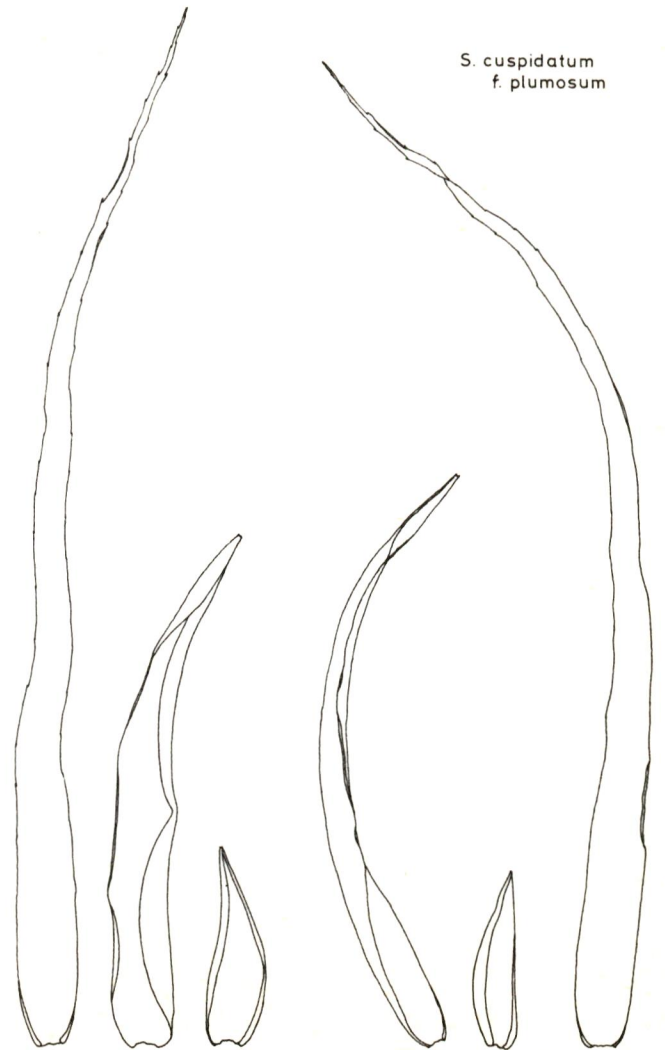
*S. tenellum*

1 mm

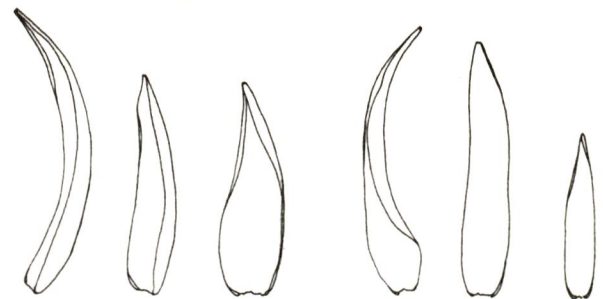
*S. cuspidatum*  
f. *plumosum*



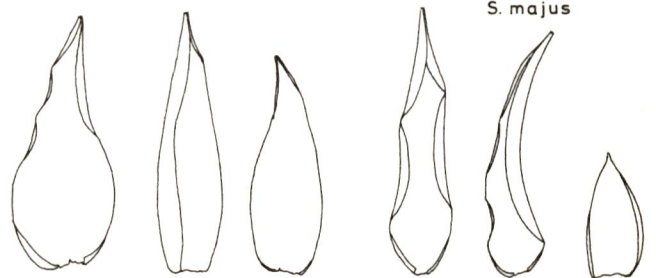
*S. cuspidatum*  
f. *falcatum*



*S. cuspidatum*



*S. majus*



*S. majus*

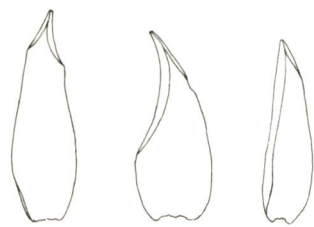


A

H

A

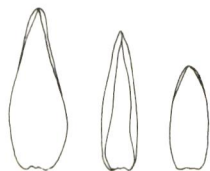
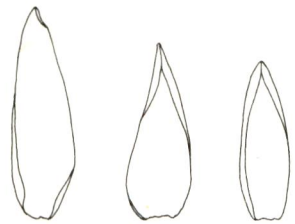
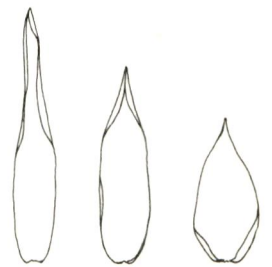
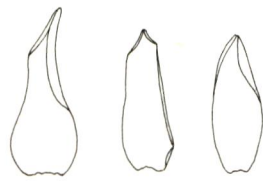
H



*S. balticum*



*S. flexuosum*  
*f. macrophyllum*



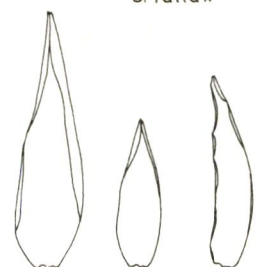
*S. balticum*  
*f. ruppinense*



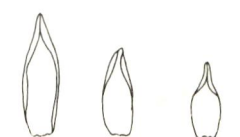
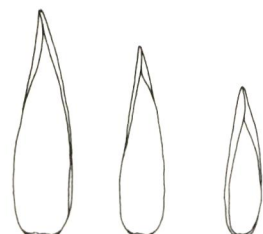
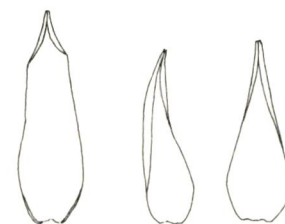
*S. recurvum* s.l.  
*f. fallax*



