Die Gattung Sphagnum (Torfmoose).

Eine Einführung in die Bestimmung häufigerer Arten

Bernhard Kaiser

Es soll hier versucht werden, den Freunden des Mikroskops die Welt der Torfmoose näherzubringen. Nach meinen Erfahrungen liegt das Hauptaugenmerk vieler Mikroskopiker am Aufspüren und Bestimmen von mikroskopischen Pflanzen und Tieren in Gewässern, Feuchtbiotopen, Wald - Nieder- und Hochmooren.

An gleichen Stellen oft häufig vorkommenden Moosen, und hier ganz besonders den Arten der Gattung Sphagnum, den Torfmoosen, wird weniger Aufmerksamkeit entgegengebracht. Gerade sie sind es jedoch, die vielen Kleinlebewesen, vielen Algen und ganz speziell den Zieralgen (*Desmidiaceen*) durch Schaffung eines sauren Umfeldes erst die Lebensgrundlage bieten.

Dabei ist die Gattung Sphagnum leicht an ihren „edelweißförmigen" Köpfchen und an ihren meist ausgedehnten Polstern zu erkennen.

Die Artbestimmung allerdings ist schwierig. Derzeit werden, je nach Autor, in Deutschland ca. 36 Arten unterschieden. Diese wiederum werden in 6 Sektionen unterteilt FRAHM (1987).

Ziel dieser Arbeit ist es, häufiger vorkommende Sphagnen einer dieser Sektionen zuzuordnen und darüberhinaus einige einigermaßen gut erkennbare Arten ansprechen zu können.

Da die Bestimmung von Sphagnum allerdings nicht ganz unproblematisch ist, sollte man sich vor der Beschäftigung mit den wesentlichen Grundbegriffen der Anatomie und Morphologie dieser sehr plastischen Gattung vertraut machen.

Hinweise zum Sammeln, Aufbewahren, Mikroskopieren und Anfertigen von Dauerpräparaten siehe auch Kaiser, B. (2006).

Zur Untersuchung empfiehlt es sich eine Torfmoospflanze mit verdünnter Methylenblaulösung am besten in einer Petrischale anzufärben. Zweckmäßig unter einer Stereolupe entfernt man die abstehenden und hängenden Äste und hat dann den Stängel mit den Stängelblättern unverhüllt im Blickfeld. Mit einer feinen Pinzette (Dumont-Pinzette) zupft man einzelne Stängel-Blättchen ab und bringt diese in einen Tropfen demineralisierten Wasser auf den Objektträger, oder man schabt mit einem Skalpell den Stängel entlang und erhält dann neben den Stängelblättern auch noch Zellschichten der Stängelrinde.

Mit der Pinzette entfernt man die Astblättchen eines abstehenden Astes und bringt sie in den gleichen Tropfen. Es finden sich immer 2 Blättchen welche dorsal und ventral nach oben zu liegen kommen. Durch fokussieren kann man dann feststellen auf welcher Seite die Chlorophyllzellen frei liegen oder eingeschlossen sind. (Abb. 5. und 6.)

Auf diese Weise sind Blattquerschnitte vermeidbar. Jedoch ist gekonnter Umgang mit dem Mikroskop erforderlich.

Den entblätterten Aststängel kann man gesondert mikroskopieren um die Außenzellen zu sehen und sieht dann ob Spiralfasern vorhanden sind oder nicht. Zudem sind die sogenannten Retortenzellen sichtbar.

Sollte noch ein Tintenstift zu haben sein, genügt es die Spitze desselben in einem Tropfen demineralisiertes Wasser einzutauchen. Man erhält dann eine blaugefärbte Lösung, in der sich die zu untersuchenden Pflanzenteile gut darstellen lassen.

Die meisten Moosblättchen haben für den Mikroskopiker den unschätzbaren Vorteil einschichtig zu sein. So hat man, vorausgesetzt die Blättchen liegen ± plan unter dem Deckglas, den vollen Durchblick.

Das Studium der beiden Arbeiten von TÜRLER S. (1965) und HUBER H. (1998) ist ganz besonders zu empfehlen. Bei TÜRLER ist die Bestimmung der Sphagnen zwar nur bis zu den Sektionen möglich es bietet aber eine ausgezeichnete Einführung in die Sphagnologie.

Die Bestimmungen von Sektionen **und** Arten ermöglicht HUBER H. (1998). Hier sind neben der ausführlichen Vorgehensweise zur Bestimmung auch statistische Möglichkeiten zur Artabgrenzung von einem kenntnisreichen Sphagnologen dargestellt. Letztere Arbeit ist vor allem jenen anzuempfehlen, die tiefer in die Sphagnologie eindringen möchten.

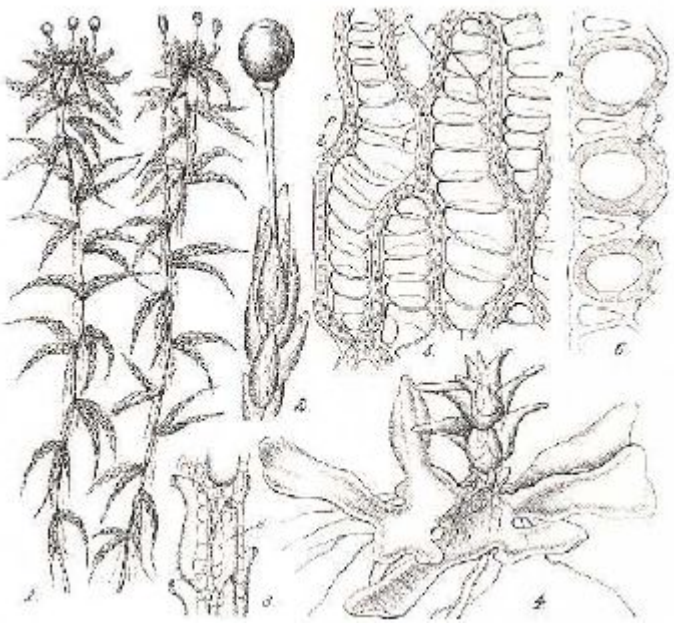
Anatomie und Morphologie

Vorstehendes Bild (Migula 1904) zeigt eine typische Sphagnumpflanze.

Zu sehen ist oben das „edelweißförmige“ Köpfchen mit Sporogonen. Unterhalb erahnt man den Stängel, der in der Regel über die ganze Länge hin Stängelblätter trägt, die von den Astblättern meistens deutlich verschieden und nicht so dicht angeordnet sind. Sie werden allerdings häufig von den anliegenden Ästen verdeckt .

Unterhalb des Köpfchens sind die abstehenden und die hängenden beblätterten Äste zu sehen. Abstehende und hängende Äste hängen zusammen und bilden einen Faszikel. Die Blätter beider Äste sind gelegentlich verschieden.

Die in das Köpfchen eingebetteten Sporogone kommen meist im Frühjahr vor und sind mit wenigen Ausnahmen für die Bestimmung bedeutungslos.



Vorstehende Skizze (aus WETTSTEIN 1935) zeigt links zwei typische Sphagnumpflanzen.

Rechts daneben sieht man ein in das Köpfchen eingebettetes Sporogon (2).

Unterhalb des Sporogons sind Astrindenzellen (3) zu erkennen die manchmal eine gebogene, eigenartige Form aufweisen und als Retortenzellen (Abb.12 siehe weiter unten) bezeichnet werden. Es sind langgestreckte, manchmal etwas bauchige Zellen, die an einem Ende je eine Pore besitzen. Gelegentlich ist das Zellende mit der Pore geradezu schnabelartig vorgestreckt.

In diesen Retortenzellen leben häufig Rädertiere, die im strudelndem Zustand den Räderapparat zu der Pore herausstrecken und sich bei der geringsten Erschütterung wieder in das sichere Zellinnere zurückziehen. In Abb. 12 (4) (siehe weiter unten) ist ein solches zurückgezogenes Rädertier zu erkennen.

Direkt rechts neben dem Sporogon ist das Zellnetz (5) der Sphagnumblätter dargestellt. Man unterscheidet deutlich lange, schmale, bei frischen Pflanzen grüne und daneben farblose, größere Zellen, die zusammen ein Netz bilden. Die langen, schmalen Zellen sind die Chlorocyten (Grünzellen), die farblosen, weiten Zellen sind die Hyalocyten (Wasserzellen).

Rechts neben dem Zellnetz ist ein Blattquerschnitt (6) zu sehen.

Die Chlorocyten leben und sind zur Photosynthese fähig, die Hyalocyten sind tot und dienen der Wasserspeicherung. Letztere sind zudem entweder beidseitig oder nur an einer Blattseite mit Poren versehen, um den Wasserzutritt zu ermöglichen. Submers wachsende Pflanzen sind meist porenlos.

Torfmoose wachsen von unten nach oben. Der untere Teil der Pflanzen stirbt ab und wird zu Torf.

Die Torflagerstätten der Erde werden von Torfmoosen aufgebaut; ihre Phytomasse ist größer als die aller tropischer Regenwälder zusammen und dadurch global der wichtigste Kohlenstoffspeicher!

Torfmoose können etwa das 25-fache ihres Trockengewichtes an Wasser aufnehmen und zurückhalten. Jede Zerstörung eines Moores ist geradezu eine kriminelle Handlung und eigenartigerweise in Deutschland (noch) nicht verboten.

Einteilung in Deutschland vorkommender Sphagnen.

1. Sektion:	**Sphagnum (Cymbifolia)**	mit	5	Arten	(4 Arten bearbeitet)
2. Sektion:	**Acutifolia**	mit	10	Arten	(6 Arten bearbeitet)

3. Sektion:	**Squarrosa**	mit 2 Arten	(1 Art bearbeitet)
4. Sektion:	**Cuspidata**	mit 11 Arten	(3 Arten bearbeitet)
5. Sektion:	**Rigida**	mit 2 Arten	(keine)
6. Sektion:	**Subsecunda**	mit 6 Arten	(nur Sektion)

1. Sektion Sphagnum

Diese Sektion ist gut kenntlich an den großen, schwammigen Polstern und den gedrungenen, geschwollenen Ästen der Pflanzen.

Mikroskopisch ist eine Zuordnung durch die in den Aststängel und Stängelrindenzellen gut sichtbaren Spiralfasern eindeutig (Abb. 1).

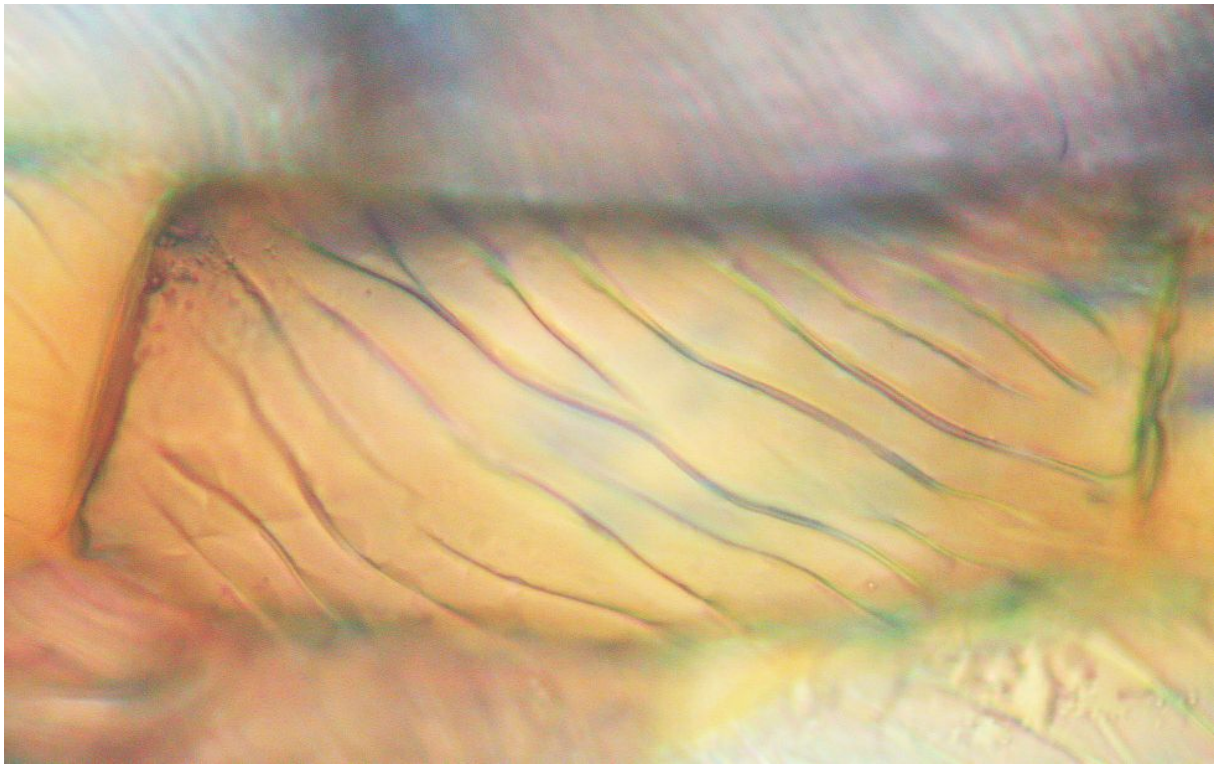


Abb.1 Aststengelrindenzelle mit Spiralfasern bei der Sektion Sphagnum. Ca. 600 fach. Foto: Bernhard Kaiser

Liegt ein Torfmoos mit ebenfalls kompaktem, gedrängtem Wuchs vor, und sind in der Aststängelrinde **keine Spiralfasern** vorhanden, so könnte es sich um Sphagnum compactum handeln. Die Farbe des Rasens ist häufig gräulich und die Stengelblätter sind mit 0,3-0,7 mm auffallend klein, an der Spitze oft fransig.

Ausgewählte Arten der Sektion Sphagnum:

***Sphagnum imbricatum* Russ.**

Säurezeiger. Feuchtezeiger. Halbschattenpflanze. Rote Liste-Moos Kategorie 1: vom Aussterben bedroht.

Grüne bis gelblich-bräunliche Pflanzen mit kammähnlichen Fasern an den Chlorocyten (Abb. 2).

Abb. 2. *Sphagnum imbricatum* mit Kammfasern auf den Chlorocyten. Ca. 600 fach. Foto: Bernhard Kaiser

***Sphagnum magellanicum* Brid.**

Säurezeiger. Frischezeiger. Lichtpflanze. Rote Liste-Moos Kategorie 3: gefährdet.

Einzige rötliche bis weinrote Pflanzen der Sektion. Dadurch gut kenntlich.

***Sphagnum palustre* L.**

Säurezeiger. Frischezeiger. Halbschattenpflanze. Verbreitet.

Grüne bis gelblich-bräunliche Pflanzen mit glatten Chlorocyten, diese ventral freiliegend, dorsal von den Hyalocyten ± eingeschlossen. Häufigstes Moos der Sektion Sphagnum. Ist jedoch von Sphagnum centrale C. Jens ohne Astblattquerschnitte nicht zu trennen. Kommt allerdings nur sehr zerstreut in Waldsümpfen höherer Lagen vor (Frahm, J - P. & Frey, W. (2004).

