

Amerika¹⁾ *B. lanceolatum*, ehe es als eigene Art erkannt wurde, als Varietät von *B. virginianum* genommen worden ist. Andererseits ist die Angliederung an das in alter Zeit damit identifizierte *B. matricariaefolium*, wie dies besonders in England geschieht²⁾, nach obigem auch nicht unberechtigt. Nach äußerlichen Merkmalen kaum unterscheidbare Formen sollen auch in Amerika vorkommen, und Davenport will solche erst aus der Knospenlage richtig erkannt haben, nachdem er sie früher irrig bestimmt hatte³⁾. Im Gebiet der mitteleuropäischen Flora scheinen solche und andere Mittelformen kaum vorzukommen.

Jedenfalls sollte bei den *Botrychium*-Arten die Knospe zur Identifikation mit herangezogen werden. Oft finden sich die seltenen Arten nur in einzelnen Stücken, und unglücklicherweise sind gerade diese häufig sehr defekt, so daß sie nach den gewöhnlichen Beschreibungen überhaupt unbestimmbar sein können. Auf der Flaggeralpe bei Frauensfeste fand Herr Prof. Prönn ein einziges *B. matricariaefolium*, welches nur die zwei untersten Segmente des Laubteiles hatte, die überdies teilweise in Fruchstäbchen umgebildet waren. Auch die im gleichen und folgenden Jahre gesehenen Stücke von *B. lanceolatum* waren mehr oder weniger defekt. Bei gänzlichem Mangel eines Laubteiles würde ein Blick auf die freigelegte Knospe genügen, um die Art sicher zu erkennen, denn obige Mittelformen sind jedenfalls seltene Ausnahmen, wenn sie überhaupt in unserem Florengebiete vorkommen.

Die Plasmaverbindungen bei Moosen.

Von **Angela Piskernik** (Wien).

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität Wien,
Nr. 64 der II. Folge.

(Mit Tafeln V und VI.)

Seitdem E. Tangl⁴⁾ im Samen von *Strychnos nux vomica* die Plasmodesmen beobachtet hatte, wurden abgesehen von vielen Befunden an höheren Pflanzen (siehe Strasburger⁵⁾), auch bei Moosen Plasmaverbindungen festgestellt, über welche in der folgenden Tabelle I kurz berichtet sein mag.

Die eben angeführte Literatur besagt, daß Protoplasmaverbindungen bei Moosen beobachtet worden sind. Wenn man aber mit den von den verschiedenen Autoren empfohlenen Methoden versucht, bei verschiedenen Moosen, ja sogar bei den gleichen Moosen zu verschiedenen Jahreszeiten, den Nachweis zu machen, so wird man bemerken, daß die Methoden sehr häufig und ganz unerwartet versagen. Somit schien es

¹⁾ *B. virgin.* v. *simplex*: vgl. Milde, l. c., XX., 1001. Grund dieser sonderbaren Einquartierung auch des *B. simplex* war jedenfalls *B. lanceol.*, das man früher damit vereinte.

²⁾ Moore, Ind. fil. 211, Hk.-Baker, Syn. 447 und noch 1898 bestimmt wiederholt: Journ. of Bot., XXXVI., 297.

³⁾ l. c., VI., 199.

⁴⁾ Über offene Kommunikationen zwischen den Zellen des Endosperms einiger Samen. Jahrb. für wissensch. Botanik, XII, 1880, pag. 176.

⁵⁾ Über Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. XXXVI, 1901.

A u t o r	M o o s	Moosteil
F. Kienitz-Gerloff ¹⁾	<i>Fegatella conica</i> (= <i>Conocephalus conicus</i>)	Parenchym u. Rippe
	<i>Hylocomium triquetrum</i>	Stamm u. Blatt
	<i>Climacium dendroides</i>	" "
	<i>Dicranum scoparium</i>	" "
	<i>Thuidium delicatulum</i>	" "
F. G. Kohl ⁵⁾ F. G. Kohl ⁶⁾	<i>Hookeria lucens</i>	Blatt
	<i>Catharinaea undulata</i>	
Eduard Strasburger ⁷⁾	<i>Mnium affine</i>	Blatt
F. Kienitz-Gerloff ¹¹⁾	<i>Fegatella conica</i> , <i>Marchantia polym.</i>	Thallus u. Brutknosp.
	<i>Riccia</i> , <i>Anthoceros</i>	
	<i>Reborlia hemisphaerica</i>	
	<i>Metzgeria furcata</i>	
	<i>Lepidozia reptans</i>	
	<i>Jungermania bicuspidata</i>	
	<i>Thuidium delicatulum</i>	Blatt
	<i>Dicranum</i> , <i>Climacium</i>	"
	<i>Funaria hygrometrica</i>	
	<i>Mnium punctatum</i>	
	<i>Polytrichum</i> (wohl <i>formosum</i>)	Stengel u. Seta
	<i>Hylocomium splendens</i>	
	<i>Racomitrium canescens</i>	
Josef Gicklhorn ¹²⁾	<i>Hookeria lucens</i>	Blatt
	Mehrere <i>Mnium</i> -Arten	

¹⁾ Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebselementen in der Pflanze. Bot. Ztg., 1891.

²⁾ Über den Zusammenhang des Protoplasmas benachbarter Zellen und über das Vorkommen von Protoplasma in Zwischenzellräumen. Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. II, 1884.