*S. fallax*



*S. flexuosum*



A

H

A

H

*S. angustifolium*

1 mm

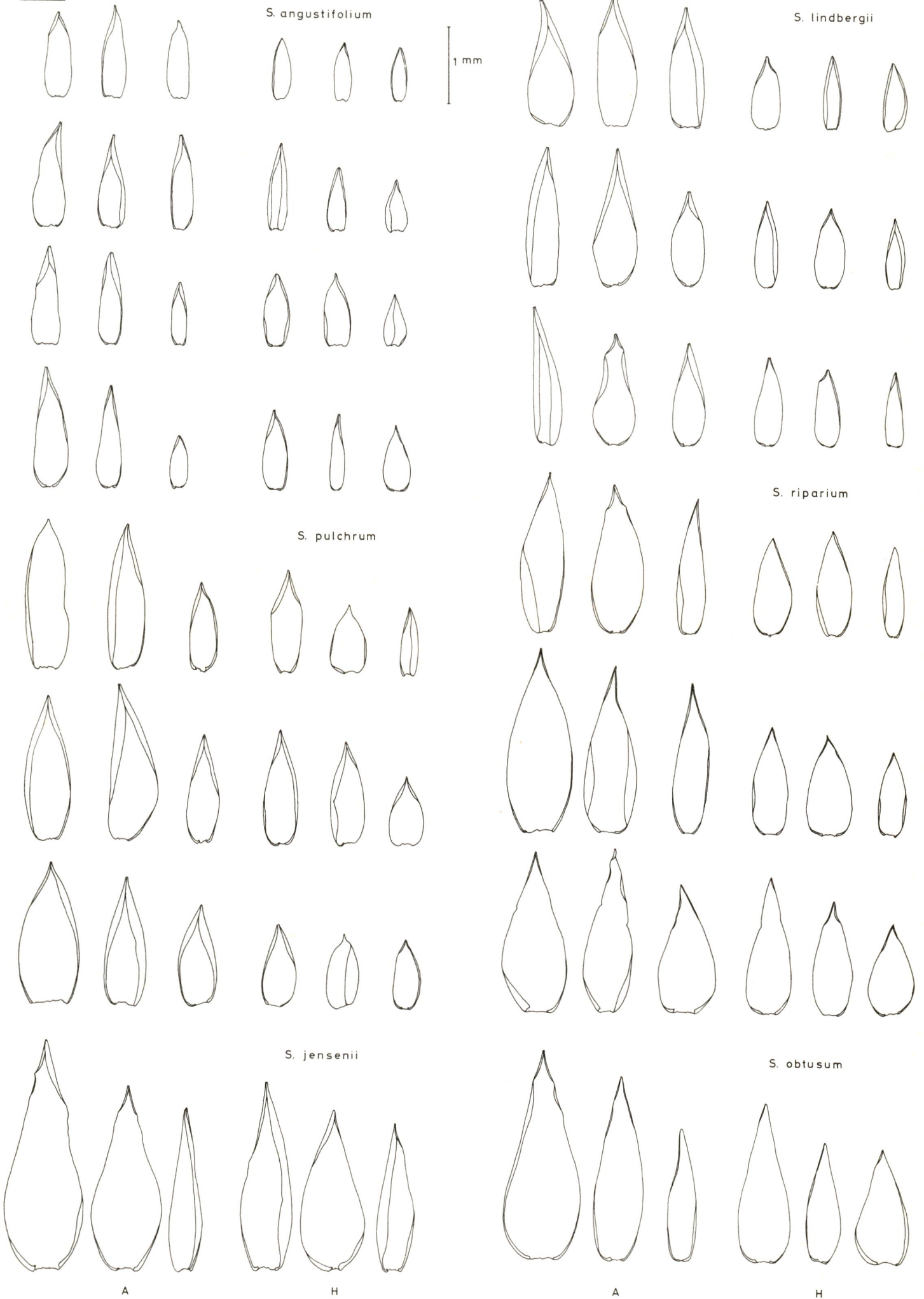
*S. lindbergii*

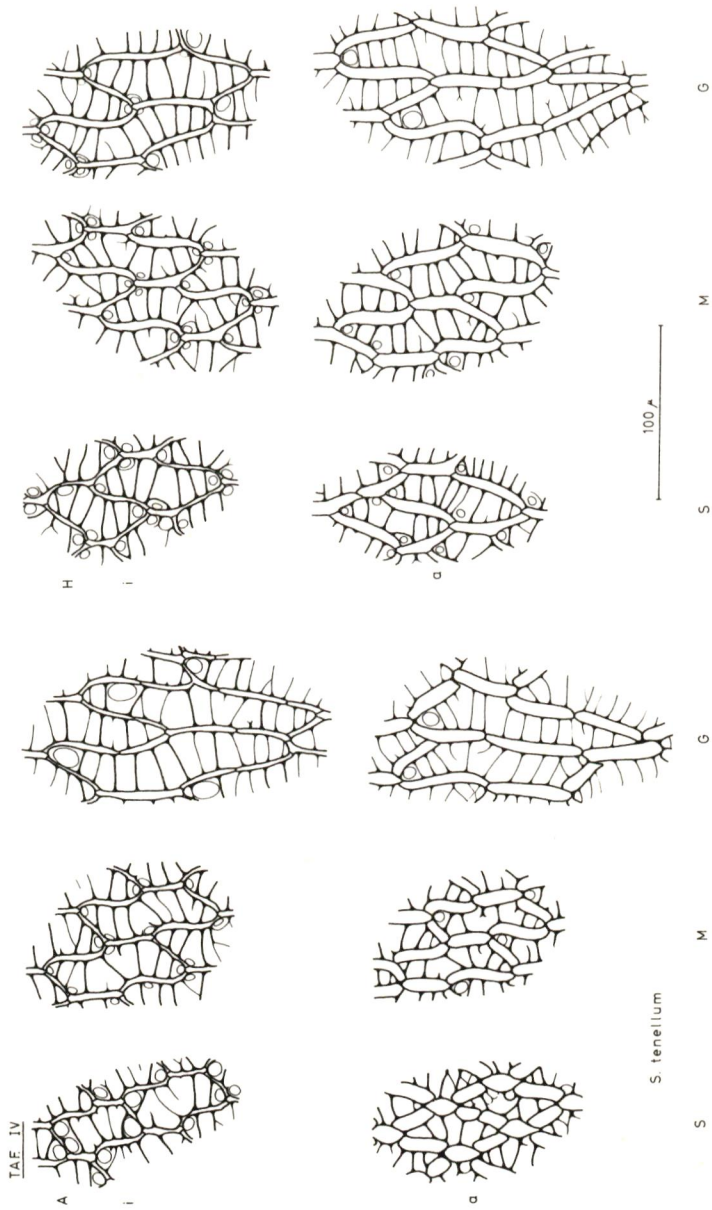
*S. riparium*

*S. pulchrum*

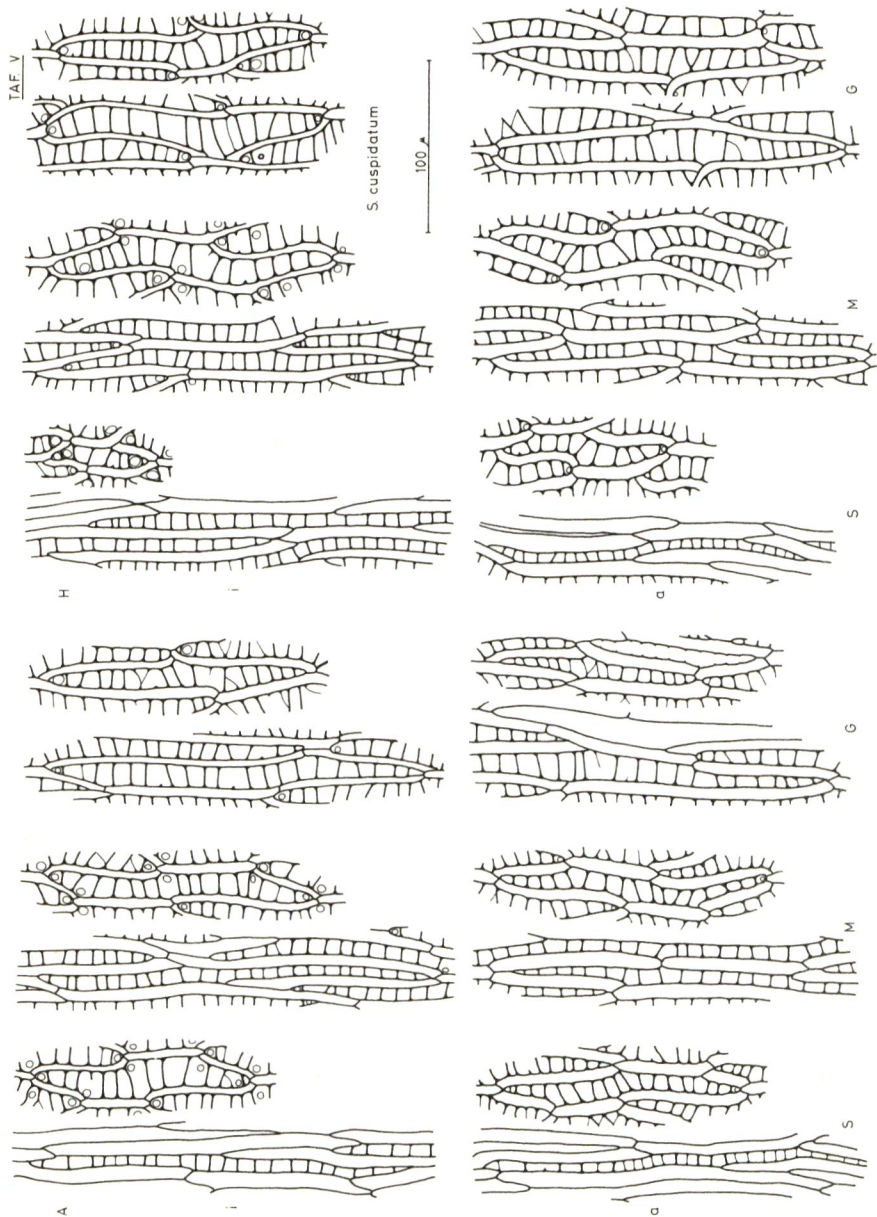
*S. jensenii*

*S. obtusum*



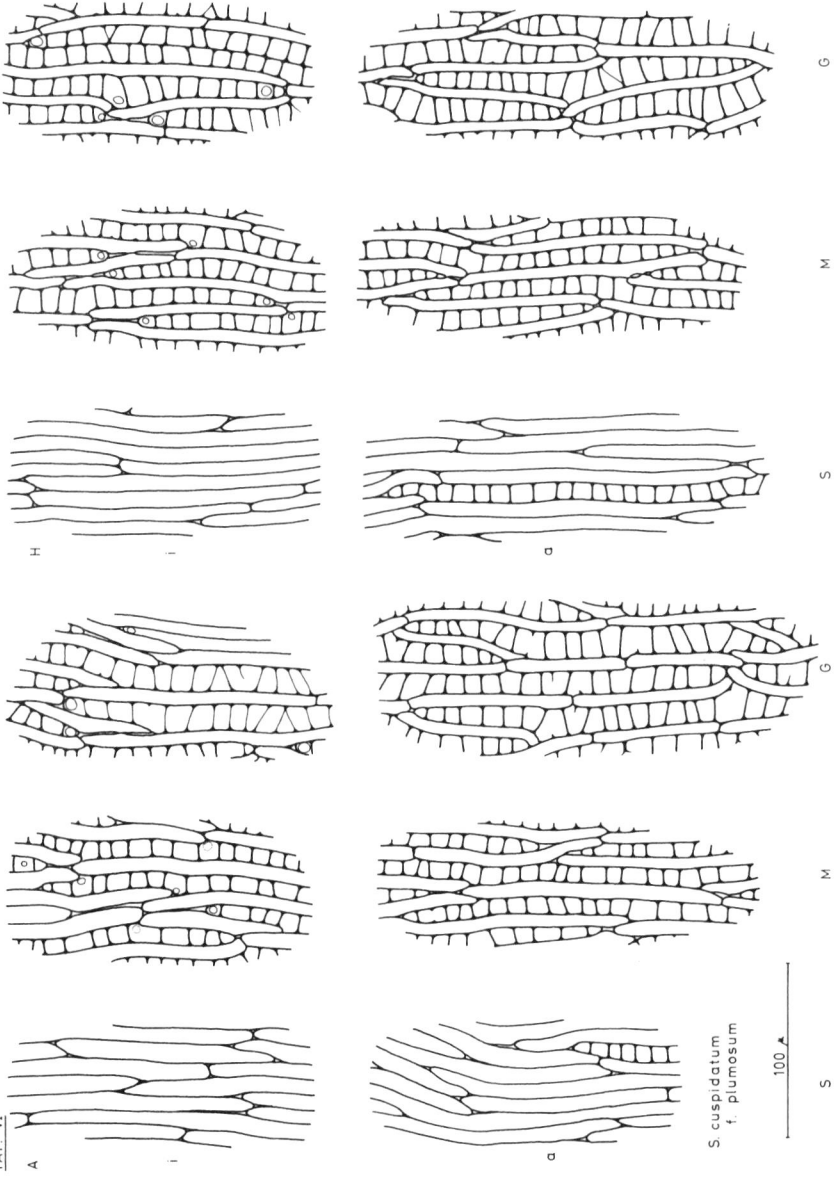


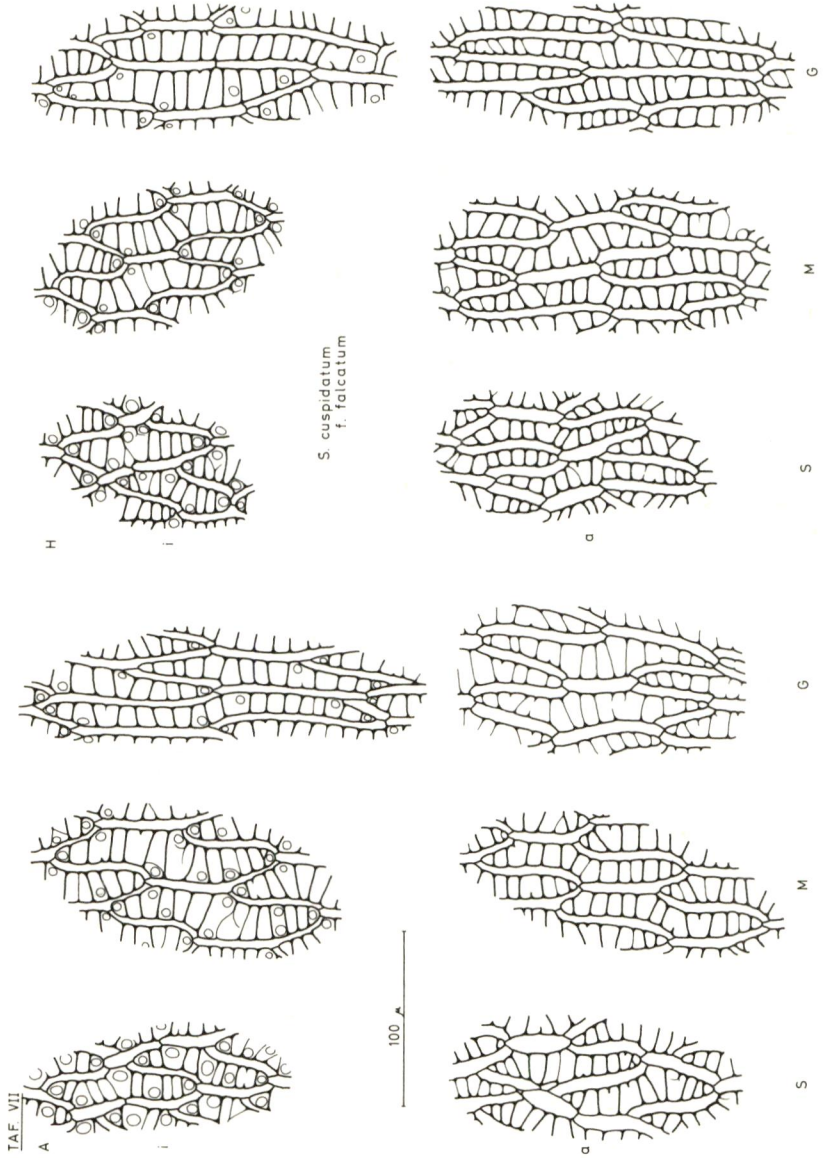




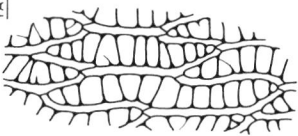