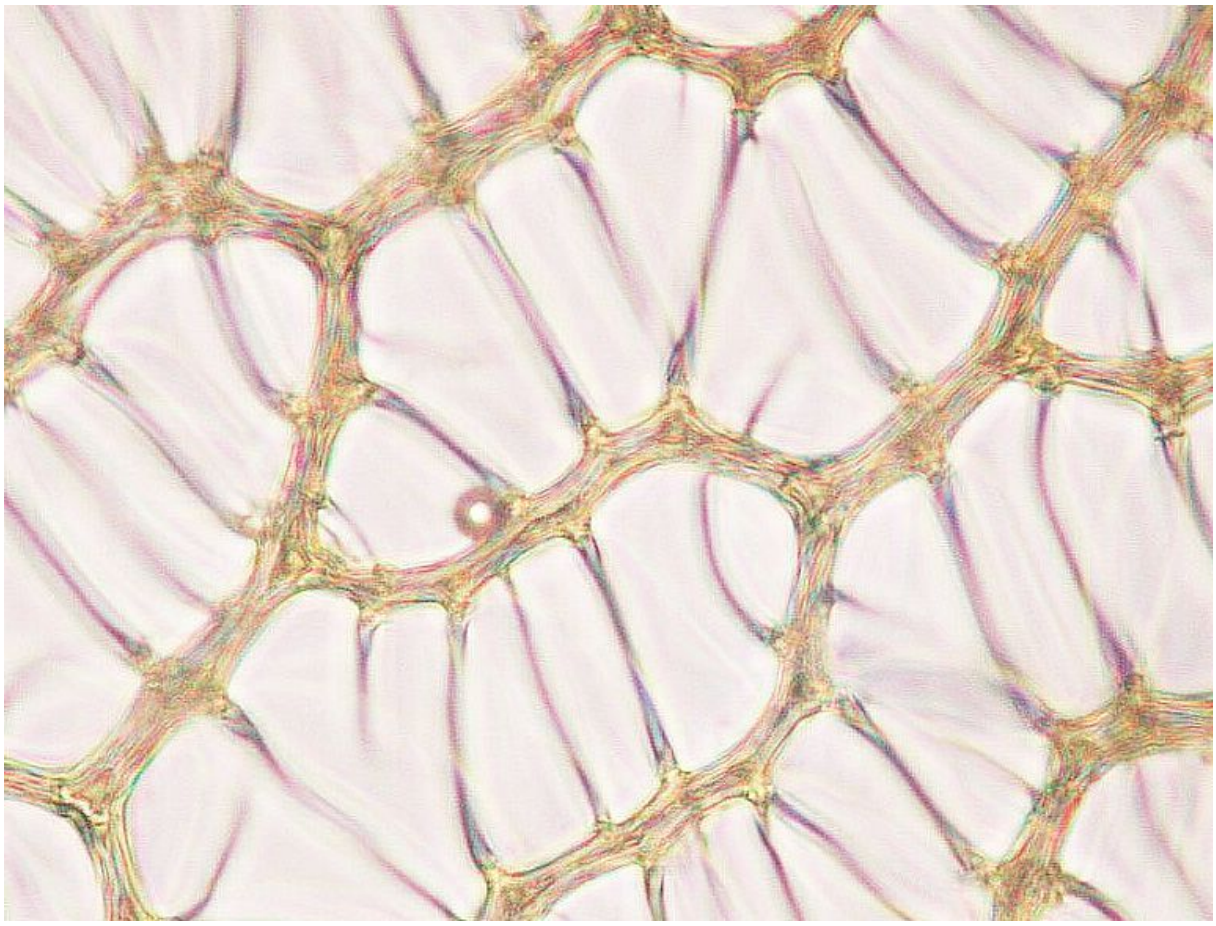


Abb. 3. *Sphagnum palustre* mit glatten Chlorocytenzellen. Ca. 600 fach. Foto: Bernhard Kaiser

***Sphagnum papillosum* Lindb.**

Säurezeiger. Frischezeiger. Halbschattenpflanze. Selten, sicher oft übersehen.

Grüne bis bräunliche Pflanzen mit warzigen Chlorocyten. Durch die Papillen sehen die Chlorocyten geradezu „pelzig“ aus. Nicht an allen Zellen deutlich. Oft nur in einem sehr engen Fokusbereich zu erkennen. Senkt man von der dorsalen Blattseite (Blattrückseite) den Fokus nach ventral (Blattinnenseite), dann sieht man von glatt ganz deutlich die Zuname der Papillen im ventralen Bereich. Chlorocyten ventral weitgehend freiliegend, dorsal ± eingeschlossen.

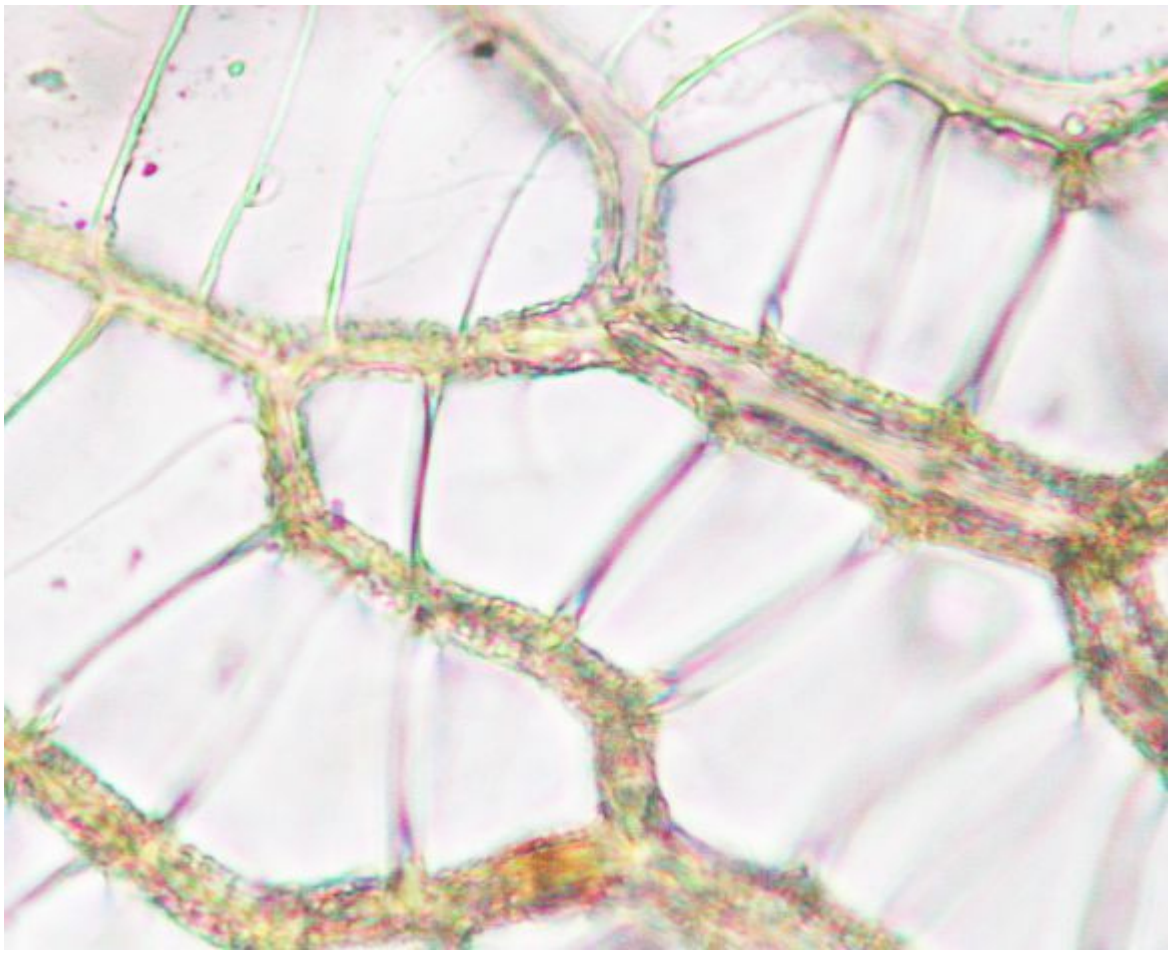


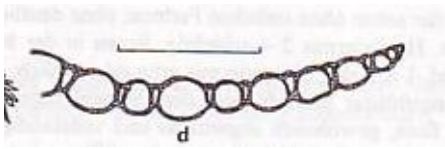
Abb. 4. *Sphagnum papillosum*. Chlorocytenzellwände warzig („pelzig“) ventral. Ca. 600 fach. Foto: Bernhard Kaiser

2. Sektion Acutifolia

Die Sektion enthält grüne, rote bis rötlich überhauchte und braune (*S.fuscum*) Pflanzen ohne Spiralfasern in den Stängelrindenzellen. Die Äste sind nicht gedrungen sondern schlank. Die Pflanzen sind wesentlich zierlicher als die der Sektion Sphagnum.

Zur Erkennung der Sektion Acutifolia müssen Astblätter der abstehenden Äste abgestreift und die Vorder (Ventral) - und Rück (Dorsal) - seite mikroskopiert werden (Abb. 5 und 6).

Da die Blättchen immer etwas hohl sind, ist es durch Fokussieren leicht möglich die konkave Blattvorderseite (= Innenseite, Ventralseite) von der konvexen Blattrückseite (= Außenseite, Dorsalseite) zu unterscheiden.



Blattquerschnitt durch ein Astblatt von *Sphagnum girgensohnii* (aus Migula, W. 1904):

Obere Seite (in obigem Bild) = Blattvorderseite, Blattinnenseite, Ventralseite, konkav, adaxial.

Untere Seite (in obigem Bild) = Blattrückseite, Blattaußenseite, Dorsalseite, konvex, abaxial.

Liegen auf der **Blattvorderseite (Ventralseite)** die Chlorophyllzellen (Grünzellen) **deutlich sichtbar** zwischen den Hyalinzellen (Wasserzellen) (siehe Abb. 5.) und sind auf der **Blattrückseite (Dorsalseite)** die Chlorophyllzellen **nur undeutlich** zu erkennen (siehe Abb. 6.), so haben wir wahrscheinlich ein Torfmoos der Acutifolium - Gruppe vor uns. Ebenso gehören rote oder rötliche Sphagnen, die nicht zur Sektion Sphagnum gehören zu Sektion Acutifolia.

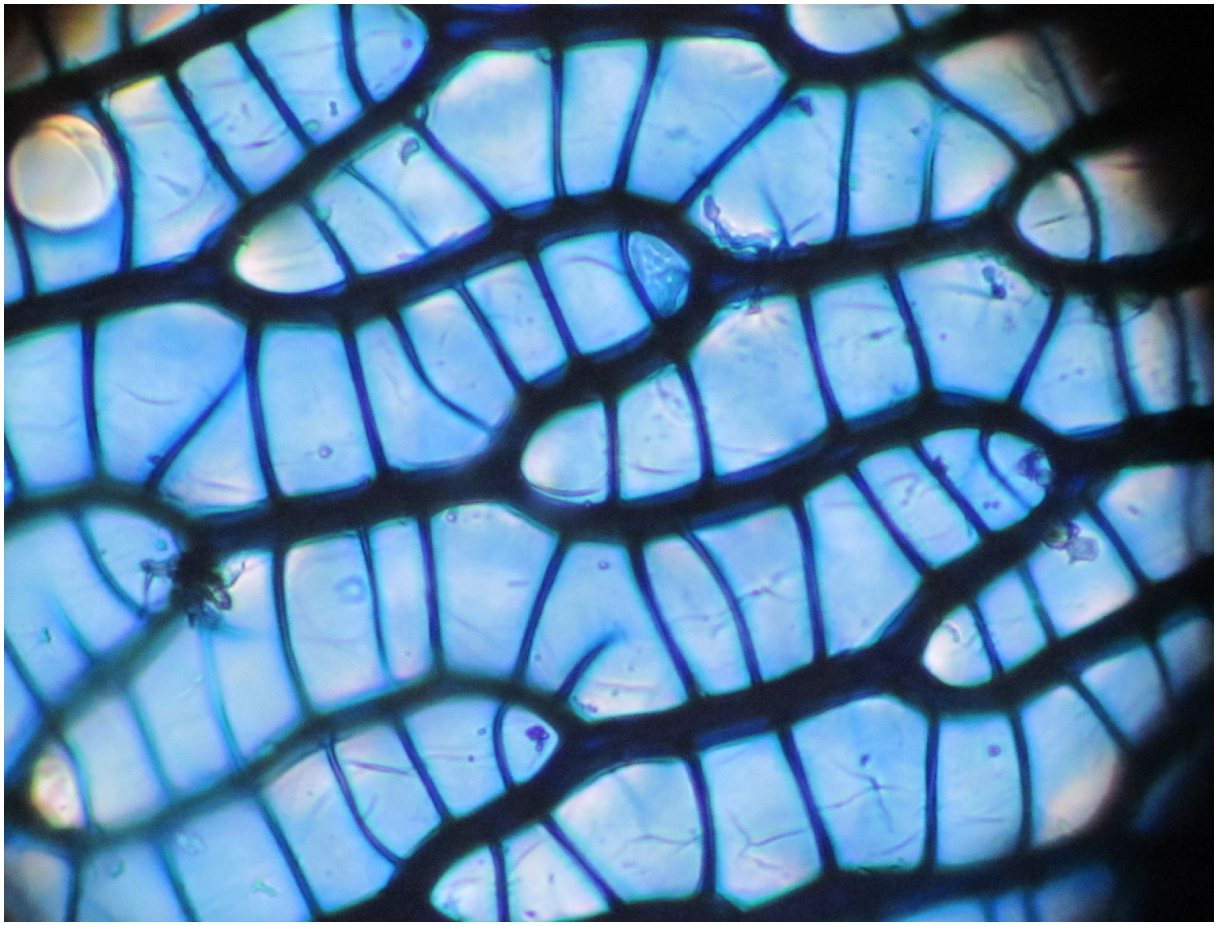


Abb. 5. Zellnetz der Blattvorderseite (Ventralseite). Hier liegen die Chlorophyllzellen (Grünzellen) deutlich sichtbar zwischen den Hyalinzellen (Wasserzellen). Ca. 600 fach. Foto: Bernhard Kaiser