³⁾ On the continuity of the protoplasm through the walls of vegetable cells. Arbeit des bot. Inst. zu Würzburg, Bd. III, 188.

⁴⁾ Über die Methoden zur Nachweisung der Plasmaverbindungen. Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XV, 1897, p. 166.

⁵⁾ Protoplasmaverbindungen bei Algen. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., 1891.

⁶⁾ Die Protoplasmaverbindungen der Spaltöffnungsschließzellen und der Moosblättzellen. Bot. Zentralbl., Bd. LXXII, 1897.

Tabelle I.

Resultat	Methode	Bemerkung
?	a) Fixieren in Jodjodkalium	Methode von Terletzki ²⁾
? —	b) Quellen in 75% H ₂ SO ₄	Die letzten zwei Farbstoffe nach Gardiner ³⁾ Irrtümlich; nach Meyer ⁴⁾ und eingestandenermaßen Tüpfelfüllungen
? —	c) Färben mit Anilinblau; Hoffmannsblau, Methylviolett	
+ ?		
+ ?	a) Jodjodkalium	
+	b) 25% H ₂ SO ₄	Schöne Plasmodemesmen besonders am Rande des Blattes
	c) Anilin, Brillantblau, Safranin, Methylviolett	
+	a) 5–7 Minuten 1% Osmiumsäure, mit H ₂ O abspülen	Methode von Meyer ⁵⁾
	b) 20–30 Minuten Russows Jodjodkalium (0.2 J, 1.64% Jk)	Autor überprüfte bei seinen Versuchen auch Methoden von Kukla ⁹⁾ u. Gardiner ¹⁰⁾ und fand, daß die von Meyer angegebene die beste ist.
	c) 1 Stunde bis 1 Tag und darüber 25% oder stärkere H ₂ SO ₄	
	d) Gemisch v. 25% H ₂ SO ₄ mit Jod versetzt + 1 Tropfen Meyersche Pyoktaniolösung in H ₂ O 1 : 30	
—	a) Jodlösung (1 + 1 + 200)	
+	b) 25% oder 50% H ₂ SO ₄	
+	c) Methylviolett 5 B von Grübler & Comp. 1 g in 30 cm ³ H ₂ O mit gleichen Teilen 25% H ₂ SO ₄ gemischt	
+		
+		
+		
+		
+		
+		
+		
+		
+	a) 3–4 Stunden heiße Rhodankaliumlösung	
+	b) Joddämpfe	

7) Über Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXVI, 1901.

8) Das Irrtümliche der Angabe über das Vorkommen dicker Plasmaverbindungen zwischen den Parenchymzellen einiger *Filicinæ* und *Angiospermae*. Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XIV, 1896.

9) Die Plasmaverbindungen bei *Viscum album*. Bot. Ztg., 1900.

10) The histology of the Cell Wall with special reference to the drode of Connection of Cells. Proceedings of the Royal Society of London. Vol. LVII, 1898, p. 102.

11) Neue Studien über Plasmodemesmen. Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XX, 1902, Heft 2.

12) Noch nicht publiziert.

eine dankbare Aufgabe, die bisher bekannten Methoden genau zu überprüfen, in verschiedener Weise und zu verschiedenen Zeiten zu variieren und in ihrer Anwendbarkeit auf möglichst viele Moose auszudehnen, oder sogar eine Universalmethode des Plasmodesmennachweises zu finden. Ferner wäre es zu prüfen, ob sämtliche Zellen einer Moospflanze miteinander zusammenhängen und insbesondere, ob zwischen dem Sporophyten und dem Gametophyten eines Moooses auch ein Plasmaverband existiert.

Für die Übertragung dieser Arbeit möchte ich an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Hans Molisch, den tiefgefühlten Dank aussprechen. Ebenso fühle ich die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Viktor Schiffner für die Bestimmung einiger Moose, sowie Herrn Prof. Dr. Oswald Richter und Herrn Assistenten Josef Gieklhorn für das Interesse, welches sie meiner Arbeit entgegenbrachten, innig zu danken.

Methodik.

Eine Universalmethode für den Nachweis der Plasmodesmen bei Moosen ließ sich — und das sei gleich vorweg gesagt — nicht auffinden. Dagegen lieferten die folgenden Modifikationen schon bekannter Methoden sehr brauchbare, in vielen Fällen sogar ausgezeichnete Resultate.