TAF. VI

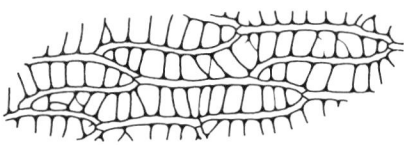




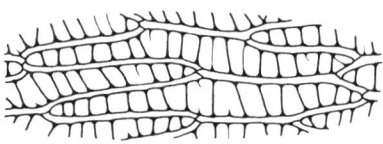
TAF. VIII



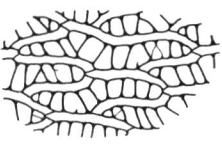
A



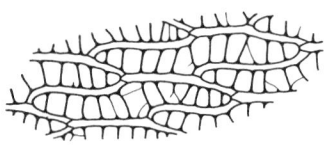
B



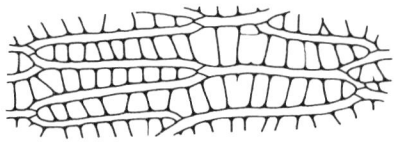
C



D



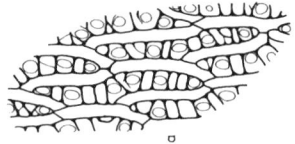
E



F

100 μ

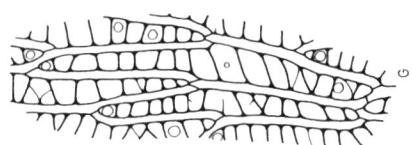
S majus



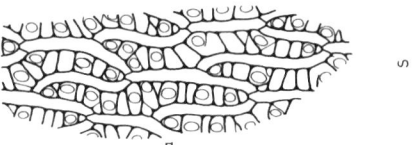