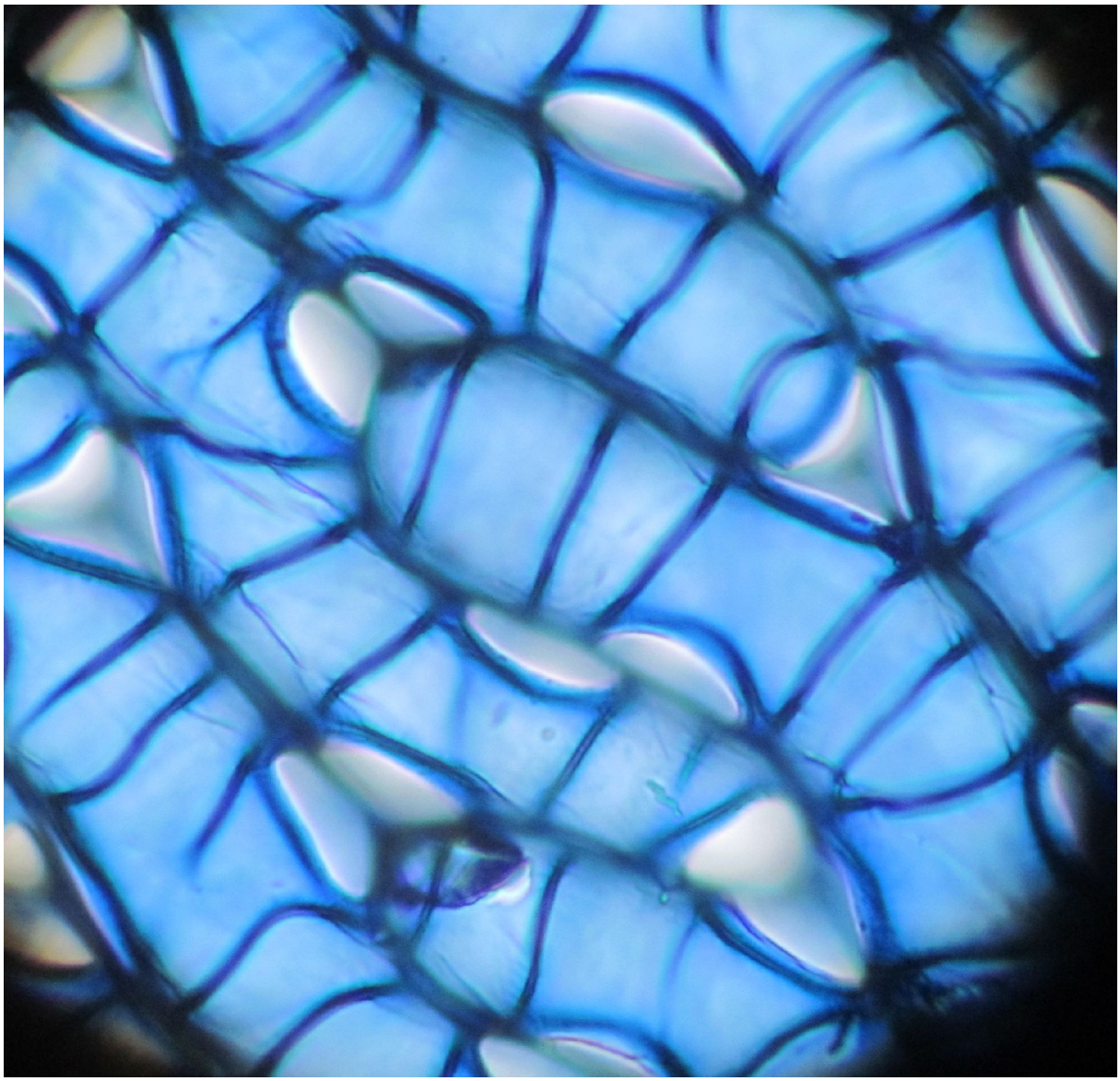


Abb. 6. Zellnetz der Blattrückseite (Dorsalseite).
Hier sind die Chlorophyllzellen nur undeutlich zu sehen. Ca. 600 fach. Foto: Bernhard Kaiser

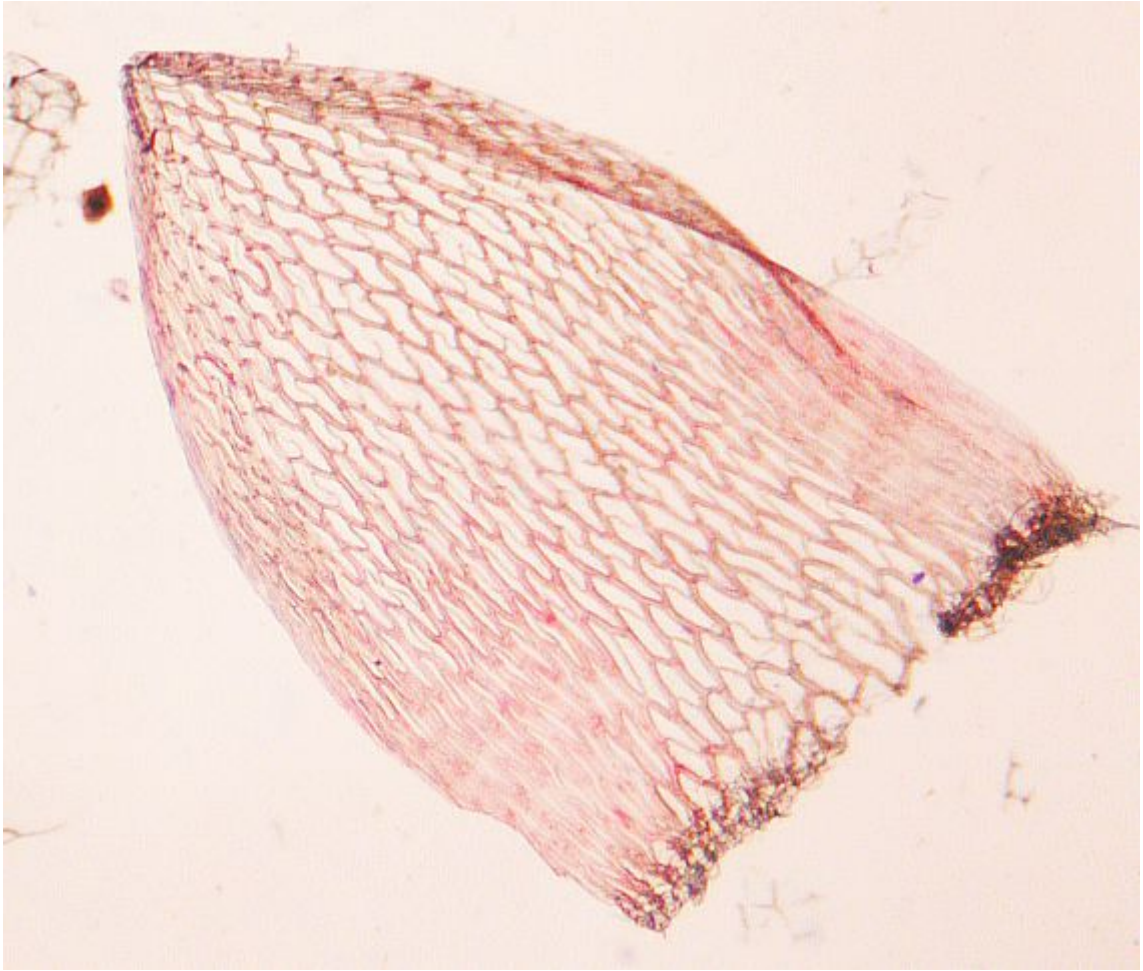
Ausgewählte Arten der Sektion Acutifolia:

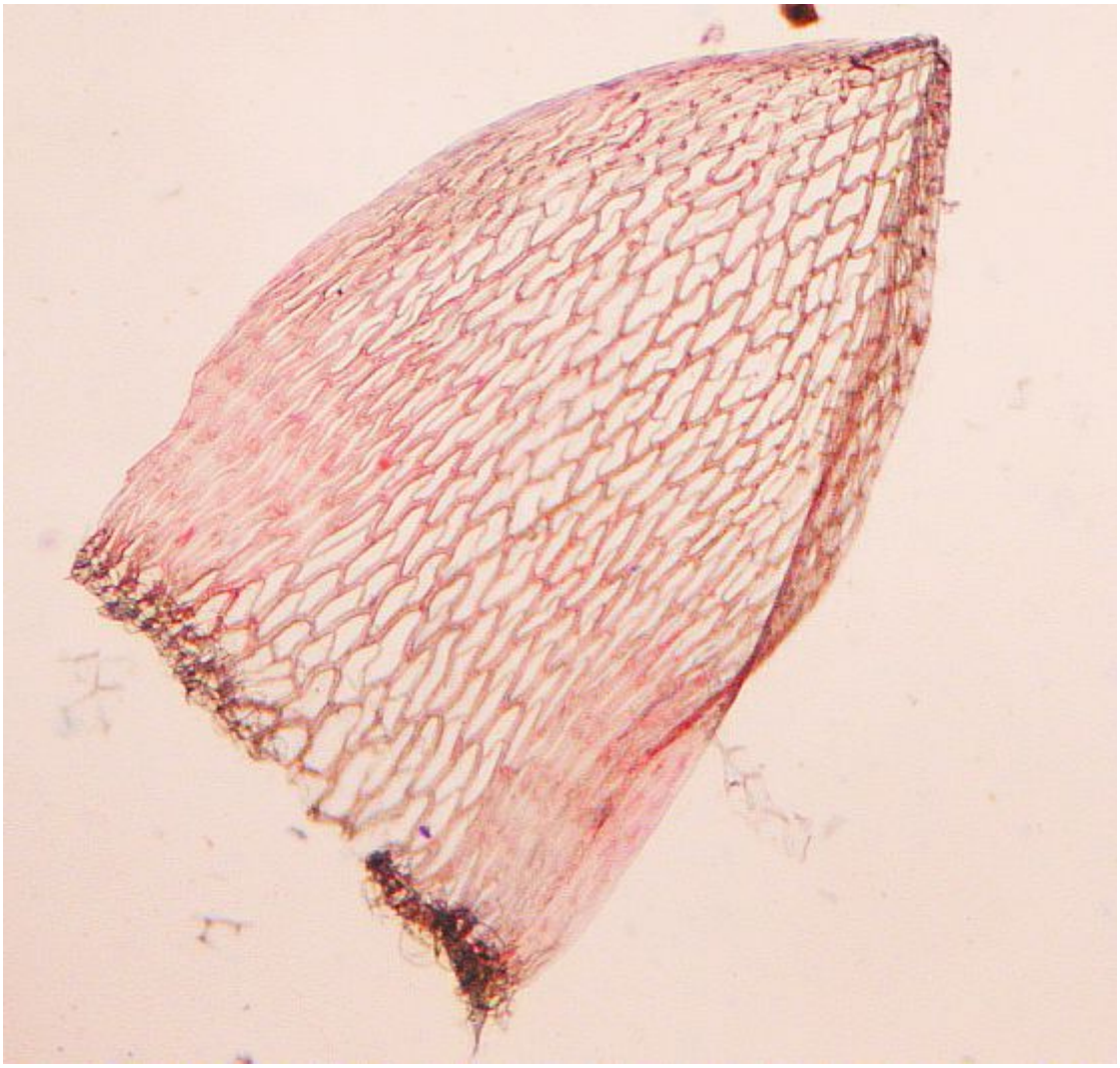
***Sphagnum capillifolium* sensu lato**

Säurezeiger. Feuchtezeiger. Licht bis Schattenpflanze. Häufig.

Pflanzen zart, häufig rötlich bis tiefrot. das Köpfchen oft etwas halbkugelig. Stengelblätter dreieckig – zungenförmig, Ränder an den Spitzen zusammenlaufend Abb. 7.

An nassen bis feuchten Stellen in sauren Fichtenwäldern weit verbreitet.





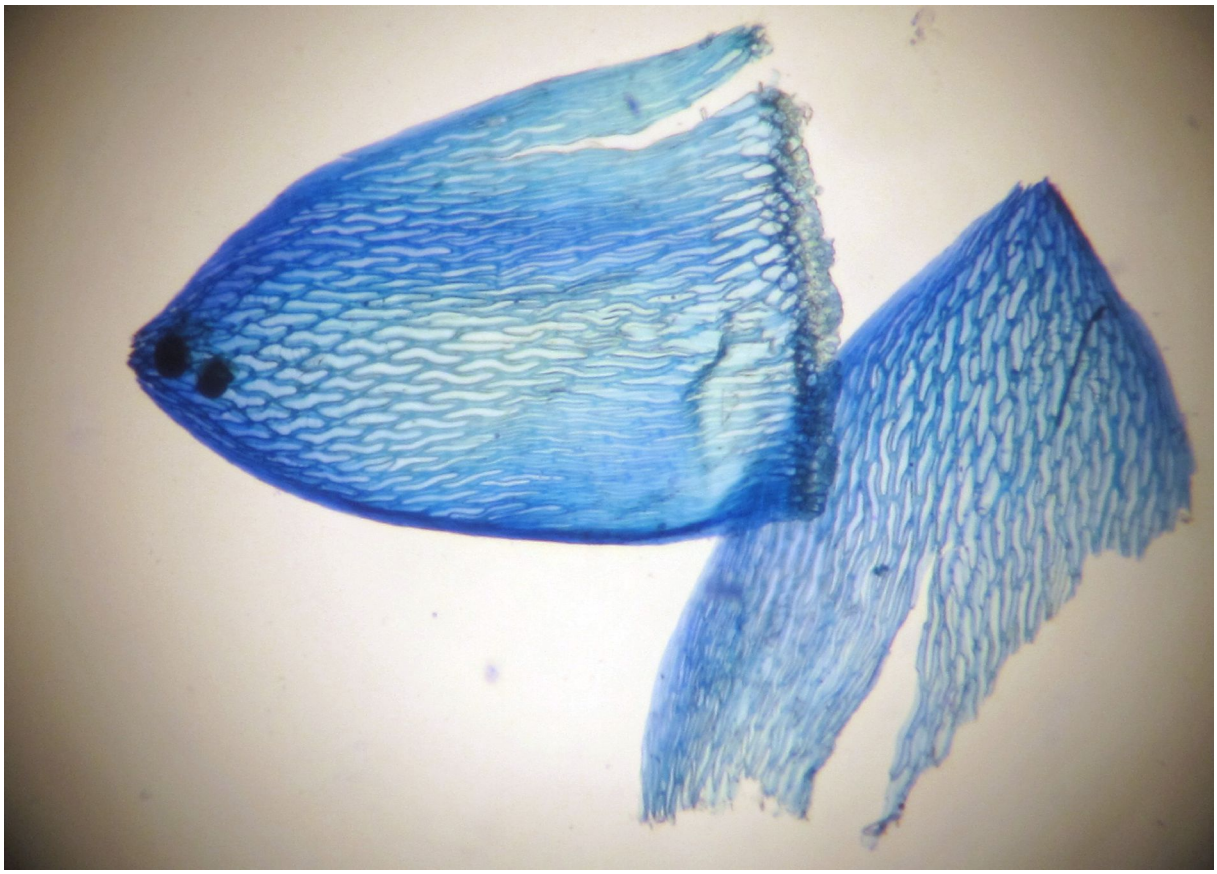


Abb. 7. Stängelblätter von *Sphagnum capillifolium*. Ca. 50 fach. Foto: Bernhard Kaiser

***Sphagnum fimbriatum* Wils.**

Säurezeiger. Feuchtezeiger. Halbschattenpflanze. Seltener.

Pflanzen reingrün, nie rötlich. Endknospe des Köpfchens zwiebelförmig herausragend. Stark, auch an den Seitenrändern ausgefranste Stengelblätter (Abb. 8).