1. a) Fixieren des Materials durch 25 Minuten in nicht gesättigter Jodtinktur;
 - b) Auswaschen, womöglich Abpinseln des Präparates;
 - c) durch 6 Stunden, eventuell mehr oder weniger, in 25% H_2SO_4 quellen;
 - d) eventuell färben: Anilinblau, Säurefuchsin, Safranin.
2. a) 10—15 Stunden gesättigte Jodtinktur;
 - b) Auswaschen;
 - c) 5—7 Stunden 25% oder 50% H_2SO_4 .
3. a) Jodjodkaliumlösung (Terletzki und Kohl);
 - b) 16—60 Stunden 25% H_2SO_4 .
4. a) Jodjodkali + Jodtinktur;
 - b) 4—6 Stunden 25% H_2SO_4 .
5. a) 5 Minuten warme Rhodankaliumlösung (Gieklhorn);
 - b) 5—10 Minuten Jodtinktur oder Joddämpfe.
6. a) 5 Minuten warme — nicht heiße — gesättigte Chlorzinklösung;
 - b) 10 Minuten Jodjodkali + Jodtinktur.
7. a) und b) wie 6;
 - c) 5 Minuten Anilinblau, Pyoktanin, Methylviolett, Karbolfuchsin
8. a) 5 Minuten 1% Osmiumsäure;
 - b) 5 Minuten warme 5—10% H_2SO_4 ;
 - c) 10 Minuten Jodjodkali + Jodtinktur oder nur Jodtinktur;
 - d) 5 Minuten Karbolfuchsin, Methylviolett;
 - e) Untersuchen in Jodglyzerin oder schwachem Jodwasser.
9. a) 10 Minuten 1% Osmiumsäure;
 - b) 5 Minuten warme gesättigte Chlorzinklösung;
 - c), d), e) wie 8.
10. a) Schwache Jodlösung (1 + 1 + 200) (Kienitz-Gerloff);
 - b) Auswaschen;
 - c) 25%, 30%, 50% H_2SO_4 ;
 - d) Gemisch von 25% H_2SO_4 + gleiche Teile Methylviolett;
 - e) Auswaschen und in Glyzerin untersuchen.
11. a) 5—10 Minuten 1% oder 3% Osmiumsäure (Meyer);
 - b) Auswaschen;
 - c) 5 Minuten Jodjodkali;
 - d) 1—30 Stunden 25% H_2SO_4 , welche mit pulverisiertem Jod versetzt ist.
12. a) 5—15 Minuten gesättigte Jodtinktur oder Jodjodkali (1 + 1 + 200) (Kienitz-Gerloff Modifik.);
 - b) Auswaschen;

- c) zirka 5 Stunden in 25% H_2SO_4 ;
 d) 5 Minuten oder weniger, Gemisch von 25% H_2SO_4 + Methylviolett;
 e) H_2O dazu, bis die blaue Farbe hervortritt;
 f) In H_2O oder Glycerin untersuchen.
13. a) 5–20 Minuten gesättigte Jodtinktur (eventuell Jodtinktur + Jodjodkali [K.-G. Modif.], 1% oder 3% O-miumsäure);
 b) Auswaschen;
 c) und d) wie c) und d) bei 12;
 e) das in 10–25% H_2SO_4 unter das Deckglas gebrachte Präparat über der Gasflamme leicht erwärmen und sofort untersuchen.
- Als besonders vorteilhaft erkannte ich die Methoden 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13; davon erkläre ich Methode 13 als die sicherste und beste. Als Versuchsobjekte kamen, wie die nachfolgende Tabelle II zeigt, Laub- und Lebermoose zur Verwendung.

Im Anschlusse an die in der Tabelle II kurz mitgeteilten Hauptresultate seien noch in Form einer Figurenerklärung¹⁾ einige interessante Nebenergebnisse sowie mögliche Fehlerquellen der Methoden, die oft die Resultate in Frage stellen, erwähnt.

Fig. 1. Protoplasmaverbindungen bei *Catharina undulata* nach der Methode von Kohl²⁾, wobei das Blatt mit Safranin ausgefärbt wurde. Kohl konstatierte bei dem von ihm untersuchten gleichnamigen Moose 10–12 Verbindungen nach einer Richtung, d. h. es durchzogen, wenn man sich die Zelle als Polygon mit verschiedenen langen Seiten vorstellt, die gemeinsame Seite je zweier benachbarter Polygone 10 bis 12 Plasmodesmen. Diesen Befund kann ich laut Zeichnung bestätigen. Auf dieselbe Weise wurde ein Lebermoos, *Plagiophila asplenioides*, untersucht. Es wurde durch 6 Stunden hindurch in 50% H_2SO_4 quellen gelassen und zeigte, ohne noch ausgefärbt worden zu sein, geradezu überraschende Ergebnisse. Die Plasmaverbindungen zeigten sich schon ohne Quellung, traten mit Einwirkung der H_2SO_4 immer deutlicher hervor, bis das Bild nach etwa 4–6 Stunden seine größte Schärfe erreichte. Die Zahl der Plasmodesmen, die man in der gemeinsamen Membran zweier benachbarter Zellen im Mikroskope sah, betrug 15–20, was für den Fall, daß die Zellen isodiametrisch wären, 15 \cdot 15–20 \cdot 20 Plasmodesmen auf einer gemeinsamen Fläche erscheinen ließe.

Bei diesem Moose, wo eine optische Täuschung ganz ausgeschlossen war und man mit Sicherheit Protoplasmaverbindungen feststellen konnte, zum Unterschiede von den bei der Plasmolyse auftretenden Verbindungsfäden zwischen Plasma und Membran, mag auch hervorgehoben sein, daß man bei der Untersuchung der einzellschichtigen Moosblätter stets tiefer einstellen muß, als es die scharfe Beobachtung der Zelle und der sie begrenzenden Membran erheischen würde, was daraus zu erklären ist, daß die Blattzellen beiderseits, nach unten wie nach oben, vorgewölbt sind und daß die Plasmaverbindungen niemals in der Region z. B. der oberen Membran einsetzen, sondern sich in einem gewissen Abstände von derselben gegen die Tiefe zu durch die zur Sehrichtung parallelen Wand von einer Zelle zur anderen erstrecken.

Nach derselben Methoden wurden bei oft sehr lange andauernder Quellungszeit auch einige *Mnium*-Arten, sowie *Madotheca platyphylla* und

¹⁾ Sämtliche Zeichnungen wurden mit Hilfe des Zeichenapparates ausgeführt.