G



H



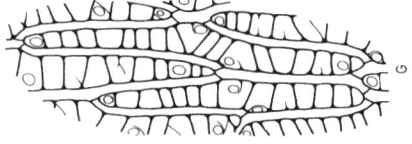
I



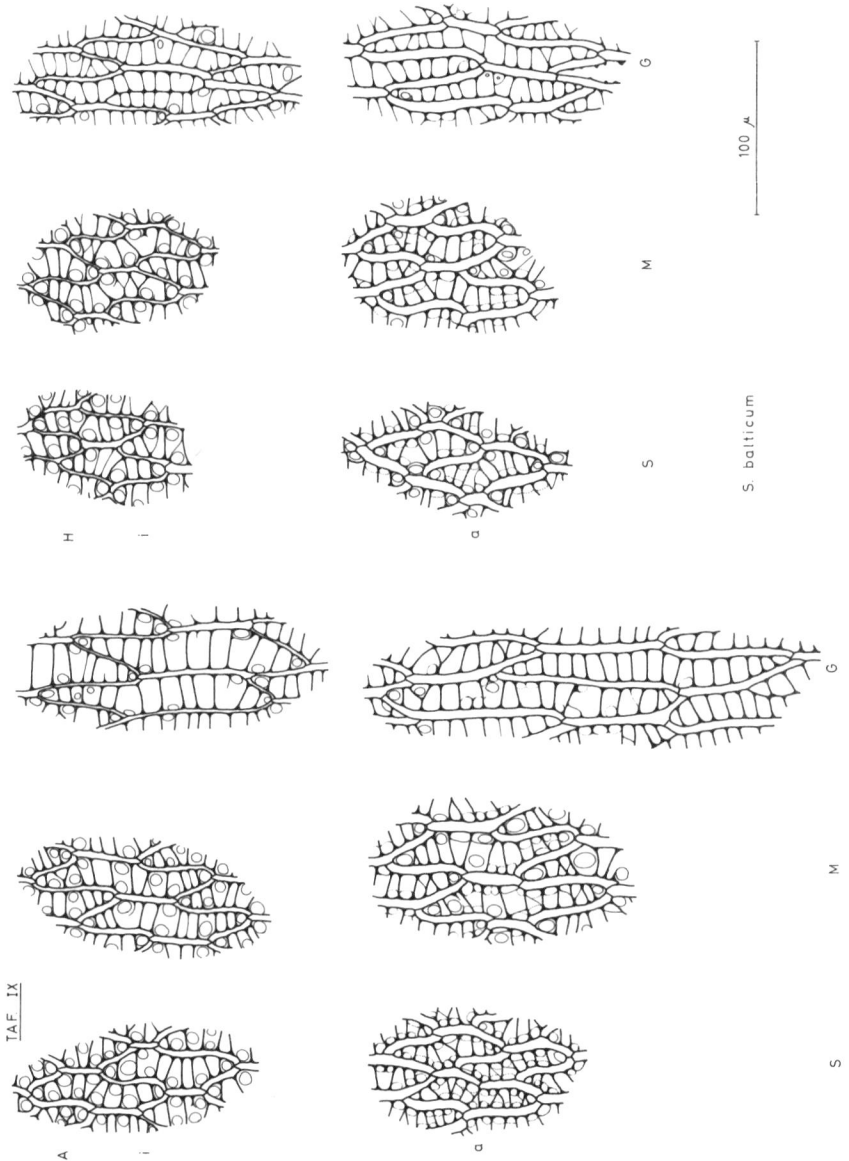
J



K

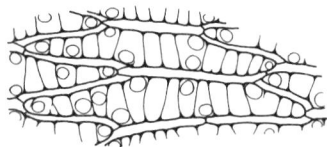
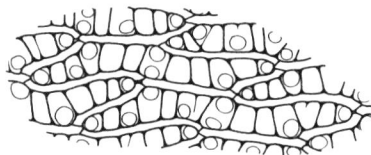
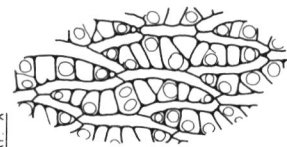


L



IAF. X

A

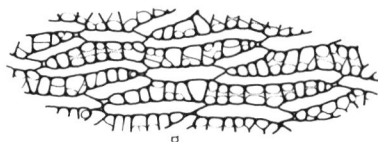
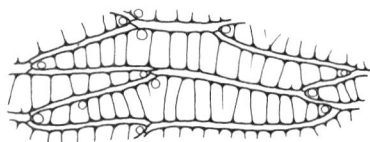
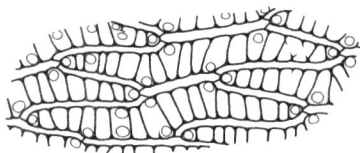