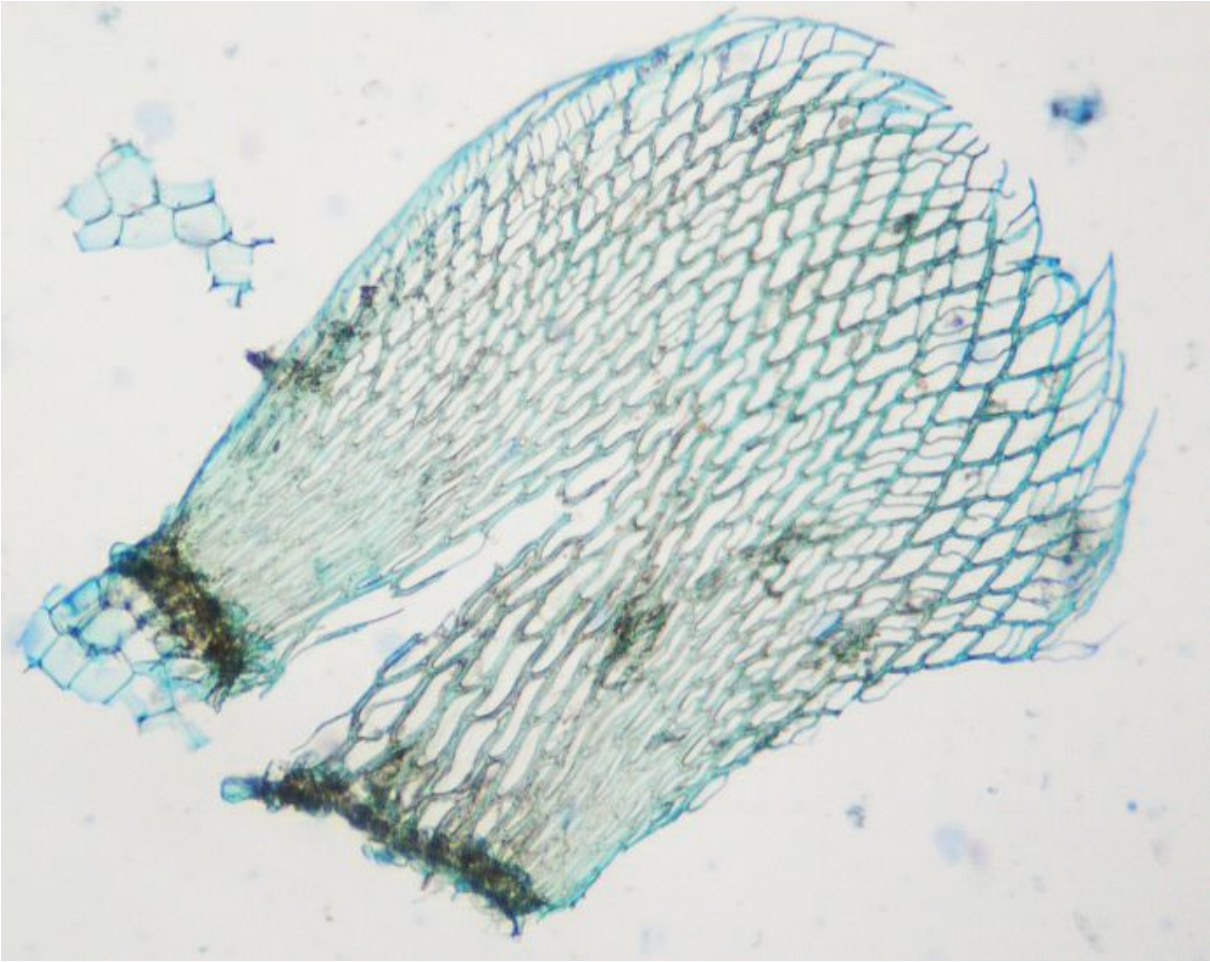


Abb. 8. *Sphagnum fimbriatum*. Stängelblatt. Ca. 50 fach. Foto: Bernhard Kaiser

***Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr.**

Säurezeiger. Frischezeiger. Lichtpflanze. Sehr selten.

Rote-Liste Moos Kategorie S: extrem selten in Bayern außerhalb der Alpen.

Einzige braune bis braungrüne Pflanzen der Sektion.

***Sphagnum girgensohnii* Russ.**

Säurezeiger. Feuchtezeiger. Halbschattenpflanze. Häufig.

Pflanzen **nie rot** ! Stengelblätter an der Spitze deutlich ausgefranst Abb. 9. Endknospe des Köpfchens zwiebelförmig herausragend. Sphagnum girgensohnii kann mit Sphagnum russowii Warnst. gelegentlich verwechselt werden, jenes hat aber meistens rote Farben im Rasen.

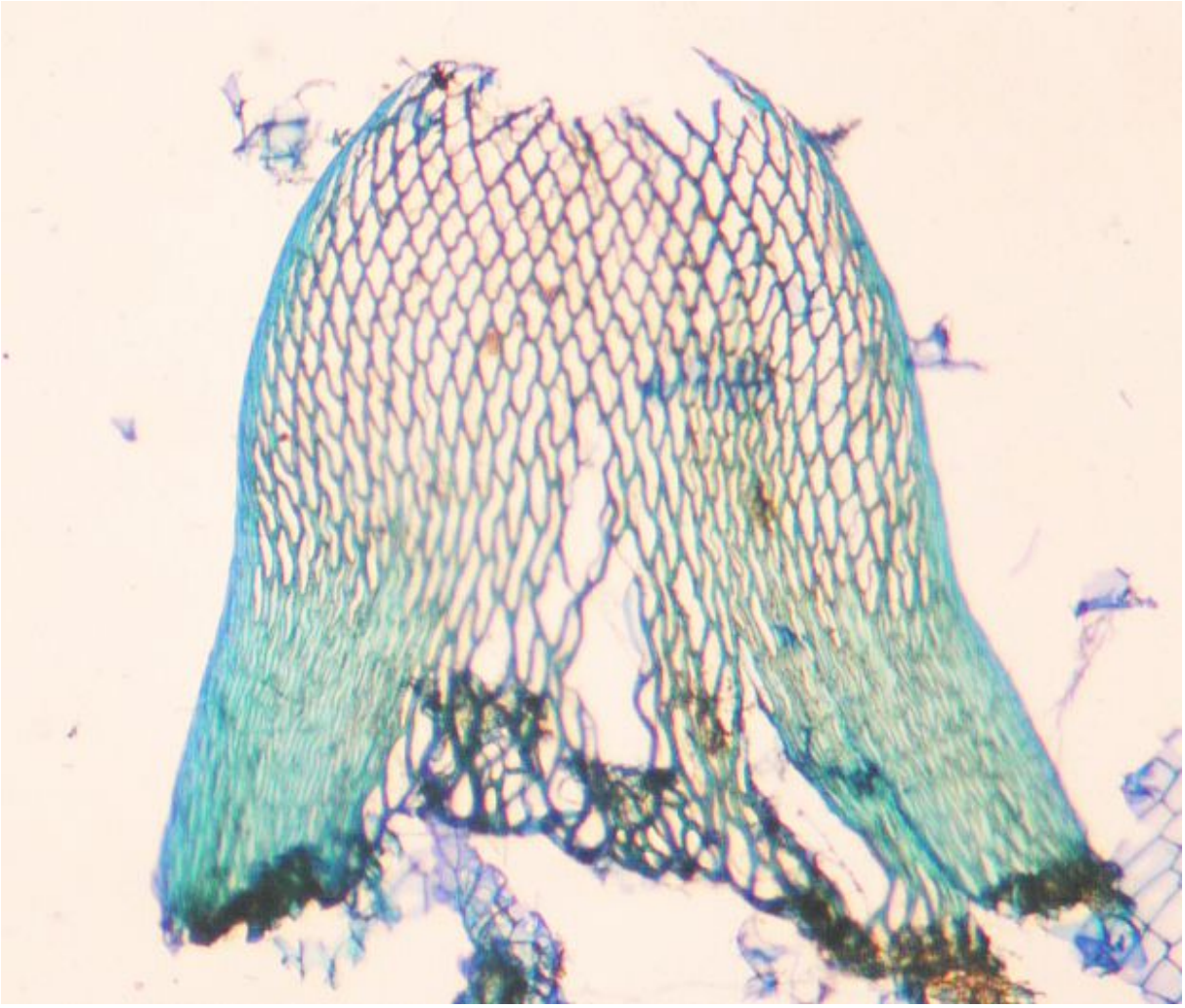


Abb. 9 Stengelblatt von *Sphagnum girgensohnii.* Ca. 50 fach. Foto: Bernhard Kaiser

***Sphagnum quinquefarium* (Braithw.) Warnst.**

Neutralzeiger. Frischezeiger. Halbschattenpflanze – Lichtpflanze. Nicht selten.

Sphagnum quinquefarium ist im Gegensatz zu den meisten anderen Torfmoosen an eher trockenen Stellen anzutreffen. Man findet es öfter im oberen Bereich von sauren Wegböschungen, sowie auf dem Erdboden von etwas frischen Fichten- Kiefernwälder zwischen Heidekraut (*Calluna vulgaris*) und Blaubeeren (*Vaccinium myrtillus*).

Eindeutige Merkmale sind:

1. die Astfaszikel. Es sind meist 3 abstehende und 2 hängende Äste zu sehen. Bei anderen Sphagnum-Arten sind überwiegend 2 abstehende und 2 hängende Äste vorhanden.

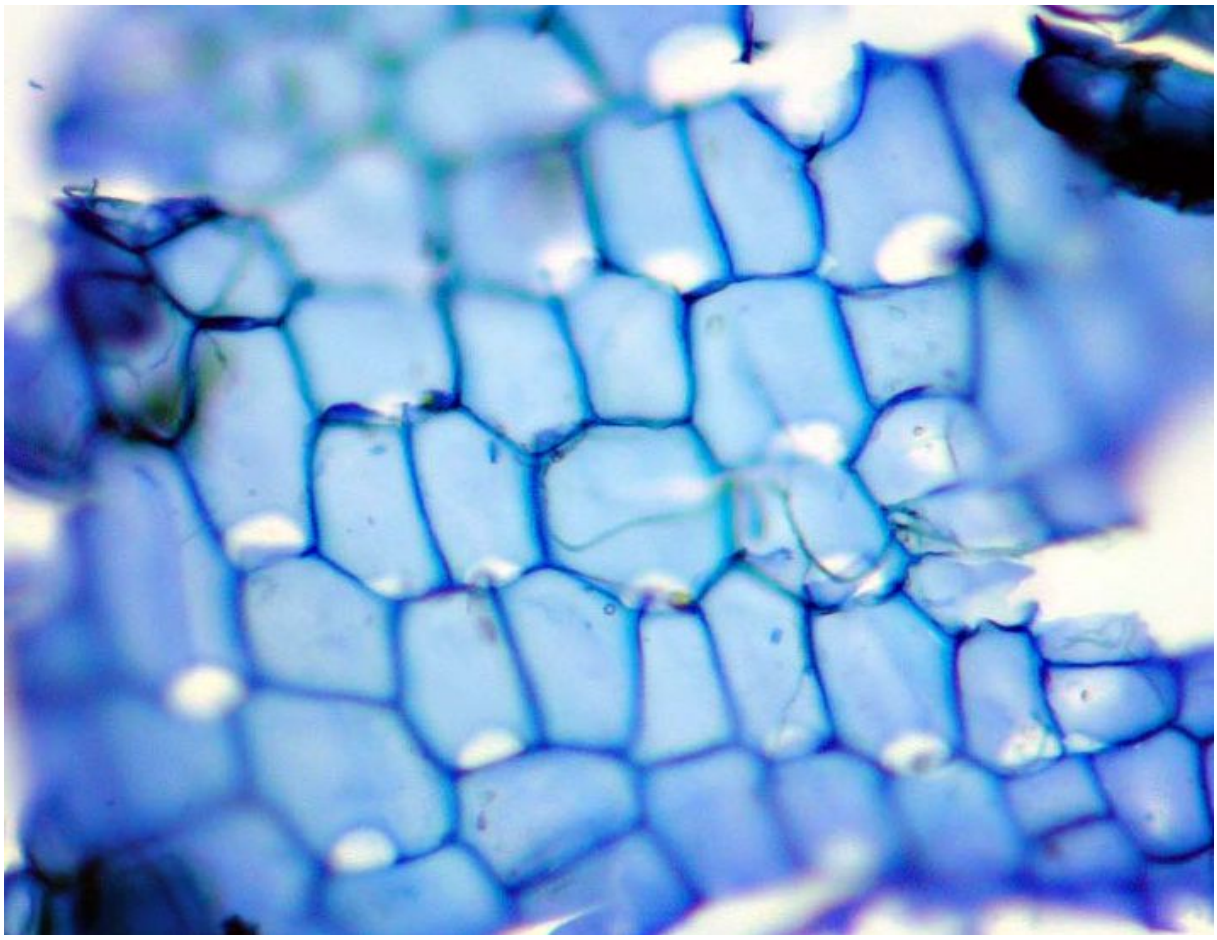
2. die Astblätter sind ± deutlich 5–reihig angeordnet. Zarte *Sphagnum quinquefarium* - Pflanzen erinnern durch die Fünfreihigkeit der Astblätter möglicherweise an *Sphagnum warnstofii***,** dieses hat jedoch keine dreieckigen sondern zungenförmige Stängelblätter und nur zwei abstehende Äste in den Astfaszikeln.

3. in den Astblättern abstehender Äste ventral, treten die Poren im mittleren Blattrandbereich gehäuft auf, während im unteren Blattbereich nur vereinzelte Poren zu sehen sind. Im Mittelteil und in der Blattspitze sind kaum Poren vorhanden.

4. einige Stängelrindenzellen besitzen an den Schmalseiten kreisabschnitt- bis fast halbkreisförmige Poren (Abb. 10). Dieses Merkmal ist fast immer vorhanden. Nur in wenigen Fällen sind die Poren undeutlich. Auf jeden Fall immer gut mit Methylenblau anfärben !

Brauchbare Stücke der Stängelrinde erhält man immer zusätzlich beim Abschaben der Stengelblätter mit einem Skalpell.

5. Die Stängelblätter sind dreieckig und abgestumpft. (Abb. 11.)



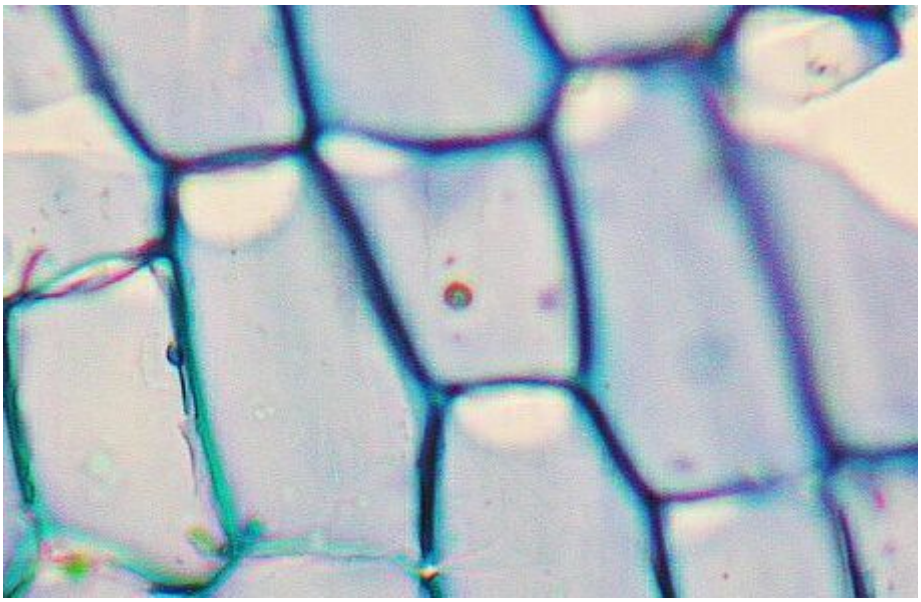


Abb. 10. *Sphagnum quinquefarium* Stängelrinde oben Überblick, unten Ausschnitt. Deutlich sind die kreisabschnitt- bis fast halbkreisförmigen Poren an den Schmalseiten der Zellen zu erkennen. Ca. 400-600 fach. Foto: Bernhard Kaiser