²⁾ Siehe Tabelle I.

Radula complanata untersucht, welche immer deutliche solitäre Plasmodiesmen zeigten. Beeinträchtigt wurde das Bild dadurch, daß die Plasmaverbindungen nicht im ganzen Gesichtsfeld sichtbar waren, sondern vorzugsweise nur an den Stellen, wo die Fixierung und gleichzeitige Färbung mit Jodjodkali gut gelungen war. Dieses unliebsame Phänomen begleitete auch andere Methoden (1—4) und findet seine Erklärung in dem Umstande, daß die Reagentien oft nicht ganz eindringen; denn wiederholt man die Versuche mit demselben Objekte noch einmal, so kommen Plasmodiesmen auch dort zum Vorscheine, wo sie früher fehlten.

Bei *Brym capillare* und *Ceratodon purpureus*, die oft 50 bis 60 Stunden quellen mußten, wurden sehr wenige Plasmaverbindungen wahrgenommen, bei *Isothecium myurum* gar keine, was man nach der Güte der Methode wohl nicht erwartet hätte. Die Zellen mehrerer Moosarten sind eben ungemain klein und schmal und lassen sich deshalb sehr schwer auf Plasmodiesmen untersuchen. Nur mit Ölimmersion und ganz ausgezogenem Tubus konnten bei einigen Zellen zwei bis drei Verbindungen konstatiert werden, welche sich ungleichmäßig verstreut auf der Längsseite der Zelle vorfanden, während die Schmalseite ohne Plasmodiesmen schien. Trotzdem aber kann man wohl mit großer Wahrscheinlichkeit sagen, daß solche auch dort vorhanden sind, wo sie mit dieser Methode nicht gefunden werden konnten und daß dieses negative Resultat nur auf die mangelhaften technischen Mittel und auf die für viele Moose sicher nicht entsprechende und vollkommene Methode zurückzuführen ist.

Fig. 2. *Sphagnum cymbifolium* nach Meth. 4. Vergr. 720. Die Fixierungszeit betrug 10 Minuten, die Jodtinktur war gesättigt. Die Chlorophyllzellen sind nur durch wenige Plasmodiesmen miteinander verbunden, die sehr schwer sichtbar gemacht werden können und sich mit jeder komplizierteren Methode noch schwerer nachweisen lassen als mit dieser einfachen. Ich zählte deren, wie die Zeichnung zeigt, zwischen drei und sechs, konnte aber bei vielen Zellen überhaupt keine finden.

Fig. 3. *Plagiochila asplenioides*. Meth. 7. Vergr. 980. Das Präparat wurde mit Karbofuchsin gefärbt und 8 Stunden später gezeichnet. Die Chlorzinklösung hat den Vorteil, daß nicht nur die Membran, sondern auch das Plasma verquillt und die Schrumpfung infolgedessen mehr oder weniger unterbleibt. Die Lösung wurde in einer Porzellanschale so lange erwärmt, bis man diese noch mit bloßer Hand leicht fassen konnte, worauf die frischen Blätter von *Plagiochila* hineingegeben und weiter präpariert wurden. Dieses Moos zeigte sehr gleichmäßige und in ziemlich gleicher Entfernung von einem Plasma zum anderen gehende Verbindungen, von denen auf den längeren Seiten der Zelle 15—25, also im Mittel 20, auf den kürzeren 7—10, also im Mittel 8 gezählt wurden. Nimmt man an, daß die Zelle isodiametrisch ist, so dürfte sie mit ihren angenommenen zwei größeren und vier kleineren Flächen ungefähr $2 \cdot 20 \cdot 20 + 4 \cdot 8 \cdot 8 = 1056$ Plasmaverbindungen aussenden.

Fig. 4. *Fontinalis antipyretica*. Meth. 12. Vergr. 720. Die Plasmaverbindungen waren an einzelnen Stellen, besonders an den kurzen Querwänden, so zart und dicht, daß sie mit dem Zeichenapparate kaum noch deutlich genug gezeichnet werden konnten. Schon nach Behandlung mit gesättigter Jodtinktur und dem darauffolgenden sorgfältigen Abspülen der

ausgefallenen Jodkristalle mit einem Wasserstrahl und mit einem weichen Pinsel, wie es Russow anrät, zeigten sich, wenn das Blatt in Wasser, Glycerin oder Jodglycerin untersucht wurde. Plasmodesmen, welche oft sehr dicht nebeneinander die Wände durchbrachen. Doch sah man dieselben, wie bei *Bryum capillare* und *Isoetium myurum*, nach dieser einleitenden Behandlung auf den kurzen Querwänden der Zellen nur selten, was sich auch nach dem Quellen in H_2SO_4 sehr oft bemerkbar machte. Erst die vollständig ausgeführte Methode 7 brachte sie zum Vorschein, wenn sie nicht wegen der im Laufe der Präparation eingetretenen Plasmolyse zerissen wurden.