100  $\mu$

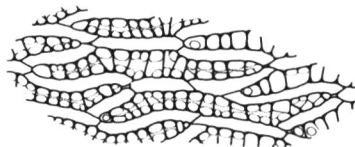
*S. balticum*  
f. *ruppinense*

H

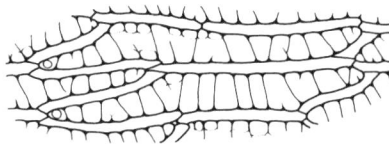
I



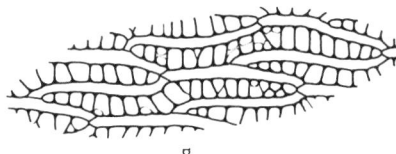
S



M

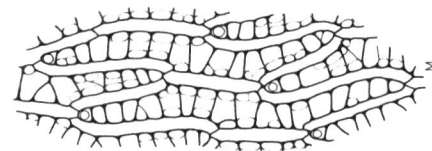


G

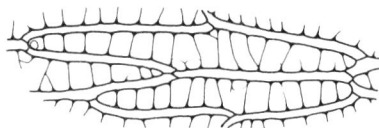


S

a



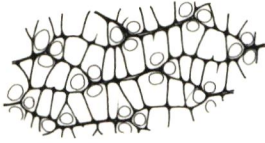
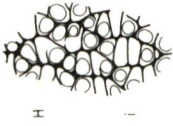
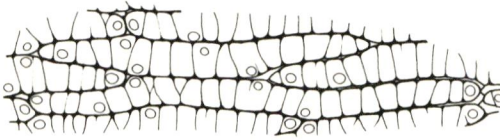
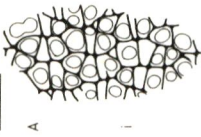
M



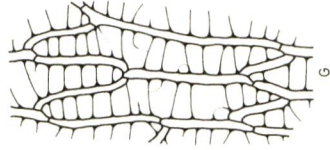
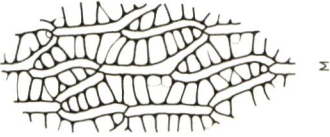
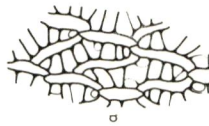
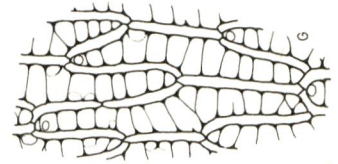
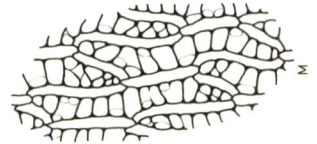
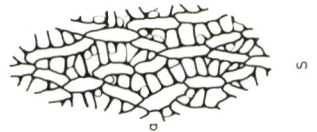
G



TAF. XI



*S. pulchrum*



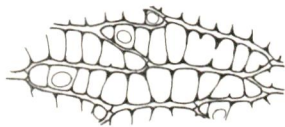
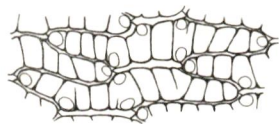
100  $\mu$

TAF. XII

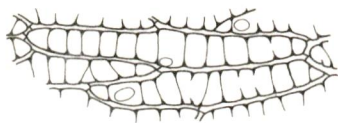
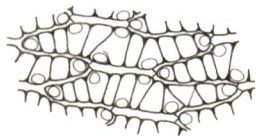
A



