

Zu 52 und 53. *Microspongium* nenne ich ein bislang nicht beschriebenes Genus, welches durch zwei Arten vertreten ist. *M. globosum* bildet kleine kugelige Polster an alten *Zostera*-Blättern, Cladophoren, *Bryopsis*, Polysiphonien etc. von ca: 1 mm Durchmesser; *M. gelatinosum* linsenförmige, durch Gallerte zusammengehaltene, 1 bis 2 mm breite Lager auf Muscheln, Steinen und Fucus. Uniloculäre Sporangien sind unbekannt¹⁾; die pluriloculären sind schotenförmig und gleichen deren von *Elachistea*. Von dieser Gattung unterscheidet sich aber *Microspongium* durch das Fehlen der langen einfachen Assimilationsfäden. Die Rasen bestehen aus radiär verlaufenden, mehr oder weniger verzweigten Fäden; die Gliederzellen der Fäden enthalten 1 bis 4 flache Chromatophoren. An den Fäden entspringen seitlich die Sporangien. Die Fäden selbst wachsen aus einem der Oberfläche des Substrats anhaftenden Hypothallus hervor, dem auch lange, farblose Haare mit basalem Wachsthum entspringen.

Die im Vorstehenden aufgeführten neuen und weniger bekannten Phäosporeen werden an anderer Stelle eine eingehende, durch Abbildungen erläuterte Darstellung finden.

3. Carl Müller: Ueber phloëmständige Secretkanäle der Umbelliferen und Araliaceen.

(Mit Tafel II.)

Eingegangen am 30. Dezember 1887.

Die Secretkanäle der Umbelliferen und Araliaceen sind so häufig Gegenstand vergleichend-anatomischer Forschung gewesen, dass man annehmen sollte, es seien zum Mindesten die rein descriptiven That-sachen zur Genüge klargestellt worden. Gründe zu dieser Annahme dürfte man zunächst darin suchen, dass ja die Umbelliferen in stattlicher Anzahl zu den leicht erreichbaren Vertretern unserer heimischen Flora zählen,²⁾ andererseits aber darin, dass bis in die neueste Zeit einige der anerkannt tüchtigsten Anatomen, besonders französische Forscher

1) In den Polstern von *Micr. gelatinosum* wächst mitunter *Streblonema sphaericum*, dessen uniloculäre Sporangien dann leicht für diejenigen von *Microspongium* gehalten werden können.

2) POTONIE zählt in seiner Flora von Nord- und Mitteldeutschland (3. Aufl.) nicht weniger als 93 Species auf.

sich gerade speciell mit der Vertheilung und dem Bau der Secretkanäle der Umbelliferen und Araliaceen beschäftigt haben. Zunächst hat TRÉCUL in zwei Mittheilungen „Des vaisseaux propres dans les Umbellifères“ in den Comptes rendus von 1866, T. LXIII, p. 154 ff., abgedruckt in den Ann. sc. nat. 5 sér. T. V, p. 275—300, und „Des vaisseaux propres dans les Araliacées“ in den Comptes rendus von 1867, T. LXIV, p. 886 ff., abgedruckt in den Ann. sc. nat., 5. sér. T. VII, p. 54—72, die Secretkanäle von Wurzel, Stamm und Blatt behandelt und ihr Vorkommen in der Rinde und dem Marke nachgewiesen. Seine Mittheilungen wurden durch die Arbeiten von VAN TIEGHEM ergänzt, welcher in seiner Abhandlung über die Symmetrie im Aufbau der Pflanzen (Ann. sc. nat., sér. V., T. XIII, 1871, p. 228 und 234) die Anordnung der Secretkanäle in dem Pericambium der Wurzeln beider genannten Pflanzenfamilien anführte. Die Secretkanäle entwickeln sich hier bereits in der Periode der primären Ausgestaltung. Eine ausführlichere Darstellung der in der eben citirten Arbeit nur beiläufig erwähnten Verhältnisse gab derselbe Verfasser ein Jahr später in seinem ersten „Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes“ (Ann. sc. nat., V. sér. T. XVI, 1872, p. 141—163). Es wird hierin ausgeführt, dass die Secretkanäle meist in ungerader Zahl mitten vor den Xylemplatten des Wurzelcylinders im Pericambium gebildet werden, dass aber ausser diesen „supravascularen“ Kanälen auch vor jeder Phloëmgruppe, etwa vor ihrer Mitte, im Pericambium je ein Secretkanal entstehen kann. Aus dieser Anordnung der pericambialen Wurzelsecretkanäle resultirt denn auch die aussergewöhnliche, seitliche Verschiebung der Anlagen der Nebenwurzeln; sie entwickeln sich zwischen je einem der supravascularen und dem nächsten vor dem Phloëm entwickelten Secretkanäle.¹⁾