Die Quellung dauerte 6—24 Stunden in 50% oder weniger konzentrierter, gewöhnlich 25% H_2SO_4 , was je nach dem Alter der Pflanze und der Provenienz (Helental bei Baden, Grammat-Neusiedl, Kram, Kärnten), sowie nach dem darauffolgenden Halten des Mooses im gewöhnlichen Leitungswasser verschieden war. Frische Exemplare zeigten die Quellung auch in sehr verdünnter Säure und schneller, ältere langsamer; überhaupt machte sich bei letzteren ein Zurückgehen in der Plasmaverbindungszahl bemerkbar, was wohl auf die Desorganisationsverhältnisse in jeder einzelnen Zelle zurückzuführen sein mag. So bemerkte ich z. B. bei *Fontinalis antipyretica*, die bereits drei Wochen unter der Wasserleitung stand, wo das Wasser beständig zu- und abfloß, in der Mitte jeder Zelle einen Ballen, welcher lebhaft an die Elaeoplasten der Lebermoose erinnerte und sich mit Osmiumsäure schwarz färbte. Weil ich diese Bildungen nie in frischen, sondern immer nur in älteren Blättern beobachtete, glaube ich, daß es sich hier wahrscheinlich um abnormale Gebilde handeln dürfte¹⁾.

Fig. 5. *Plagiochila asplenioides*. Variation von Meth. 13: 10 Minuten in 1% Osmiumsäure, 10 Minuten in Jodtinktur + Jodjodkali; unter dem Deckglase in 25% H_2SO_4 erwärmen und darauf Anilblau + 75% H_2SO_4 zufließen lassen.

Dasselbe Resultat bekommt man, wenn man das Blatt nach kurzem Liegen in 25% H_2SO_4 in Anilblau + 75% H_2SO_4 überträgt und unter dem Deckglase gelinde erwärmt. Wenn man dieses Bild mit Fig. 3 vergleicht, so fällt die große Anzahl von sehr zarten Plasmaverbindungen bei Fig. 5 auf. Dies nimmt um so mehr Wunder, als 5 dem Blattrande und 3 der Blattmitte entnommen ist, was gerade entgegengesetzte Differenzen zur Folge haben könnte, indem ich gegen das Zentrum des Blattes zu in der Regel mehr Plasmodesmen als gegen den Rand hin sah. Aus dem Vergleiche der beiden Figuren schließe ich, daß die Meth. 13 vollkommener ist als Meth. 7 und ich halte Fig. 5 mit ihren vielen zarten Fäden den natürlichen Verhältnissen entsprechender als Fig. 3.

Ein wesentlicher Unterschied der Meth. 13 allen bisher behandelten und überhaupt den meisten der von mir angeführten Methoden gegenüber ist die nach der Färbung vorgenommene Erwärmung des

¹⁾ Soeben erschien eine Arbeit von Karl Borech, in welcher der Autor diese Gebilde als normale Bildungen bezeichnet.

Über fadentörmige Gebilde in den Zellen von Moosblättern und Chloroplastenverlagerung bei *Funaria*.“ Zeitschrift für Botanik, 6. Jahrg., 1914, Heft 2, pag. 98.

Präparates, welches zu diesem Zwecke in Schwefelsäure gelegt und unter das Deckglas gebracht wird. So vorbereitet wird es über einer Gasflamme durch schnelles Hin- und Herfahren langsam schwach erwärmt, wodurch die Membran rasch quillt und die Plasmaverbindungen eine tiefbraune bis schwarze Färbung annehmen. Damit das Präparat bei dieser Prozedur nicht geschädigt würde, nahm ich unter das Deckglas nie eine starke H_2SO_4 , sondern in der Regel dieselbe, mit welcher ich schon früher operierte, oder eine noch schwächere, wie z. B. 10%. Bei dieser Behandlung, die höchstens 25 Minuten in Anspruch nimmt, bekommt man die schönsten Plasmaverbindungen zu sehen und die meisten meiner Zeichnungen beziehen sich auf derart vorbehandelte Objekte. Die Plasmodiesmen treten in allen Zellen regelmäßig auf, nur wenn zu stark erwärmt oder ein zartes Moos in eine zu starke Säure gegeben wird, zeigt sich eine Schrumpfung des Plasmas und die Verbindungen reißen oder fehlen ganz. Sonst aber ist die Membran regelmäßig gequollen und die Schrumpfung des Plasmas unterbleibt in der Regel ganz oder sie wird auf ein Minimum reduziert.

Fig. 6. *Madotheca platyphylla*. Meth. 13. Vergr. 980, die Fixierung in gesättigter Jodtinktur dauerte 10 Minuten.

Fig. 7. *Pedinophyllum interruptum*. Meth. 13. Vergr. 980, 5 Minuten in gesättigter Jodtinktur fixiert.

Fig. 8. *Radula complanata*. Meth. 13. Vergr. 980. Gesättigte Jodtinktur 10 Minuten.

Die Zellmembranen der Jungermaniaceen quellen sehr rasch und sehr schön, wie ich das von vielen anderen Moosen, die ich auch nach der Meth. 13 behandelte, gerade nicht behaupten kann. Das Plasma schrumpft in der Regel gar nicht und nur selten tritt Plasmolyse ein, was für die richtige Beurteilung von großer Bedeutung ist. Wenn nämlich Plasmolyse eintritt und sich das Plasma von den Wänden abhebt (in den inneren Zellen der Jungermaniaceen öfter, in den Randzellen sehr selten), so läuft man Gefahr, die regelmäßig angeordneten Plasmafäden, welche infolge langsamer Plasmolyse an den Zellwänden haften bleiben, für Plasmaverbindungen zu halten¹⁾. Ob man es mit Plasmodiesmen oder mit gewöhnlichen Plasmafäden, welche nur bis zur Membran reichen, zu tun hat, sieht man ganz gut, wenn man eine Blattrandzelle einstellt. Bieten sich dem Beobachter Plasmafäden dar, welche sich auch gegen die Randmembran erstrecken, so sind das keine Plasmodiesmen; denn diese fehlen am Rande, was auch völlig mit ihrer biologischen Bedeutung harmonisiert.