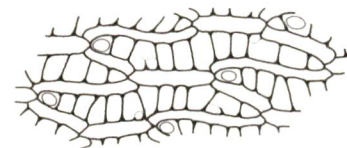
i



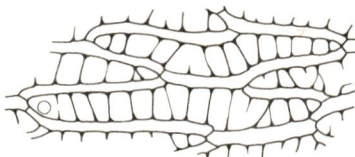
H



a



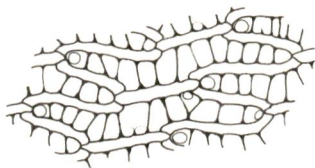
M



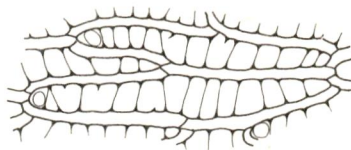
G



a



M



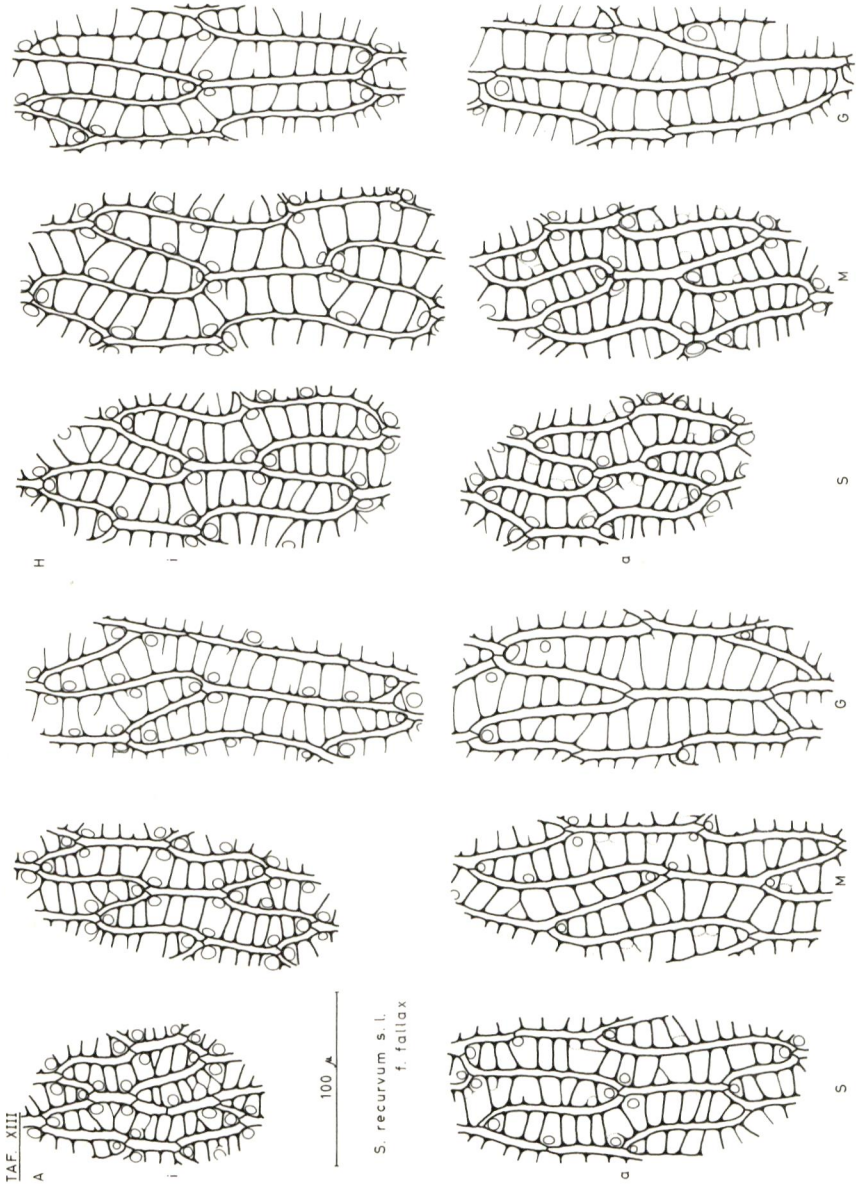
G

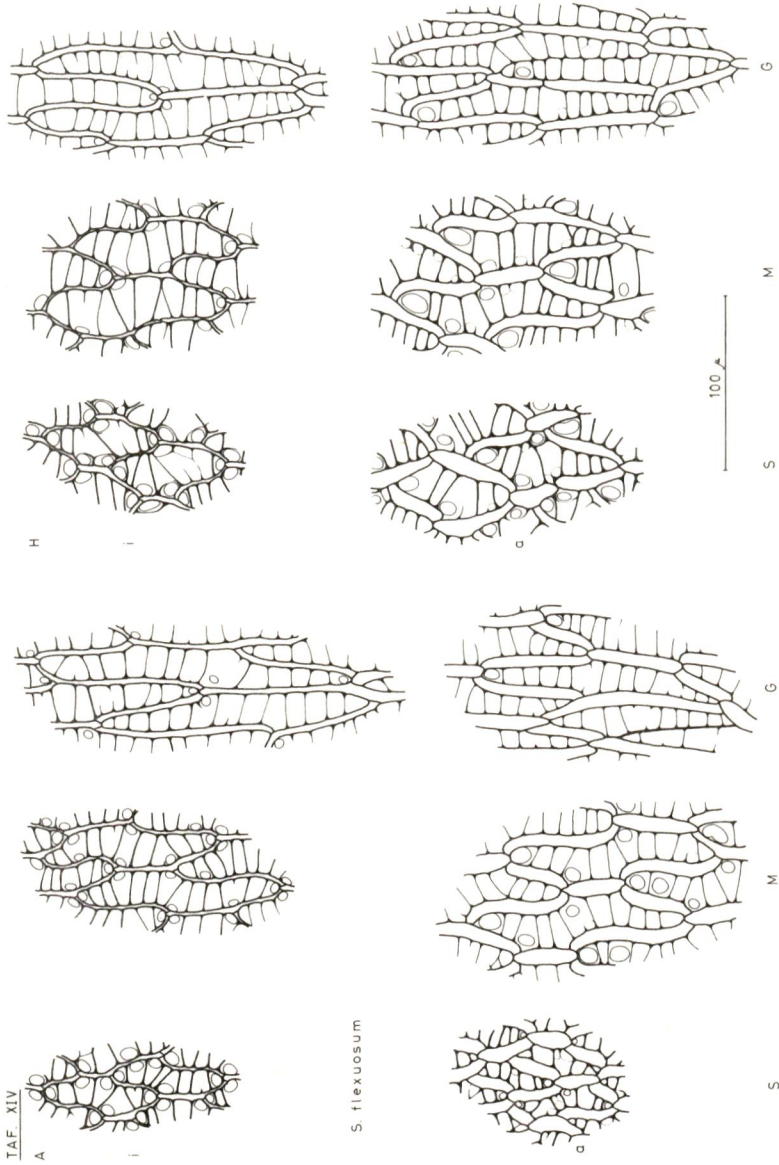
S

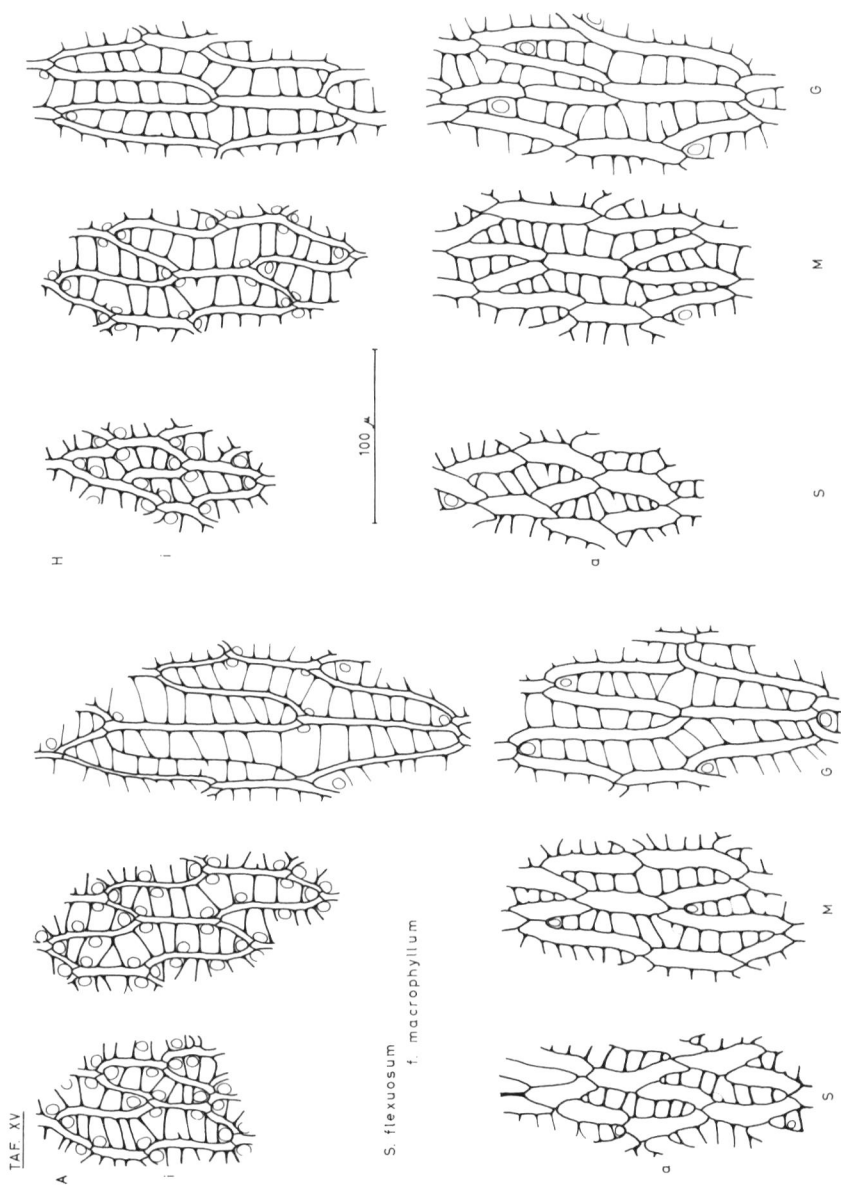
100 A

S

*S. fallax*

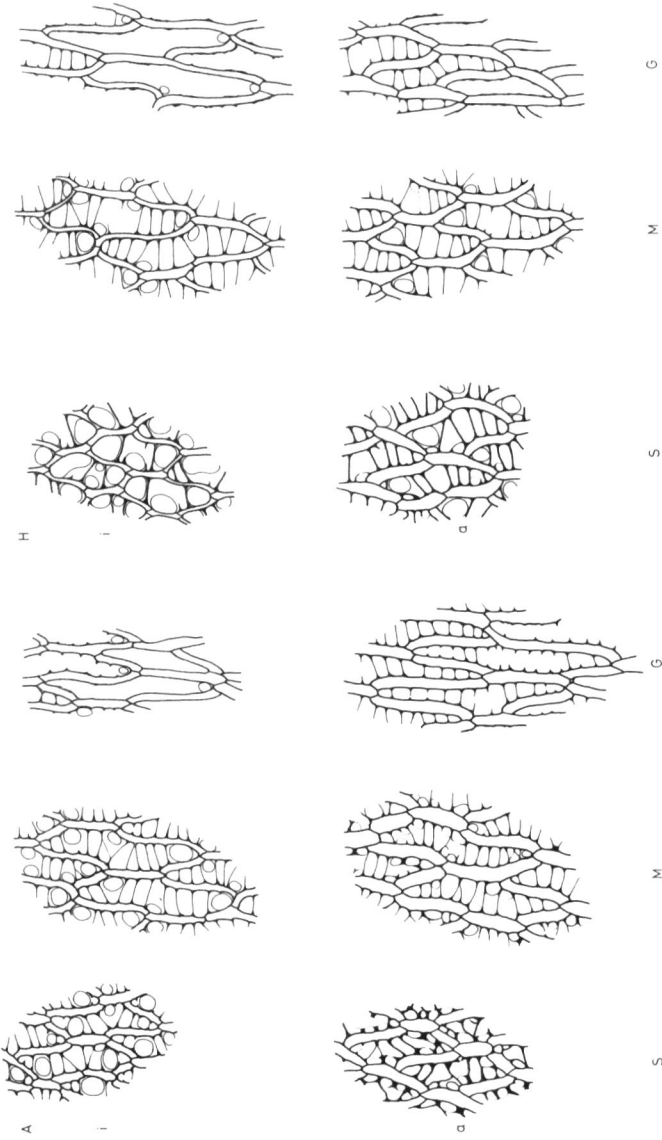








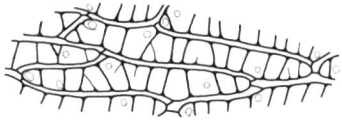
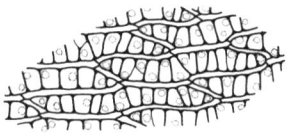
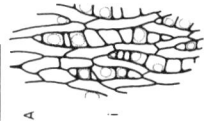
TAF. XVI



*S. angustifolium*

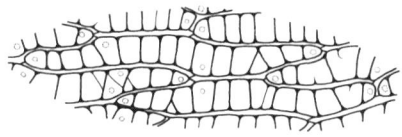
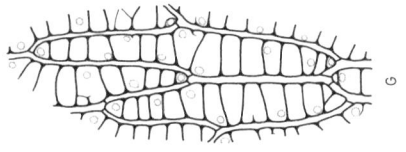
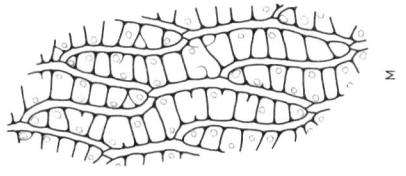
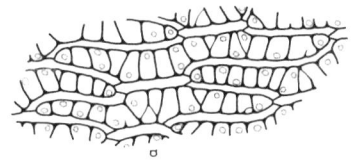
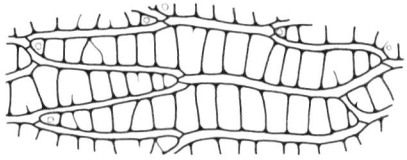
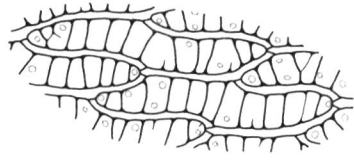
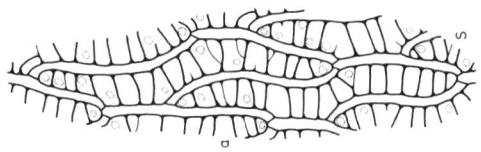
100  $\mu$

TAF. XVII

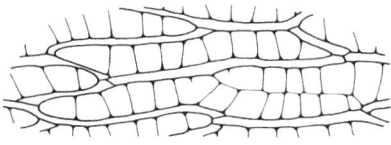
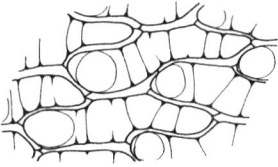
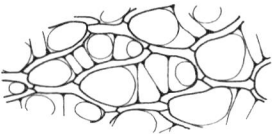