VAN TIEGHEM führt nun weiter aus, dass im Laufe des secundären Dickenwachsthumes der Umbelliferenwurzeln neue Secretkanäle erzeugt werden, welche je nach der Species in grösserer oder geringerer Zahl im secundären Phloëm zwischen den Siebröhren liegen. Diese Kanäle sind ursprünglich eng, von vier Specialzellen umgeben, erweitern sich jedoch später und erscheinen auf Querschnitten in bogigen und zugleich radialen Reihen²⁾. In gleicher Weise verhalten sich auch die Araliaceen. Bei einigen Umbelliferen entwickeln sich zudem noch xylemständige Secretkanäle im secundären Wurzelholze, auf welche bereits TRÉCUL (l. c.) aufmerksam gemacht hat. Er führt die Wurzeln von *Opopanax Chironium* und *Myrrhis odorata* als Beispiele eines solchen Vorkommens an. Uebrigens ist auf das Vorhandensein von Secretkanälen in der secun-

1) Man vergleiche auch die zusammenfassende Darstellung in DE BARY's Vgl. Anat., Cap. XIII, pag. 462—465.

2) Man vergl. auch die Angaben von TSCHURCH im Arch. d. Pharm. 24. Band 1886, Heft 19.

dären Rinde der Wurzeln der Umbelliferen sowie in der secundären Rinde von Araliaceen, insbesondere der Stämme von *Cussonia* und *Hedera* von N. J. C. MÜLLER fast gleichzeitig mit dem Erscheinen der TRÉCUL'schen Arbeit hingewiesen worden.¹⁾ MÜLLER kam es dabei wesentlich auf die Vertheilung des Harzes und der Secrete an, sowie auf den Nachweis der schizogenen Entstehungsweise der Kanäle. Die Localisation derselben wird nur unvollkommen angedeutet; jedenfalls ist die Bezeichnung „secundäre Rinde“, die MÜLLER anwendet, höchst ungenau. Für *Cussonia* spricht er sogar von „mächtigen Schichten jugendlicher secundärer Rindenparenchymzellen“, deren Radialreihen behufs Bildung der Secretkanäle auseinander weichen. Aehnliche Angaben finden sich auch in SACHS' Lehrbuche, in welchem „saft-führende Intercellulargänge an der Grenze von Cambium und Weichbast gelegen, sowie grössere und ältere Gänge an der Grenze von Bast und Rindenparenchym liegend“ für *Hedera Helix* abgebildet sind.²⁾ Die SACHS'schen Figuren sind auch in DE BARY's Vergl. Anatomie übergegangen (l. c. p. 212).

VAN TIEGHEM hat sich in seinem oben citirten Aufsätze allein auf die Erörterung der Secretkanäle in den Wurzeln beschränkt, bezüglich der Secretkanäle in Stämmen und Blättern glaubte er einfach auf die TRÉCUL'schen Angaben verweisen zu dürfen, da diese den Gegenstand mit genügender Ausführlichkeit behandelt hätten. Nichtsdestoweniger hat sich VAN TIEGHEM nachträglich selbst mit der Frage nach der Vertheilung der Kanäle in den oberirdischen Organen der Umbelliferen und Araliaceen beschäftigt, und da seine Beobachtungen die TRÉCUL'schen als nicht ausreichend erwiesen, so theilte er die Resultate seiner Untersuchung im Bull. de la Soc. botan. de France von 1884, p. 29–32 mit und nahm die hier gegebene Darstellung in sein zweites „Mémoire sur les canaux sécréteurs“ in die Ann. sc. nat., 7. sér. T. 1, 1885, p. 22–27 als wörtlichen Abdruck auf.