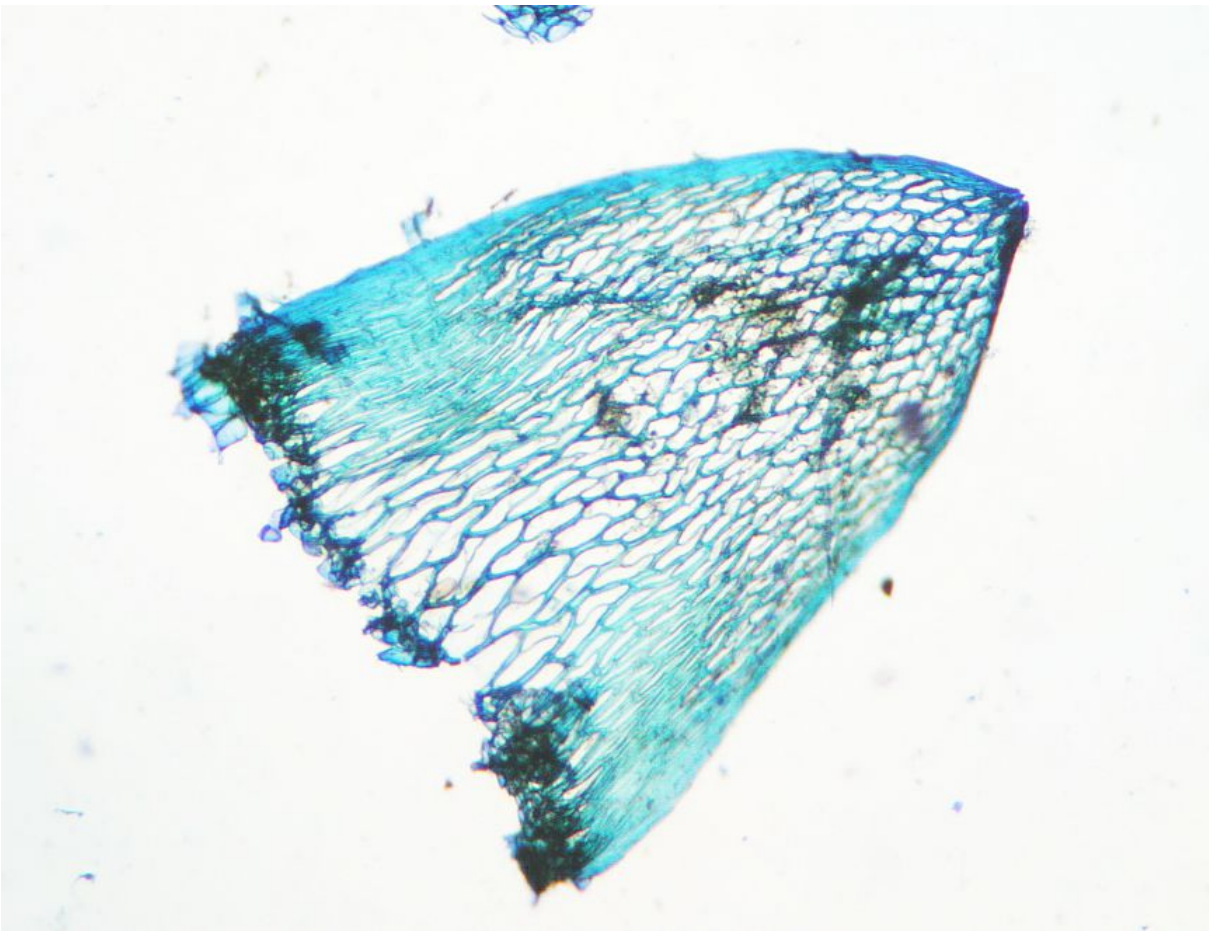
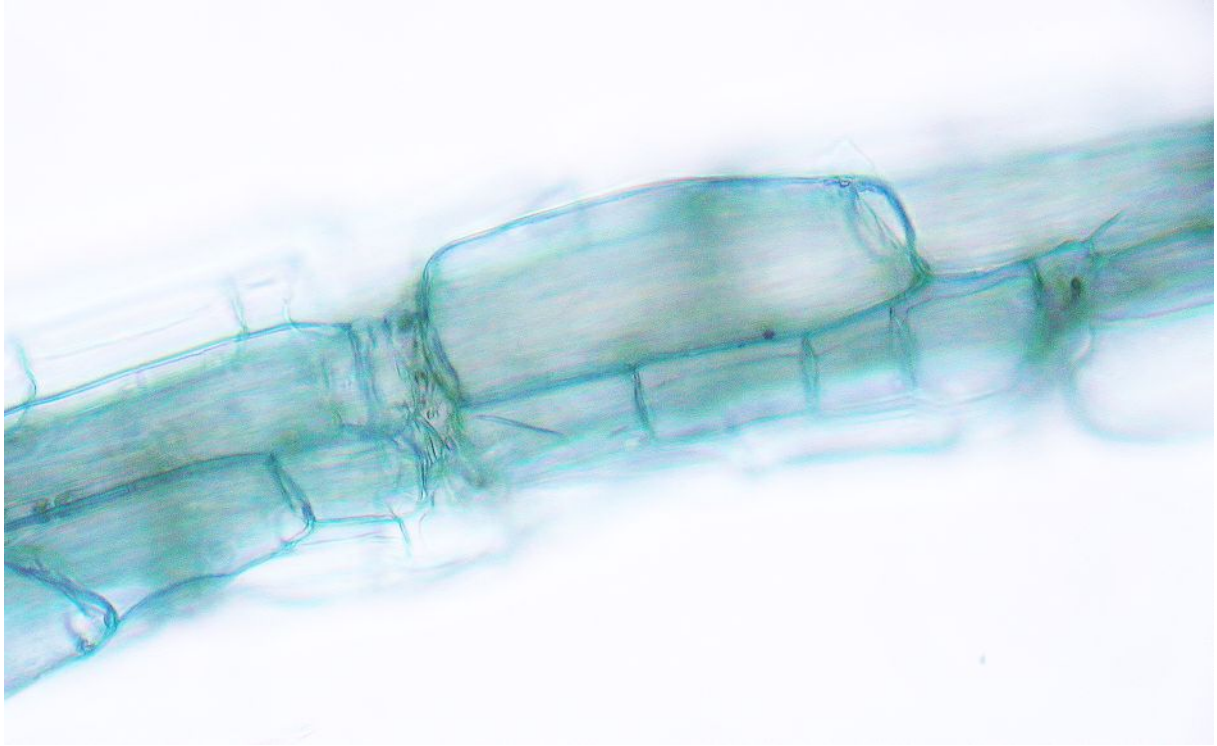


Abb. 11. Stängelblatt von *Sphagnum quinquefarium*. Ca. 50 fach. Foto: Bernhard Kaiser



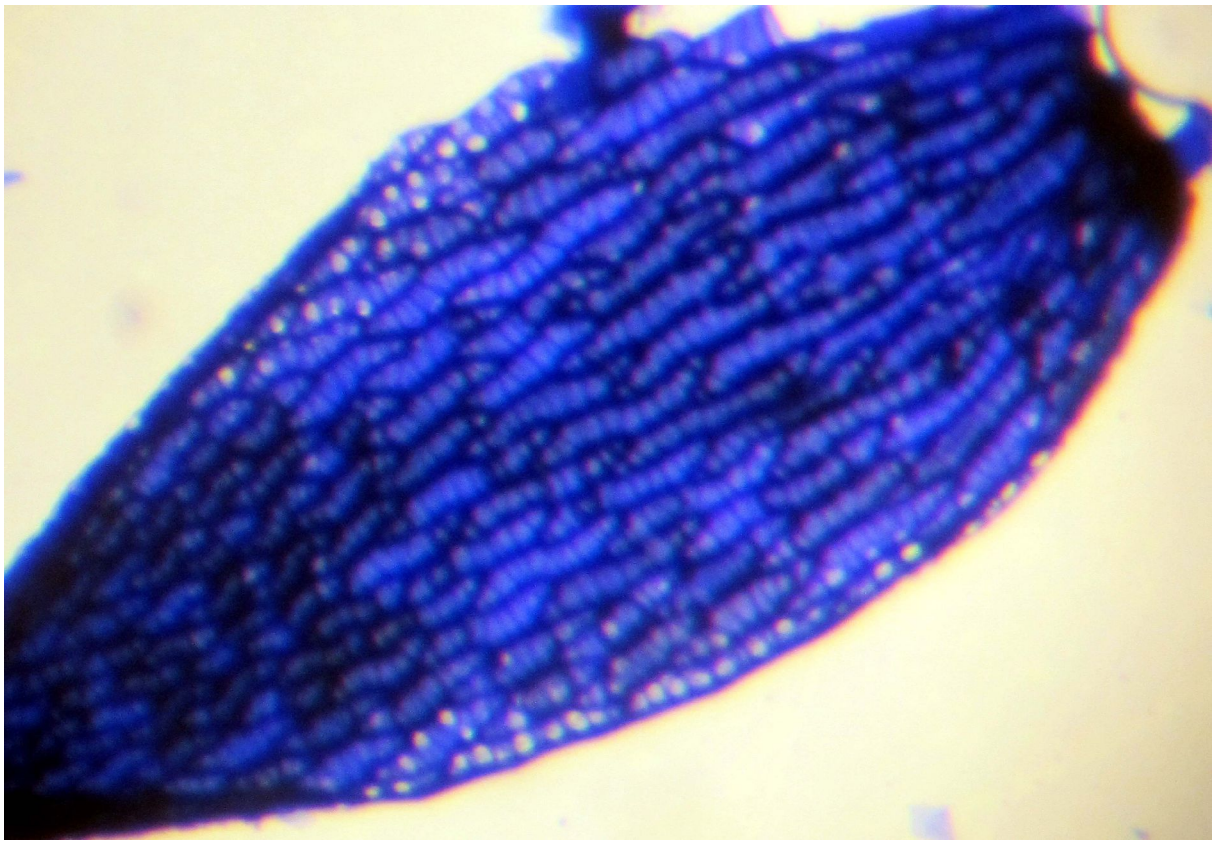
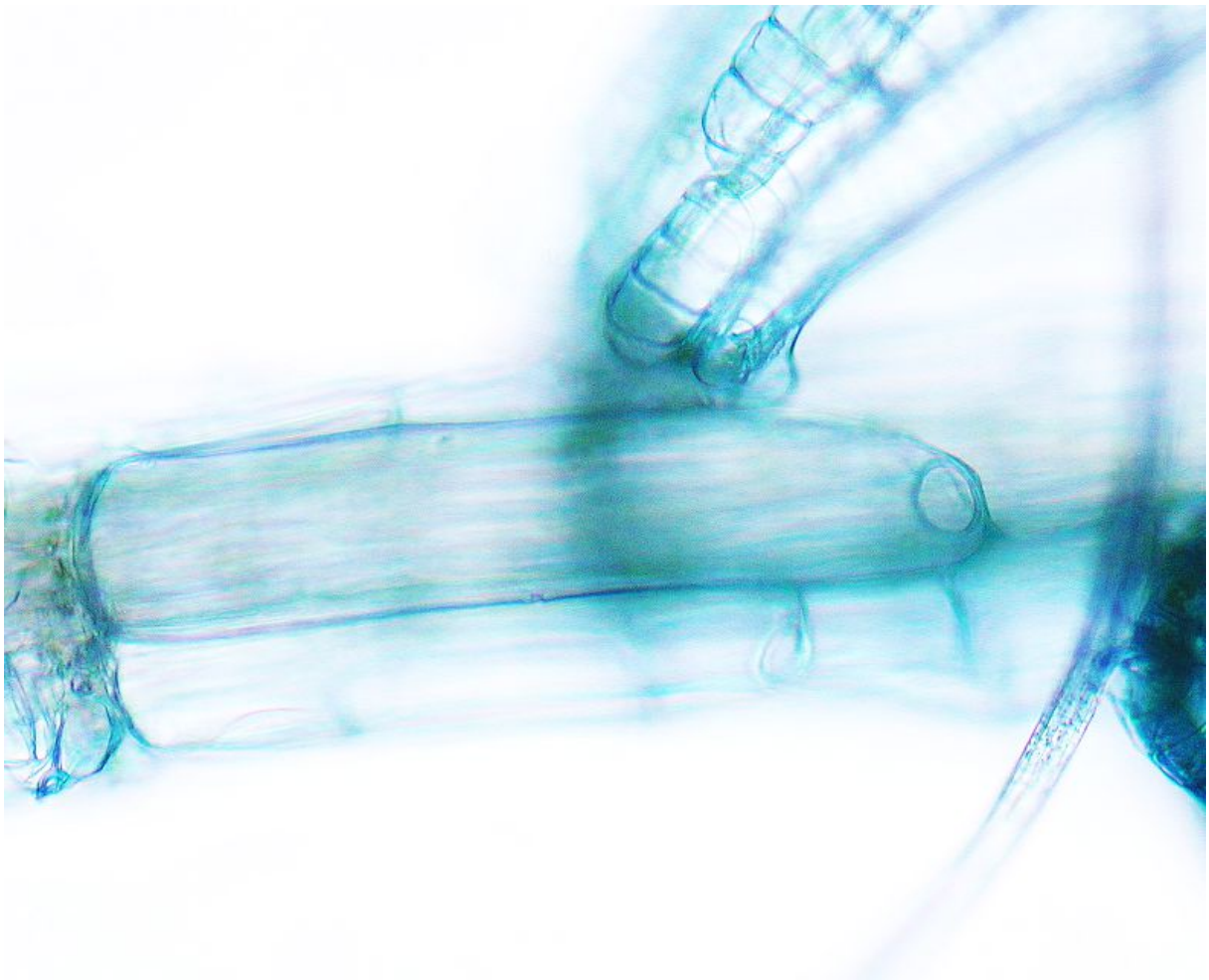
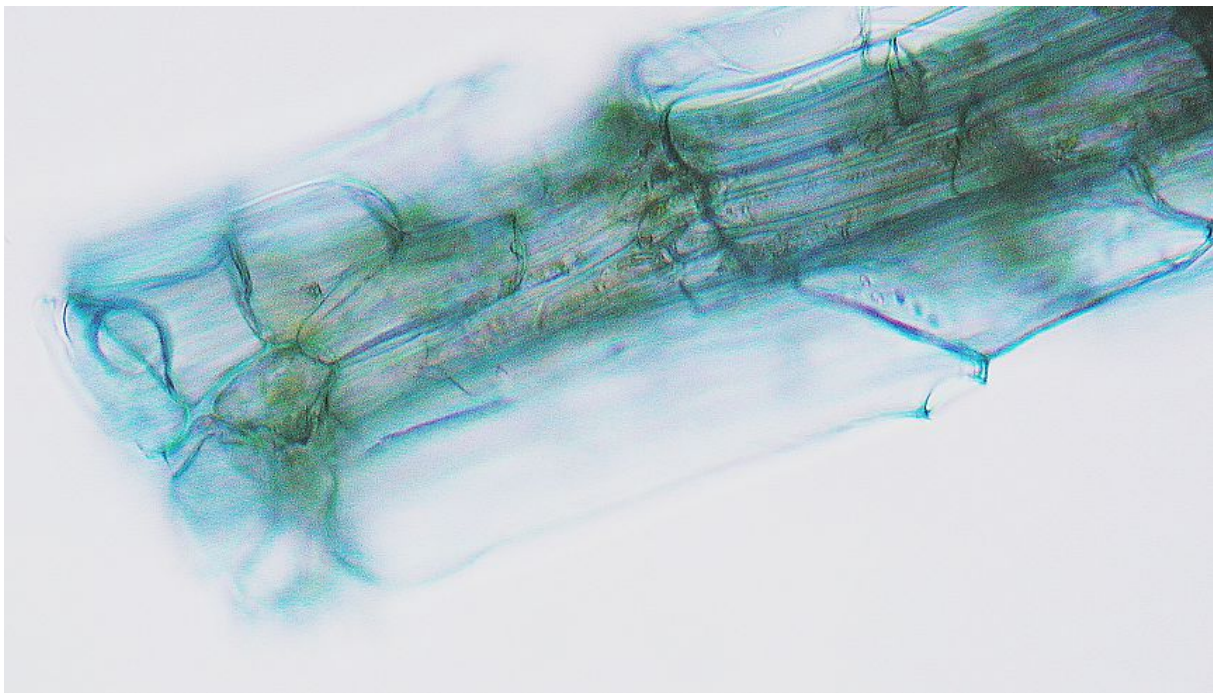


Abb. Astblatt eines abstehenden Astes ventral. Zu erkennen sind die im mittleren Blattrandbereich gehäuft auftretenden Poren, während im unteren Bereich nur vereinzelte Poren zu sehen sind. Im Mittelteil und in der Blattspitze sind keine Poren vorhanden.