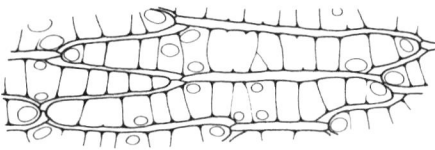
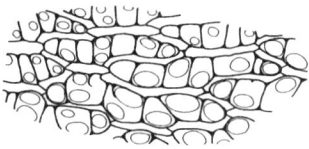
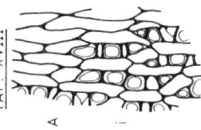


*S. obtusum*

100  $\mu$

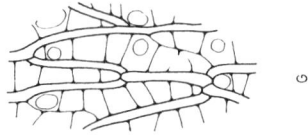
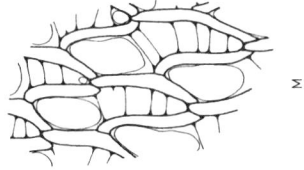
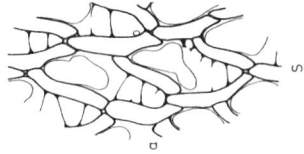
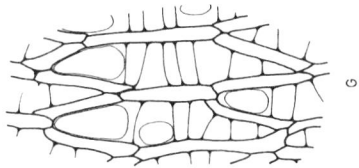
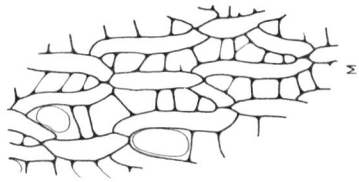
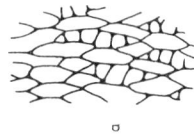


TAF. XVIII



100 μ

*S. riparium*

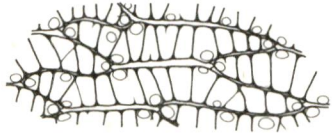


S

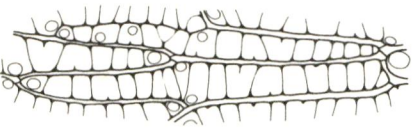
TAF. XIX



A



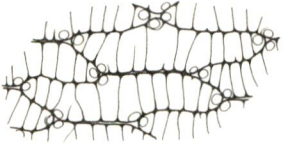
I



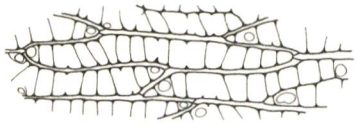
H



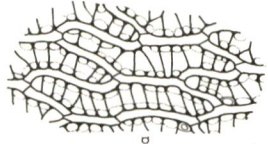
I



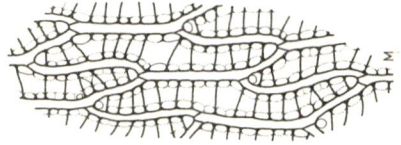
100  $\mu$



*S. lindbergii*



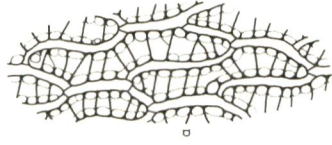
A



M



G



S



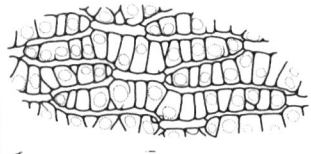
M



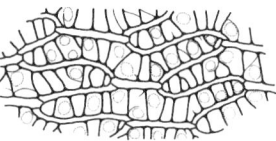
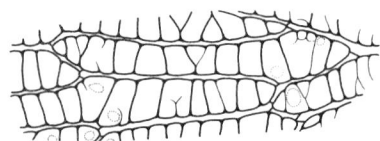
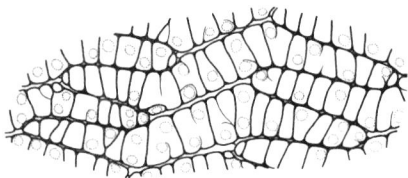
G