Fig. 9. *Polytrichum piliferum*. Querschnitt durch die Assimilationsleisten. Meth. 3. Vergr. 720. Zur Behandlung der Präparate mit dieser Methode sowie mit den Methoden 1, 2 und 4 mag erwähnt sein, daß das Resultat sehr stark variierte, je nachdem die Konzentration der Jodlösung besonders aber die der Schwefelsäure war. Es ließ sich aber auch hier für die Untersuchung von Moosblättern keine allgemein gültige Optimalkonzentration aufstellen, denn das Bild war ganz anders, wenn man *Mnium punctatum* oder *affine*, *serratum* oder *cuspidatum* untersuchte

¹⁾ Karl Hecht, Studien über den Vorgang der Plasmolyse. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, XI., 1912.

und wieder ganz anders, wenn man *Plagiochila asplenioides* und das zarte, großblättrige *Mnium undulatum* oder die starken Blätter von *Pogonatum nanum* und *Polytrichum* nahm. Ja, es machten sich Unterschiede in der Art und Zeit der Quellung bemerkbar, wenn man frisch vom Walde geholtes Material an demselben Tage untersuchte oder 3—4 Tage später, ob das Moos im Winter oder im Sommer gesammelt wurde. Beachtenswert scheint es mir, daß ich im April die Quellung der Membran der einzelnen Moosarten verdoppeln, selbst verdreifachen mußte, um dasselbe Resultat zu erzielen wie im Februar, wo ich das Moos oft ganz gefroren nach Hause brachte. Worauf dies zurückzuführen ist, weiß ich nicht sicher, doch scheint der Schluß berechtigt, daß die Jahreszeit auf das Quellungsvermögen der Membran einen wesentlichen Einfluß hat. Nicht gleichgiltig ist es endlich bei einigen Moosen, ob man Blätter von fertilen oder sterilen Sprossen der Beobachtung unterzieht; jedes Blatt hat sein bestimmtes Optimum¹⁾.

Die Methoden 1—4 waren es auch, bei welchen am häufigsten Plasmolyse eintrat, besonders dann, wenn ich die Präparate ausfärben wollte. Infolgedessen rissen die Plasmaverbindungen und wurden mit dem Plasma zurückgezogen und nur einige Male sah ich noch Stücke derselben in der Membran zurückbleiben.

Sehr gute Dienste leistete Methode 5, die ich als Rhodankaliummethode bezeichne. Das Rhodankalium hat nämlich die gute Eigenschaft, die Membranen sehr stark zu quellen, weshalb ich es nicht für notwendig hielt, das Blatt 3—4 Stunden in der Lösung zu halten, sondern erwärmte letztere nur und gab das Präparat auf 5 Minuten in das warme — nicht mehr heiße — Reagens. Die Quellung war schon nach diesen wenigen Minuten vollständig und ließ mich weiter arbeiten.

Dabei nahm ich statt der Jodtinktur gewöhnlich Joddämpfe, wie sie auch sonst empfohlen wurden und beobachtete hierauf das Blatt entweder in Jodtinktur oder in Jodglyzerin. Die Dämpfe haben den großen Vorteil, daß sich im Präparate nur selten überschüssiges Jod absetzt, was bei den anderen Jodfärbungen beinahe nicht zu vermeiden ist und was zur Folge hat, daß die vielen Körnchen beim Tieferdrehen des Mikroskoptubus eine optische Täuschung hervorrufen, die den Untersucher leicht irreführen und ihn Plasmodesmen sehen lassen kann, wo tatsächlich nur ausgeschiedenes Jod liegt.

Beinahe dieselben Bilder wie mit der Rhodankaliummethode und Meth 3 bekommt man bei Anwendung der Meth. 6, 7, 9 und 8, wobei man bei den ersten drei mit gesättigter Chlorzinklösung, bei der letzten mit höchstens 10% H_2SO_4 arbeiten muß. Gerade bei der Meth. 8 schlich sich mir, als ich mit 25% bis 12% H_2SO_4 operierte, ein Fehler ein, der lebhaft an den von Kienitz-Gerloff bei *Thuidium delicatulum* und den von Kohl bei *Hookeria lucens* untergekommen erinnerte. (Vergl. Tabelle I.) Auf diese Weise behandelt, zeigte nämlich *Mnium punctatum* sehr starke Plasmastränge, welche sich zwischen den Plasmen erstreckten. Weil bei anderen Zellen wieder gewöhnliche Plasmolyse

¹⁾ Bei der Behandlung der Moose nach den Methoden 5—13 waren diese Unterschiede häufig verschwindend klein und traten nur bei den extremsten Formen (*Plagiochila*, *Webera*) krasser hervor.

desmen bemerkt wurden, hätte ich beinahe angenommen, daß es sich hier um feine und um außerordentlich dicke Plasmaverbindungen handelt. Der Versuch wurde wiederholt und zeigte immer dasselbe Bild. Doch handelt es sich hier sicher nicht um so starke Verbindungen, sondern um Ausfüllungen der Porenkanäle. Täuschend wird das Bild dadurch, daß wegen zu hastiger und starker Quellung die Porenwand zwischen den einzelnen aggregierten Plasmodesmen höchstwahrscheinlich abgelöst wird, worauf sich auch diese Fäden zu einem Strange vereinigen.