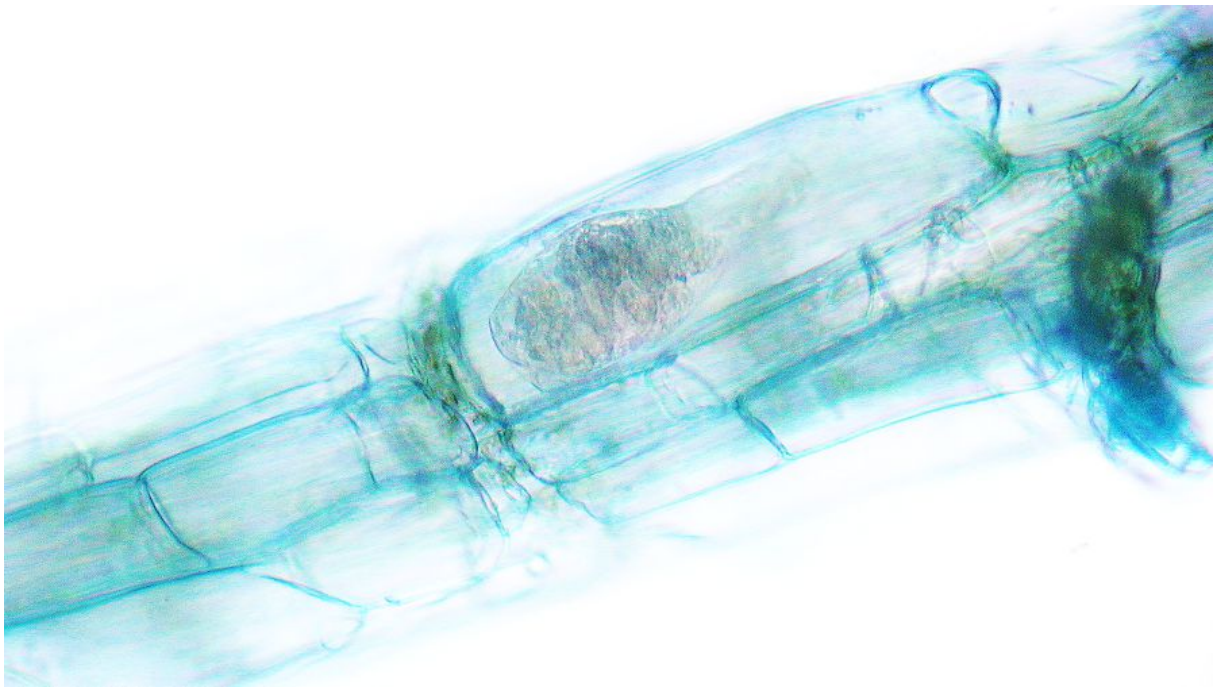


Abb. 12. Retortenzellen der Ast-Stängelrinde bei *Sphagnum quinquefarium*. In der Mitte der Zelle, etwas rötlich, ein Rädertier. Ca. 200 fach. Foto: Bernhard Kaiser

***Sphagnum russowii* Warnst.**

Eine Sphagnumart der Acutifolium-Gruppe mit deutlich zungenförmigen Stängelblättern ist Sphagnum russowii. - Die Stängelblätter können an der Spitze mehr oder weniger ausgefranst sein, wie bei Sphagnum girgensohnii, aber meistens deutlich weniger. Sphagnum russowii besitzt zudem meist rötliche Farben. Diese sind bei Sphagnum girgensohnii **nie** vorhanden.

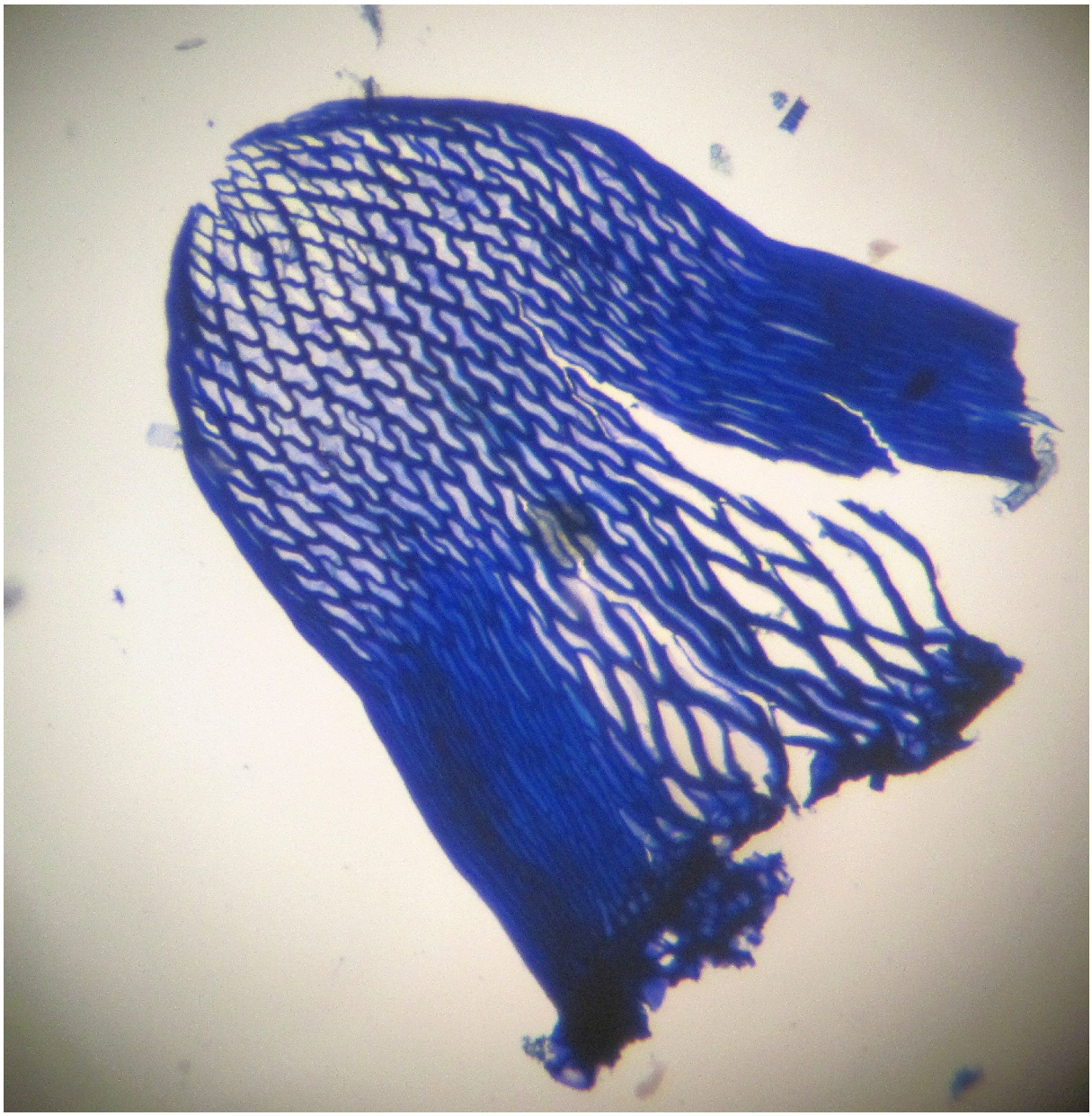


Abb. 13. Stängelblatt von *Sphagnum russowii*. Ca. 50 fach. Foto: Bernhard Kaiser

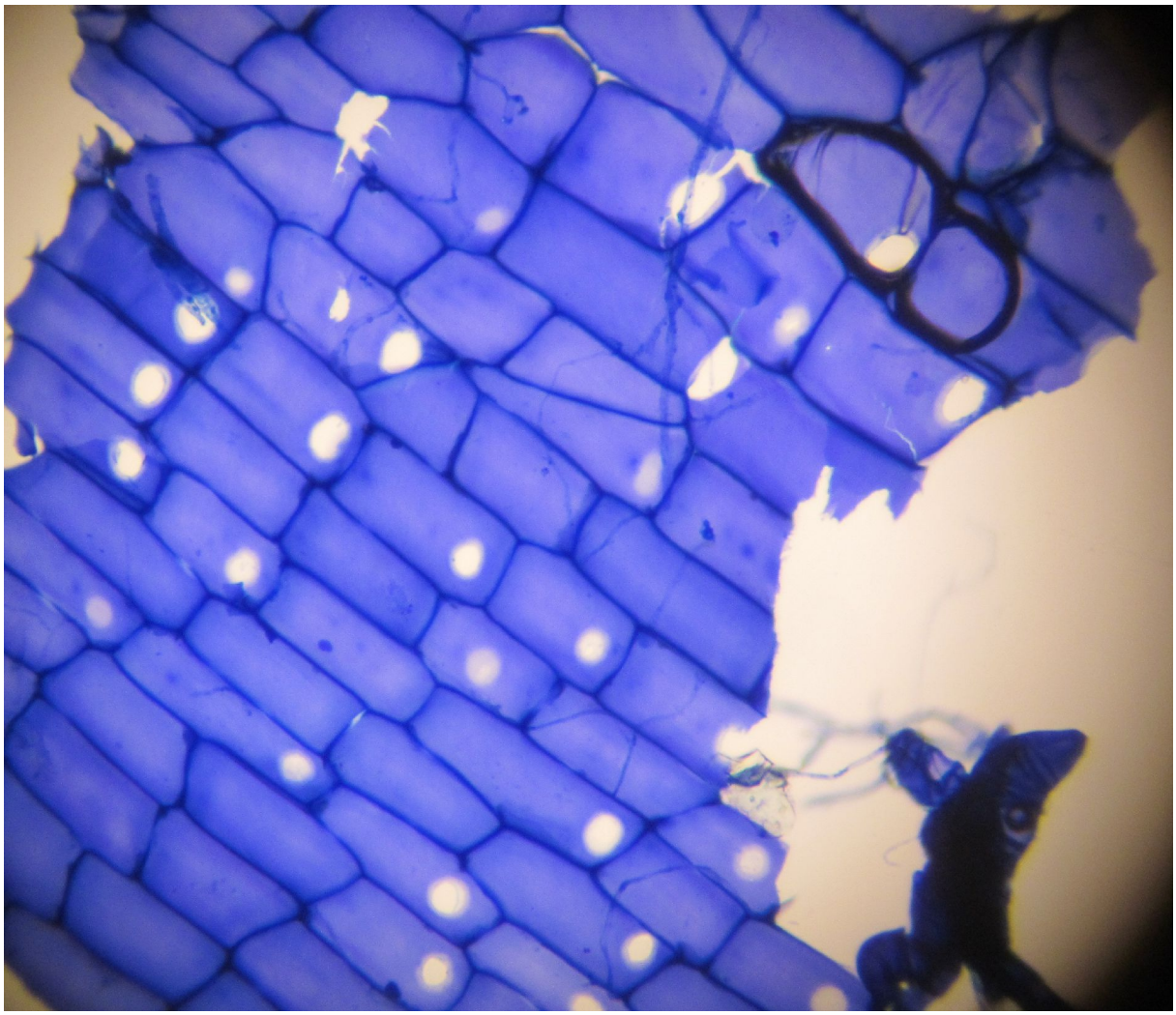


Abb. 14. *Sphagnum russowii* Poren der Stengelrinde.

Die Poren der Stengelrinde sind im Gegensatz zu Sphagnum girgensohnii nicht in allen Zellen vorhanden.

Sektion Squarrosa

Diese Sektion enthält nur 2 Arten. *S. sqarrosum* und *S. teres*.

***Sphagnum squarrosum* Crome**

Während *Sphagnum teres* nicht leicht anzusprechen ist, kann man *Sphagnum squarrosum* im Felde mit der Lupe vermuten. Die Astblätter sind bei dieser Art deutlich sparrig zurückgekrümmt (Abb. 14). Zudem sind die Pflanzen meist von kräftigem Wuchs.

Verwechslungen sind allerdings mit weniger gedrungenen Pflanzen von *Sphagnum palustre*, welches ebenfalls zurückgekrümmte Blätter hat, möglich. Diese Schattenform (*S. palustre* fo*. squarrosulum* Nees & Hornsch.) hat allerdings – im Gegensatz zu *Sphagnum squarrosum* – Spiralfasern in den Stängelrindenzellen und ist dadurch sofort kenntlich. (siehe unter Sektion Sphagnum Abb.1).

S. palustre fo. *squarrosulum* wird bei den meisten modernen Autoren völlig ignoriert. Außer bei DÜLL (1997) und FRAHM/FREY (1987) habe ich, in der mir zugänglichen Literatur, keinen Hinweis auf diese interessante Form gefunden.

Abb. 15. *Sphagnum squarrosum* mit sparrig zurückgekrümmten Astblättern.

4. Sektion Cuspidata

Pflanzen grün, gelblich bis bräunlich (semmelfarben), nie rot.

Die Astblätter sind trocken, meist mehr oder weniger deutlich wellig verbogen. Ausnahme *Sphagnum tenellum (Sphagnum molluscum)* dieses kommt jedoch sehr selten vor.

Die Chlorophyllzellen liegen bei dieser Sektion **dorsal deutlich sichtbar** zwischen den Hyalinzellen. **Ventral** sind die Chlorophyllzellen **kaum sichtbar** zwischen den Hyalinzellen eingeschlossen. (Abb.21 und 22.).

Häufig trifft man *Sphagnum fallax* an. Andere Arten sind jedenfalls seltener.

Sphagnum angustifolium (Russ.) C. Jens

Haben die Blätter der **hängenden** Äste auf der Rückseite relativ große, unregelmäßige, manchmal fußförmige Poren (Abb. 16.), so liegt uns Sphagnum angustifolium vor. Dieses Merkmal wird zwar kontrovers diskutiert ich habe es aber immer bestätigt gefunden.

Bei Sphagnum flexuosum sind die Poren der hängenden Äste zwar größer und ungleichmäßiger als bei Sphagnum fallax (Abb.19 und 20), aber niemals so auffallend groß und unregelmäßig als bei Sphagnum angustifolium.