TAF. XX

A

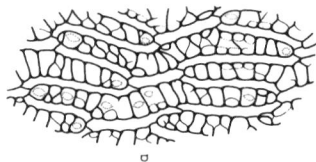


i

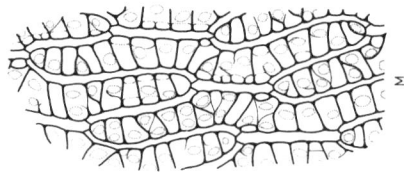


H

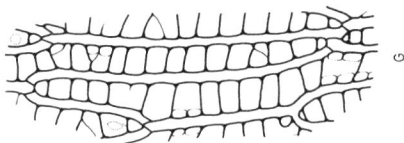
i

100  $\mu$ *S. jensenii*

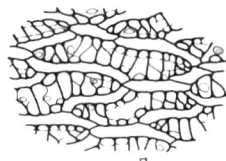
a



M

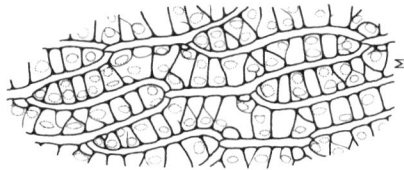


G

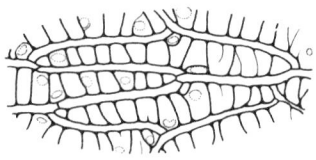


a

S

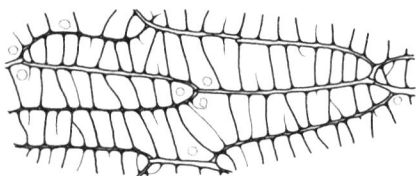


M



o

G





Bisher sind folgende Hefte erschienen:  
(vergriffene Hefte in Klammern)

- (Heft 1, 1950) RAABE, E.-W., Fehmarn  
(Heft 2, 1950) RUNDESHAGEN, E., Dänischer Wohld  
(Heft 3, 1951) RAABE, E.-W., Über die Gräser in Schleswig-Holstein  
133 S. mit Nachträgen. DM 4, - (3, -)  
Heft 4, 1952 JENSEN, N., Die Moosflora von Schleswig-Holstein.  
240 S. DM 8,40 (6,30)  
Heft 5, 1955 Festschrift für Dr. h. c. Willi CHRISTIANSEN zur Voll-  
endung des 70. Lebensjahres. Mit 32 Beiträgen.  
325 S. DM 12,80 (10,30)  
Heft 6, 1956 RAABE, E.-W., Bericht über die Arbeitstagung in  
Lauenburg an der Elbe. 39 S. DM 1, - (-,80)  
(Heft 7, 1959) HORSTMANN, H., Flora des Kreises Husum  
(Heft 8, 1959) SCHREITLING, K.-Th., Beiträge zur Erklärung der Salz-  
vegetation in den nordfriesischen Kögen, 98 S.  
MENZEL, Fr., Die Verbreitung der Röhrlinge, Blätter-  
und Bauchpilze in Südtondern. 17 S. DM 4, - (3, -)  
(Heft 9, 1961) MÖLLER, H., Floristisch-soziologische Untersuchungen  
im Scharnhagener Moor (Dänischer Wohld). 64 S.  
GAERTNER, K.-H., Die Vegetationsverhältnisse der  
Wiesen am Barsbeker See. 110 S. DM 8, - (6,40)  
Heft 10, 1962 MANG, Fr., Zur Kenntnis der gegenwärtigen Vertreter  
der Salix-Sektion INCUBACEA DUMORTIER und ihrer  
häufigsten Bastarde in Schleswig-Holstein, Hamburg und  
den angrenzenden Gebieten. 79 S. DM 7,50 (5,50)  
Heft 11, 1963 SCHREITLING, K.-Th., Im Spülsaum der nordwest-  
deutschen Flachküste. 105 S. DM 5, - (4, -)  
(Heft 12, 1963) VOGEL, H., Moorstratigraphische und pollenanalytische  
Untersuchungen am Himmelmoor bei Quickborn. 35 S.  
DM 2,80 (2, -)  
(Heft 13, 1965) HEYKENA, A., Vegetationstypen der Küstendünen an der  
östlichen und südlichen Nordsee. 135 S. DM 13, - (10,40)  
Heft 14, 1966 SCHLOTTMANN, C. P., Die Pflanzengesellschaften des  
Gaarder Bauernwaldes (Kreis Südtondern). 129 S.  
MENZEL, Fr., Die Verbreitung der Moose in Südtondern.  
8 S. DM 10, - (7,50)  
Heft 15, 1967 WEBER, H. E., Über die Vegetation der Knicks in  
Schleswig-Holstein. 196 S. Text und 43 Tab. DM 21, -  
(16,90)  
Heft 16, 1968 SCHREITLING, K.-Th., Wir bestimmen Laubbäume im  
Winter. 53 S. DM 5, - (4, -)  
Heft 17, 1969 EGGERS, Th., Über die Vegetation im Gotteskoog (Nord-  
friesland) nach der Melioration. 103 S. DM 16, - (13,25)  
Heft 18, 1970 PIONTKOWSKI, H. U., Untersuchungen zum Problem des  
Atlantischen Klimakeils. 217 S. DM 14, - (10,30)  
Heft 19, 1970 MÖLLER, H., Soziologisch-ökologische Untersuchungen  
in Erlenwäldern Holsteins. 109 S. DM 14, - (10,20)



- Heft 20, 1972 URBSCHAT, J., Flora des Kreises Pinneberg. 281 S. DM 16, - (13,45)
- Heft 21, 1972 FRAHM, J.-P., Die Vegetation auf Rethdächern. Eine pflanzensoziologische Untersuchung von Kryptogamengesellschaften auf Reth- und Strohdächern in Schleswig-Holstein. 213 S. DM 10, - (7,35)
- Heft 22, 1973 WEBER, H.E., Die Gattung *Rubus* L. im nordwestlichen Europa vom Nordwestdeutschen Tiefland bis Skandinavien mit besonderer Berücksichtigung Schleswig-Holsteins. Dieses Heft kann für Nichtmitglieder unserer AG nur noch über den Verlag J. Cramer, D 3301 Lehre, Postfach 48, zum öffentlichen Preis von DM 150, - bezogen werden. (22,50)
- Heft 23, 1973 FRAHM, J.-P., und WALSEMANN, E., Nachträge zur Moosflora von Schleswig-Holstein. 205 S. DM 14, - (10,20)
- Heft 24, 1974 CLAUSEN, W., Zur Geschichte und Vegetation ostholsteinischer Stockausschlagwälder. 125 S. DM 11, - (8,20)
- Heft 25, 1975 USINGER, H., Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen an zwei Spätglazial-Vorkommen in Schleswig-Holstein. 183 S. DM 20, - (16,80)
- Heft 26, 1976 MÖLLER, H., Soziologisch-ökologische Untersuchungen der Sandküstenvegetation an der schleswig-holsteinischen Ostsee. 166 S.

Die in Klammern gesetzten Preise gelten für Mitglieder unserer AG, für Studierende und für den Buchhandel. Sie sind gleichbedeutend mit den reinen Herstellungskosten. Die ungeklammerten Preise gelten für Nichtmitglieder der AG und stellen unverbindliche Richtpreise für den Wiederverkauf des Buchhandels dar.

Anschrift der Arbeitsgemeinschaft:

Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.  
(AG Floristik . . . von 1922), Hospitalstrape 20, D 23 Kiel.