Ließ ich die Objekte zu lange Zeit in einer Jodlösung oder bei den verschiedenen Moosen in einem der Färbemittel liegen, so fügte ich zur Aufhellung nicht Alkohol hinzu, der mir fast sämtliche Präparate zerstörte, sondern Methylgrünessigsäure, welche die Plasmaverbindungen stärker hervortreten ließ, als ob sie durch dieselbe rekonstruiert würden. Dieses Phänomen beobachtete ich vor allem an den gegen den Rand zu gelegenen Zellen des Blattes von *Fontinalis antipyretica* und ich konstatierte auf diese Weise dort immer zahlreichere und zartere Plasmodesmen als gegen die Mitte zu.

Fig. 10. *Pogonatum nanum*. Längsschnitt durch die Seta. Meth. 13. Vergr. 720.

Fig. 11. *Mnium orthorhynchum*. Querschnitt durch die Blattrippe (Deuter und Bauchzellen). Meth. 13. Vergr. 350.

Fig. 12. *Mnium orthorhynchum*. Querschnitt durch die Blattlamina. Meth. 13. Vergr. 160.

Fig. 13. *Pogonatum nanum*. Querschnitt durch einen jungen Gametophyten. Meth. 13. Vergr. 720.

Wie die Figuren 10—13 zeigen, erzielt man mit Meth. 13 auch bei Quer- und Längsschnitten durch die genannten Objekte ganz gute Resultate, obschon das mit großen technischen Schwierigkeiten verbunden ist. Man sieht nur selten ein einheitliches Bild und muß daher mehrere Präparate gleichzeitig zuhülfe nehmen, um sich von dem Vorkommen der Plasmodesmen zwischen den einzelnen Zellen der Blattrippe, wie Bauchzellen und Deutern, Assimilationsleisten und Bauchzellen, Rückenzellen und Stereiden usw. zu überzeugen. Zwischen allen diesen Zellen sah ich Plasmaverbindungen, oft nur eine, aber auch zwei bis sechs, bei verschiedenen Schnitten verschieden, doch nie so schön wie oft im Blatte selbst. In dieser Hinsicht wurden mehrere *Mnium*-Arten und Polytrichaceen, besonders *Pogonatum nanum* und *Polytrichum formosum* mit positiven Erfolge untersucht.

Von den Seten und den Gametophytenstengeln, die ich einer Beobachtung unterzog, fand ich keines ohne Plasmodesmen, welche sowohl an Quer wie an Längsschnitten deutlich zu sehen waren. Untersucht wurden *Anomodon viticulosus*, *Catharinaea undulata*, *Fissidens taxifolius*, *Fontinalis antipyretica*, *Mnium undulatum*, *Pogonatum nanum*, *Polytrichum formosum*, *Radula complanata* und *Rhynchostegium rusci-forme*.

Wie Kienitz-Gerloff (siehe Anmerkung 11, Tabelle I) konnte ich zwischen Sporophyt und Gametophyt keine Plasmaverbindungen nachweisen, weder an Quer- noch an Längsschnitten.

Fig. 14 u. 15. *Fissidens taxifolius*. Meth. 13. Vergr. 540. Sehr interessant war es mir bei einigen *Mnium*-Arten, bei *Plagiochila asple-*



THE LIBRARY
OF THE
PROVINCE OF QUEBEC



THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF TORONTO

nioides und *Fissidens taxifolius* zu sehen, wie sich die Plasmodesmen bei Verwundung verhalten. Zu diesem Zwecke schnitt ich die Hälfte des Blattes weg und untersuchte das so verwundete Blatt nach $4\frac{1}{2}$ Stunden, während welcher Zeit es am Sprosse gelassen und feucht gehalten wurde. Fig. 14 ist eine Partie aus dem Blattinnern, Fig. 15 von der Stelle, wo der Schnitt *s* ausgeführt wurde. Während in der ersten Figur die Grenz- wand zweier benachbarter Zellen ca. 9 Plasmodesmen aufweist, sind dieselben in der Nähe der verwundeten Stelle *s* — Fig. 15 — entweder ganz verschwunden oder es ist deren Zahl auf ein Minimum herab- gesunken; die Verwundung bedingt also ein Verschwinden der Plasma- verbindungen.

Zusammenfassung.

1. An der Hand eines großen Versuchsmaterials und mit Hilfe von vielen Methoden und Modifikationen derselben wurde nachgewiesen, daß Plasmodesmen bei Moosen, und zwar sowohl bei Laub- wie bei Lebermoosen ganz allgemein und oft in sehr großer Zahl (*Plagiochila* ca. 1000 in einer Zelle) verbreitet sind.

2. Sie finden sich in den verschiedenen Teilen der einzelnen Moos- pflanze, in Blatt, Seta und Stengel des Gametophyten, woselbst sie sowohl an Quer- wie an Längsschnitten nachgewiesen werden können. Alle Zellen des Blattes hängen miteinander durch Plasmodesmen zu- sammen.

3. Wenn ich bei drei von den untersuchten Moosen sowie in den Rhizoiden keine Plasmodesmen finden konnte, so spricht das wohl mit großer Wahrscheinlichkeit dafür, daß bei der ungemein großen Zartheit und Kleinheit der Zellen die technischen Mittel für den Nachweis der Plasmodesmen nicht ausreichen und daß für gewisse Moose (*Webera complanata*) selbst die bestbewährte Methode nicht vollkommen ent- sprechend ist.