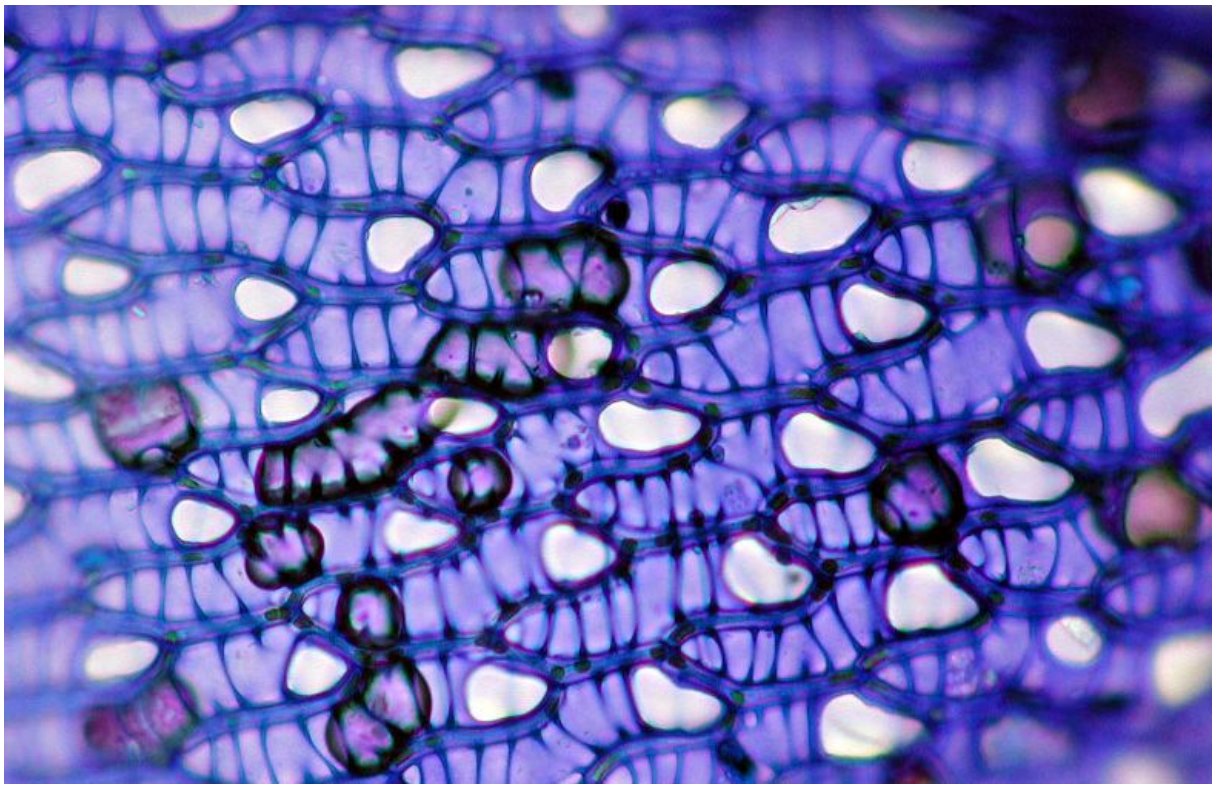


Abb. 16. *Sphagnum angustifolium.* Astblatt eines **hängenden** Astes, dorsal. Deutlich sind die großen, unregelmäßigen, teilweise fußförmigen, distalen Poren zu sehen.

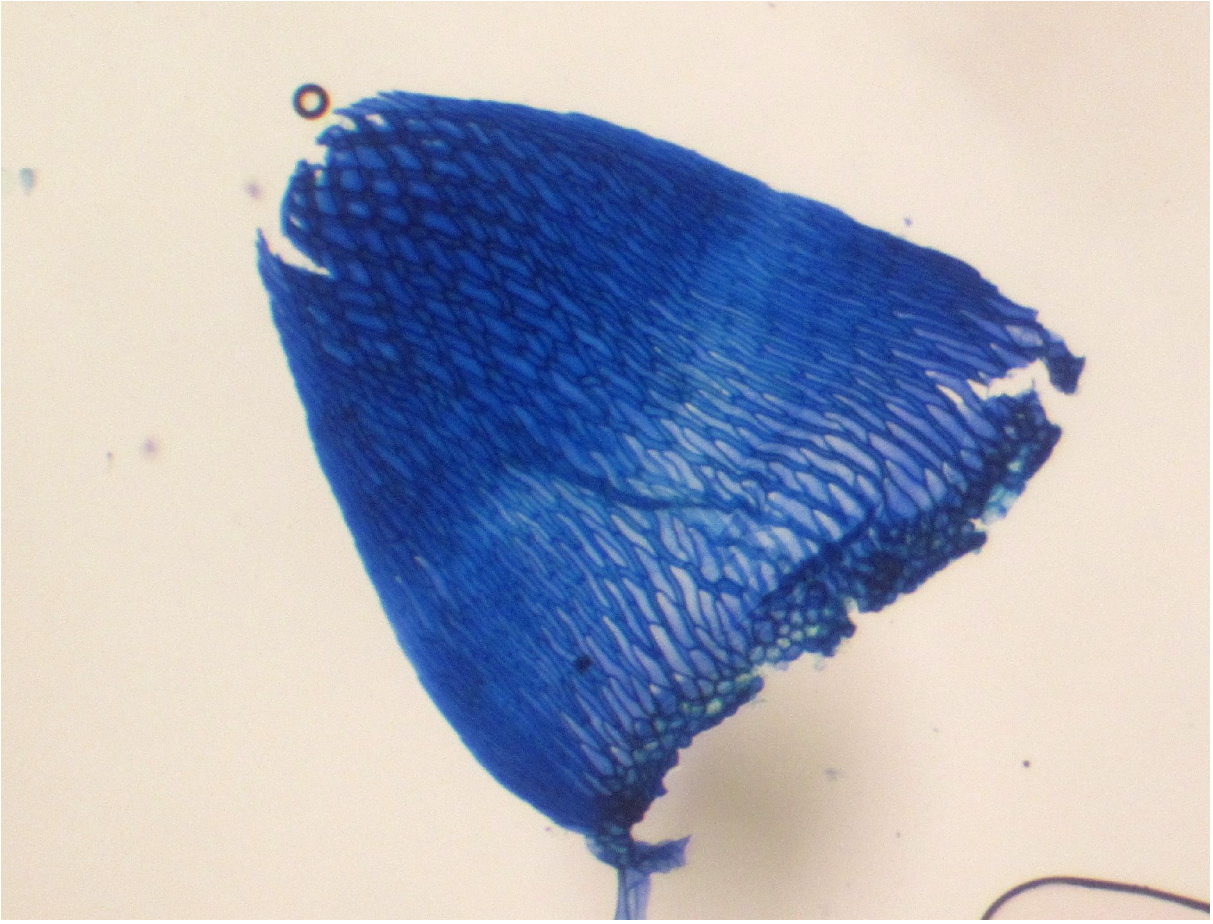


Abb. 17. *Sphagnum angustifolium* Stengelblatt. Die „Spitze“ ist abgerundet und leicht gefranst. Das Blatt ist etwa so lang als breit.

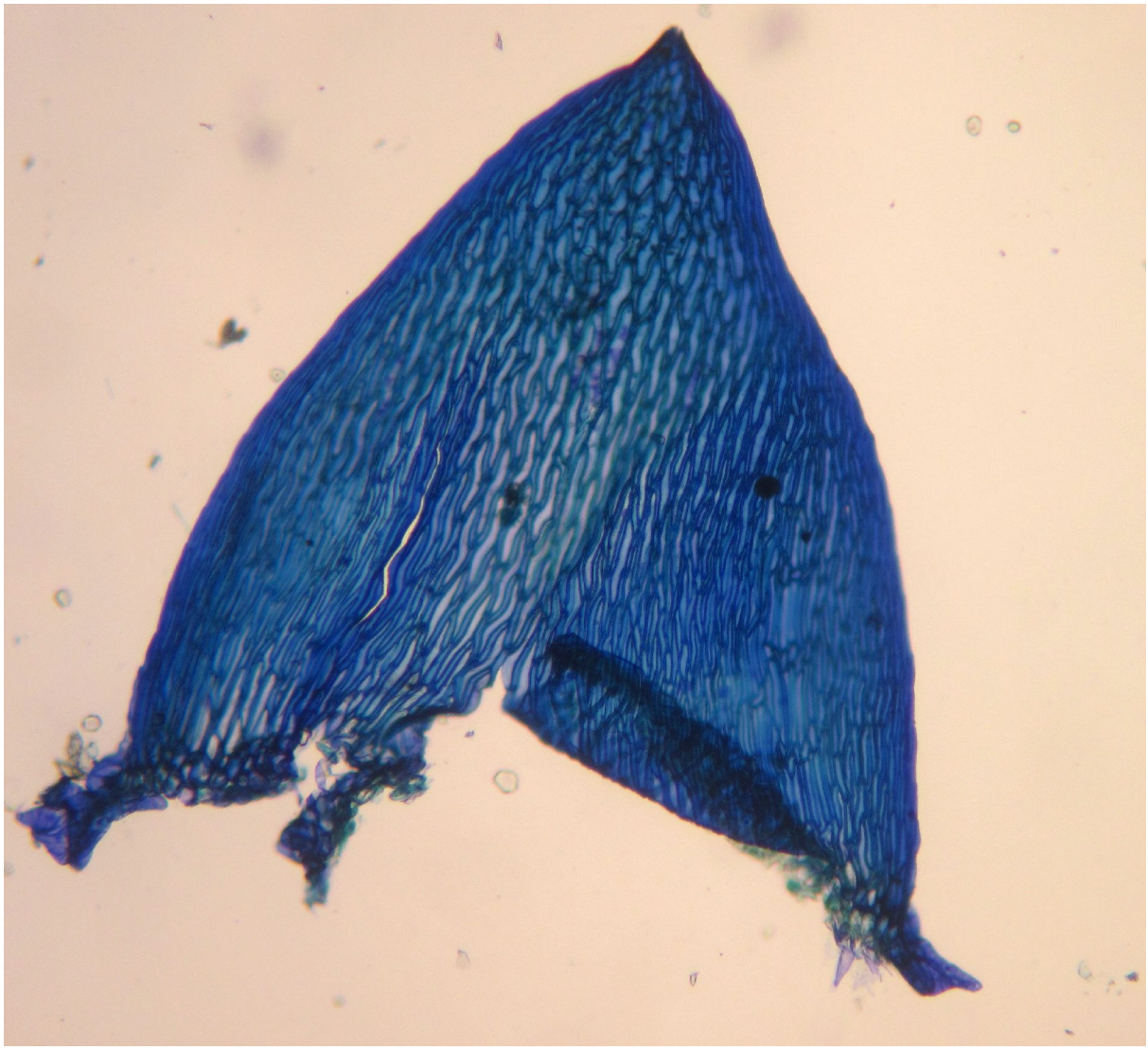


Abb. 18 . Sphagnum fallax. Stengelblatt. Die Blätter sind etwa so lang als breit, etwa gleichseitig dreieckig und besitzen ein deutlich aufgesetztes Spitzchen.

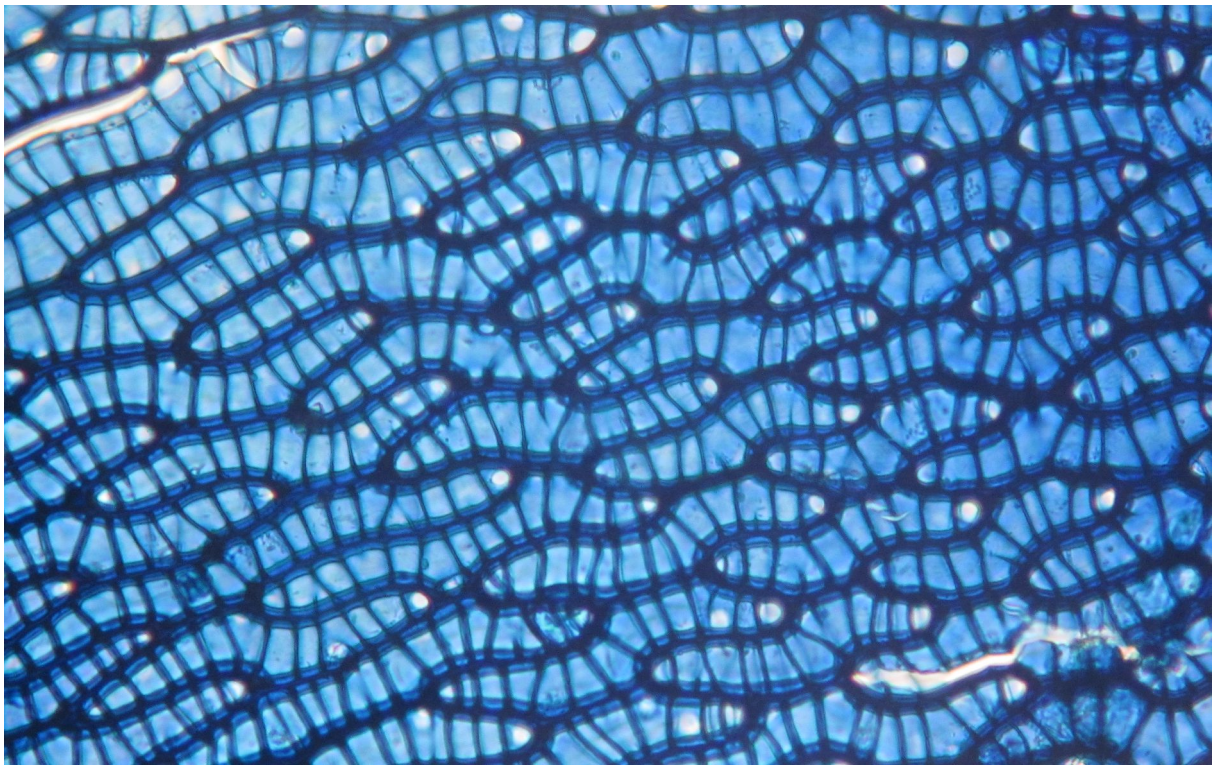


Abb. 19.

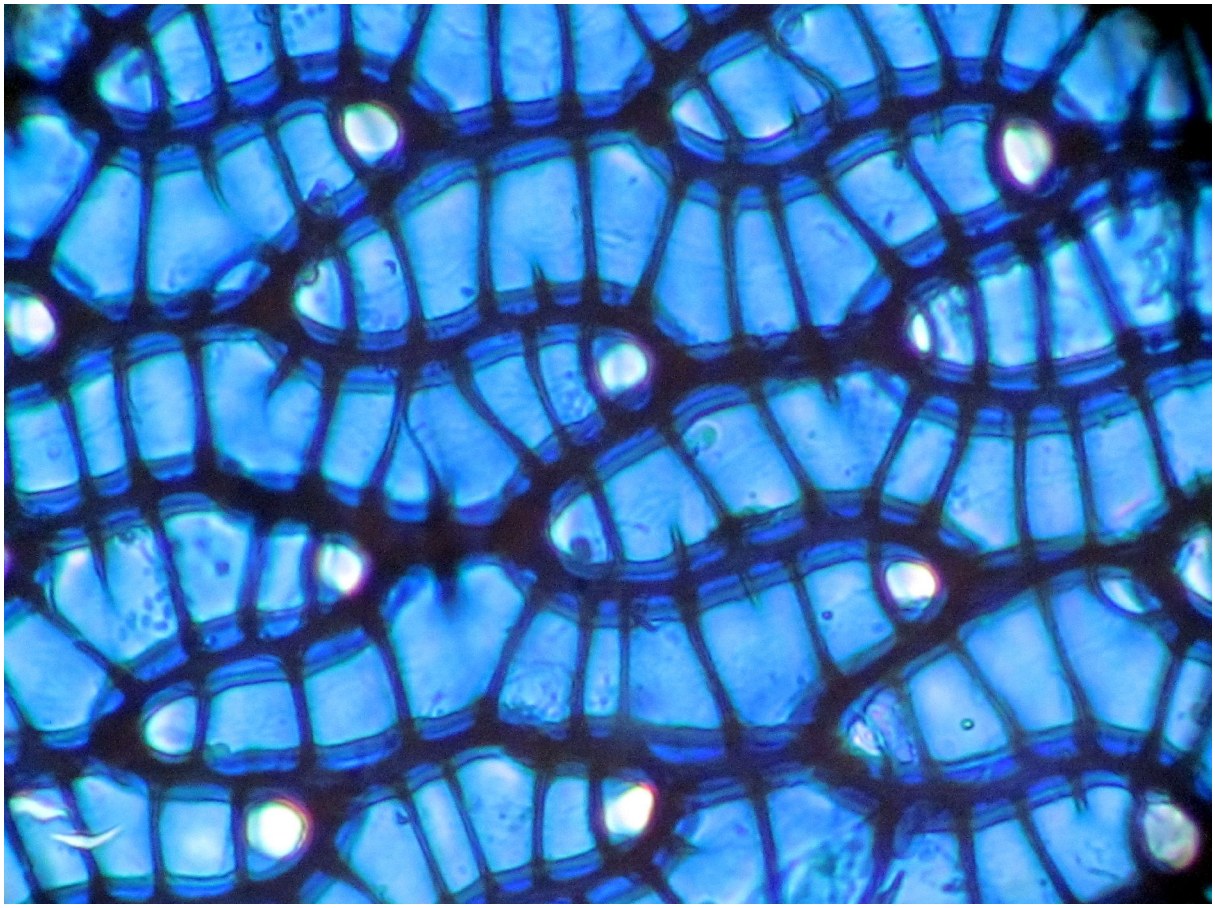


Abb. 20.