4. Zwischen Sporophyt und Gametophyt konnte ich keine Plasmodesmen konstatieren.

5. Bei Plasmolyse verschwinden die Plasmaverbindungen der Moos- blattzellen und werden innerhalb zweier Tage nicht regeneriert (Stras- burger).

6. Bei Verwundung werden die Plasmodesmen in der Nähe der verwundeten Stelle entweder sämtlich zerstört oder eingezogen oder es wird die Zahl derselben auf ein Minimum reduziert.

7. Von den zahlreichen zur Anwendung gekommenen Methoden leistete mir die besten und schönsten Resultate Meth. 13:

- a) 5–20 Minuten gesättigte Jodtinktur (eventuell Jodtinktur + Jodjodkali, 1% oder 3% Osmiumsäure);
- b) Auswaschen;
- c) ca. 5 Stunden in 25% H_2SO_4 ;
- d) 5 Minuten oder weniger Gemisch von 25% H_2SO_4 + Methylviolett;
- e) das in 10–25% H_2SO_4 unter das Deckglas gebrachte Präparat über der Gas- flamme leicht erwärmen und sofort untersuchen.

8. Meine Untersuchungen erstreckten sich auf 40 Moose, 8 Leber- und 32 Laubmoose. Abgesehen von mehreren Arten, die bereits von

anderen Autoren untersucht worden sind, habe ich noch bei folgenden Moosen den Plasmodiesmennachweis erbracht:

1. Lebermoose:

<i>Frullania dilatata</i> ,	<i>Plagiochila asplenoides</i> ,
<i>Madotheca platyphylla</i> ¹⁾ ,	<i>Radula complanata</i> .
<i>Pedinophyllum interruptum</i> ,	

2. Laubmoose:

<i>Anomodon viticulosus</i> ,	<i>Mnium orthorhynchum</i> ,
<i>Brachythecium velutinum</i> ,	„ <i>serratum</i> ,
<i>Bryum capillare</i> ,	„ <i>stellare</i> ,
<i>Ceratodon purpureus</i> .	„ <i>undulatum</i> ,
<i>Dicranella heteromalla</i> ,	<i>Plagiothecium undulatum</i> ,
<i>Dicranum undulatum</i> ,	<i>Pogonatum nanum</i> ,
<i>Fissidens taxifolius</i> ,	<i>Polytrichum piliferum</i> ,
<i>Fontinalis antipyretica</i> ,	<i>Sphagnum cymbifolium</i> ,
<i>Hypnum cupressiforme</i> ,	„ <i>quinquefarium</i> ,
<i>Isothecium myurum</i> ,	<i>Tortula tormentosa</i> ,
<i>Mnium cuspidatum</i> ,	<i>Rhynchostegium rusciforme</i> .

Mit negativem Resultate untersuchte ich *Leucobryum glaucum* und *Webera complanata*.

Über den Bastard *Roripa austriaca* × *silvestris* und dessen Vorkommen in Mähren.

Von Dr. Anton Fröhlich (Graz).

Während meines mehrmonatigen Aufenthaltes in Kremsier im Sommer 1913 hatte ich vielfach Gelegenheit, hier und in der weiteren Umgebung²⁾ sehr interessante *Roripa*-Formen zu beobachten, welche in ihrer Tracht und ihren Merkmalen zum Teil der *R. silvestris*, zum Teil der *R. austriaca* recht nahe kamen oder auch die Mitte zwischen diesen beiden Arten hielten. Nebstdem sah ich hier auch solche *Roripa*-Formen, welche zwischen *R. silvestris* und *R. amphibia* intermediär erschienen.

Ich will nun diese Formen hier einer eingehenden Erörterung unterziehen, hauptsächlich in der Hinsicht, ob es Bastarde sind oder nicht.

Die Abhandlung gliedert sich im wesentlichen in drei Abschnitte³⁾. In dem ersten wird einleitend ein Überblick über die Hauptmasse der

1) Jaroslav Peklo, „Studien über die Inaktivierung der Kohlensäureassimilation und der Chlorophyllbildung“. Franz-Josef-1-Akademie der Wissenschaft, Prag, 1913.

Auton hat in dieser in tschechischer Sprache erschienenen Abhandlung, von welcher ich erst nach Abschluß meiner Arbeit erfuhr und durch die Liebesswürdigkeit des Verfassers eine Übersetzung des mich interessierenden Teiles erhielt, Mitteilungen gemacht über Plasmodiesmen bei *Madotheca platyphylla* und *Calyptogeia*, wobei er bei ersterer mit Jodjodkalium (55 g Jk, 2 g J, 75 cm³ H₂O), bei letzterer mit Na₂CO₃ (1 Stunde in konz. Lösung bei 53° C) und sehr starkem Jodjodkalium arbeitete.

2) u. zw. bei Hallein und Zahlenitz; nebstdem aber auch bei Ung.-Hradisch, an Feldrändern längs der Nordbahnstrecke.

3) Am Schlusse ist diese Gliederung nochmals kurz skizziert.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [064](#)

Autor(en)/Author(s): Piskernik Angela

Artikel/Article: [Die Plasmaverbindungen bei Moosen. 107-120](#)