Abb. 19 und 20. *Sphagnum fallax.* Astblatt eines **hängenden** Astes, dorsal. Im Gegensatz zu *Sphagnum angustifolium* sind die meist distalen Poren rundlich, kleiner und regelmäßiger

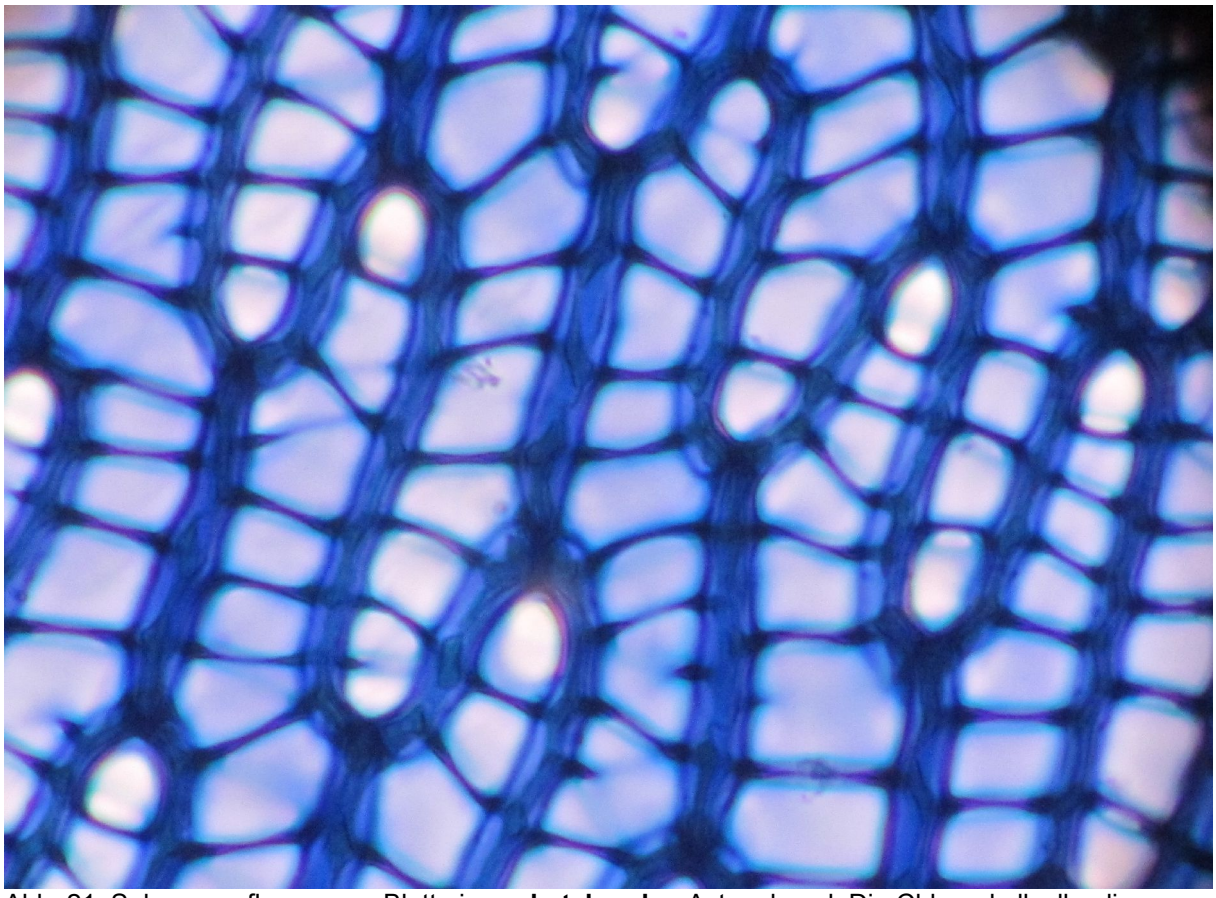


Abb. 21. Sphagnum flexuosum, Blatt eines **abstehenden** Astes dorsal, Die Chlorophyllzellen liegen deutlich zwischen den Hyalinzellen.

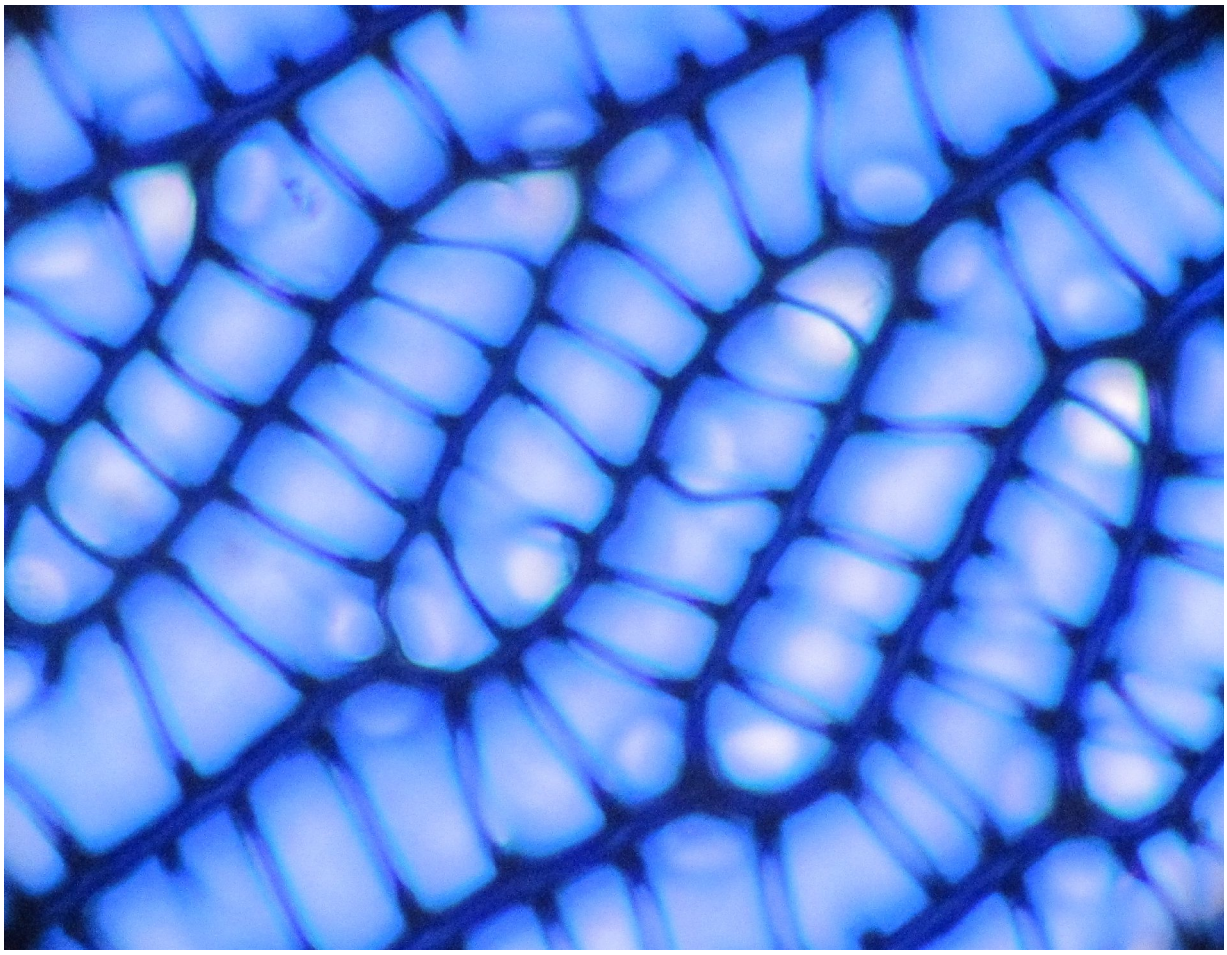


Abb. 22. Spagnum flexuosum. Blatt eines **abstehenden** Astes ventral, Die Chlorophyllzellen sind weniger deutlich zwischen den Hyalinzellen sichtbar.

5. Sektion Subsecunda.

Die Äste sind hornförmig gebogen und relativ kurz. Die Poren der dorsalen, hyalinen Astblattzellen liegen vorzugsweise am Rande der Wände der Hyalinzellen (Kommissuren) zu den Chlorophyllzellen und erinnern an eine perlschnurartige Anordnung (Abb.18).

Eine Fortsetzung der Bestimmung setzt Stängelquerschnitte voraus.

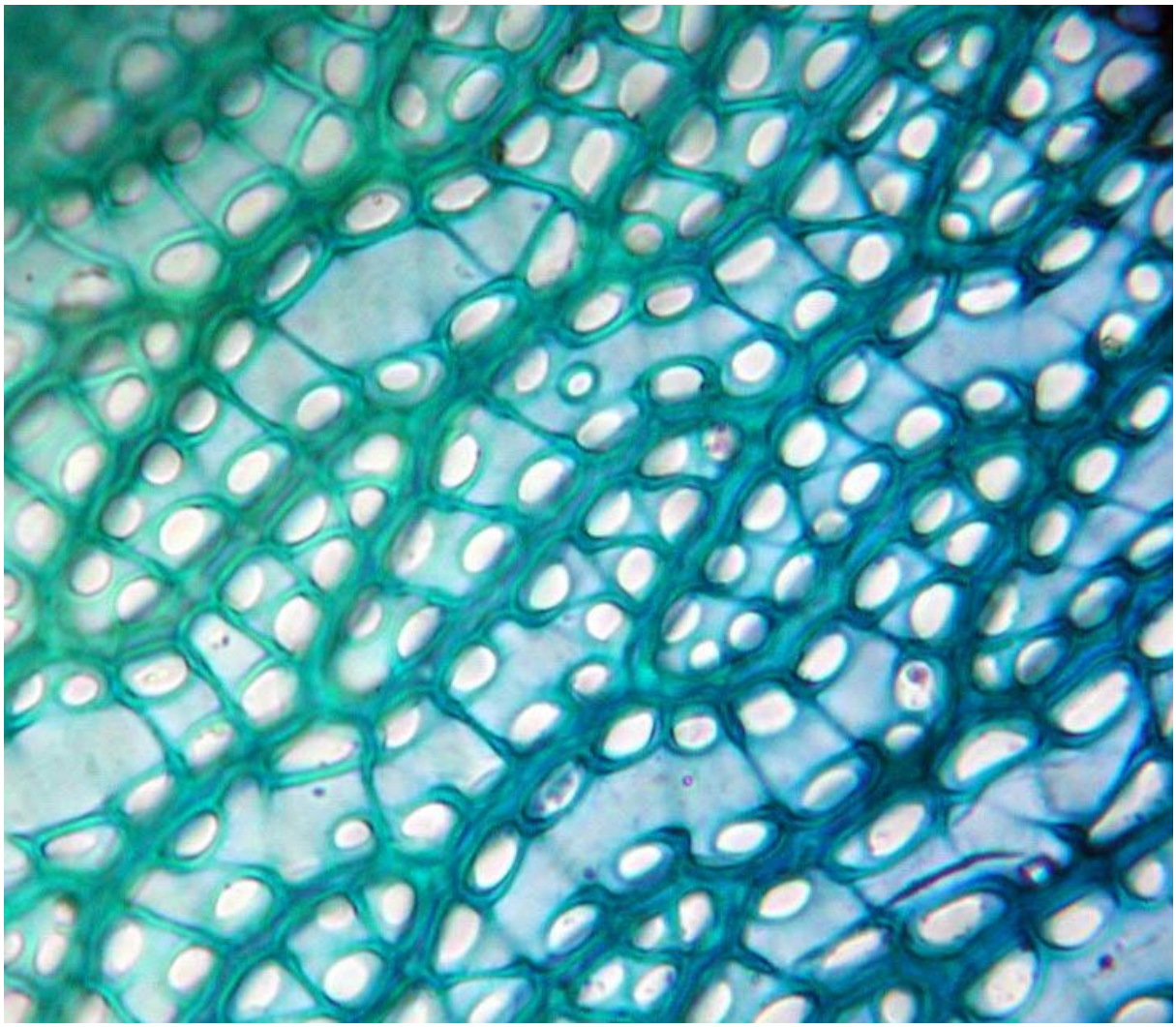


Abb.23. Hier sind deutlich die „perlschnurartig“ an den Rändern der Hyalinzellen angeordneten Poren auf der Rückseite eines Astblattes zu erkennen. Ca. 500 fach. Foto: Bernhard Kaiser

Diese Arbeit ist überwiegend am Mikroskop entstanden. Auf die Qualität und „Schönheit“ der Aufnahmen wurde weniger geachtet. Die meisten Bilder wurden freihändig durch das Okular aufgenommen. Hauptziel war Sphagnen zu erkennen. Es wurden 14 Arten erwähnt.

Die Beobachtungen wurden mit einem Mikroskop Olympus BH2, die Aufnahmen mit Canon IXUS 105 gemacht.

Literatur:

Dierßen, K. (1996): Bestimmungsschlüssel der Torfmoose in Norddeutschland. Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein und Hamburg 50: 1-86. Kiel

DÜLL, R. (1991): Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. – Scripta Geobotanica **18:** 175 – 214. Göttingen.

DÜLL, R. (1997): Exkursionstaschenbuch der Moose. 5. Aufl. 280 S., Bad Münstereifel.

Frahm, J - P. & Frey, W. (1987): Moosflora. 2. Aufl. 525 S., Stuttgart.

Frahm, J - P. & Frey, W. (2004): Moosflora. 4. Aufl. 538 S., Stuttgart

Hölzer, A. (2010): Die Torfmoose Südwestdeutschlands und der Nachbargebiete. 247 S., Jena.

HUBER, H. (1998): *Sphagnum* in der Schweiz und angrenzenden Gebieten Bestimmungsschlüssel und Kommentare. – Herzogia **13**: 1-36.

Kaiser, B. (2001): Beitrag zur Kenntnis der Moosflora um Velden (Mfr.) und der angrenzenden Pegnitzalb. Teil 1: Die Horn-, Leber- und Torfmoose. – Natur und Mensch. S. 213 – 256. Nürnberg.

Kaiser, B. (2006): Ohne Moos nix los oder große Liebe zu kleinen Moosen. – Mikrokosmos **95.** Heft 1.

Landwehr, J. (1966): Atlas van de Nederlandse Bladmossen. Koninklijke Nederlandse Naturhistorische Vereniging. 549 S.

Lübenau, R. (2006): Bemerkungen von Hans Huber zur Bestimmung von problematischen Sphagnum-Proben. – Meylania Nr. **36**, S.27.

Michaelis, D. (2011): Die Sphagnum-Arten der Welt. 408 S. Stuttgart.

Migula, W. (1904): Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 1.Moose.

VI+512 S.

Paul, H. (1931): *Sphagnales*. In: Süßwasserflora Mitteleuropas. Herausgeber A. PASCHER. 1-46 Jena

Türler, S. (1965): Torfmoose. Mikrokosmos **54:** 300-305.

Bernhard Kaiser

Gartenstr. 15

01235 Velden

10.06.2013