Diese neueste VAN TIEGHEM'sche Darstellung gipfelt nun in dem Resultate, dass ausser den von TRÉCUL gesehenen Kanälen der Rinde und des Markes allen Umbelliferen und Araliaceen in Stämmen und Blättern ein hiervon scharf zu trennendes System von Secretkanälen im Pericyclus, d. h. in jener Schicht eigen sei, welche dem Pericambium der Wurzeln äquivalent ist. Es wird dabei ganz besonders und auf's Eindringlichste hervorgehoben, dass diese letzteren, von TRÉCUL gänzlich übersehenen Secretkanäle in keinem der beobachteten Fälle dem Phloëm („liber“) zugerechnet werden dürfen, dass ihre Localisation

1) N. J. C. MÜLLER: Untersuchungen über die Vertheilung der Harze, ätherischen Oele, Gummi und Gummiharze, etc. Pringsheims Jahrb. V., 1866–67, p. 412–418 und 426–429.

2) Die unveränderte Darstellung findet sich auch in SACHS's Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 1882, p. 215 ff. wieder.

in allen Fällen dieselbe sei, immer seien sie in das Gewebe des „gemeinsamen“ oder des „speciellen“ Pericyclus eingesenkt. Dabei können zwar die Secretkanäle dem Phloëm mehr oder weniger genähert sein, aber niemals liegen sie in diesem.¹⁾ Als Beispiele hierzu führt VAN TIEGHEM Stamm und Blatt von *Hydrocotyle vulgaris*, *Bupleurum fruticosum* u. a., *Myrrhis*, *Chaerophyllum*, *Panax*, *Hedera* etc. und die Blattstiele von *Eryngium campestre* an.

Der VAN TIEGHEM'schen Ansicht schliesst sich P. VUILLEMIN unbedingt an. In einem Aufsätze „Sur l'anomalie du système sécréteur du *Hydrocotyle*“ theilt er im Bull. Soc. Botan. de France, T. 32, 1885, Session extraordinaire, p. CI—CIV mit, dass *Hydrocotyle solandra* nur im zartwandigen Gewebe des Pericyclus seiner Stamm- und Blattbündel Secretionskanäle führt. Bei *Hydrocotyle bonariensis* liegt im Pericyclus jedes Bündels jederseits ein Secretkanal, dessen Zellen an die Endodermis grenzen; ausserdem bildet sich vor jedem Bündel ein rindenständiger Kanal. Im Blattstiel dieser Art führen die beiden, den Rücken desselben durchziehenden Leitbündel je 4—5 Secretkanäle in ihrem Pericyclus, während drei, eine mittlere Gruppe bildende Bündel des Blattstieles an gleicher Stelle zusammen sieben Secretkanäle aufweisen.

Ich habe nun anlässlich einer anatomischen Untersuchung der Blattstiele der Dicotylen Gelegenheit genommen, die Vertheilung der Secretkanäle zunächst in den Blattstielen einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von Umbelliferen der Beobachtung zu unterziehen und bin dabei zu Resultaten gelangt, welche sich zum Theil nicht mit den oben besprochenen in Einklang bringen lassen, welche vielmehr unzweifelhaft das Vorhandensein eines bisher völlig übersehenen, phloëständigen Systemes von Secretkanälen erwiesen haben, auf welches aufmerksam zu machen der Zweck dieser Mittheilung sein soll²⁾.

Führt man beispielsweise einen Querschnitt durch den mittleren Theil des Blattstieles einer *Astrantia*-Species, so findet man entsprechend dem äusseren Umriss des Schnittes im parenchymatischen Grundgewebe eine Reihe isolirter Leitbündel. Diese traciren eine hufeisenförmige Curve, deren Endpunkte durch je eines der an den oberen Kanten des Blattstieles gelegenen Bündel gebildet wird, deren Mitte das in der Mediane des Blattstieles unterseits gelegene Bündel andeutet. Ich will diese Curve als Leitbündelcurve bezeichnen. Ihre Concavität ist

1) Es heisst in der Zusammenfassung der Beobachtungen, l. c. p. 26: „Le système de canaux sécréteurs qui existe seul dans les racines, dans la tigelle et dans les cotylédons se continue indéfiniment au dessus des cotylédons dans la tige et les feuilles à sa même place, c'est-à-dire dans le péricycle, général ou particulier, plus ou moins près du liber des faisceaux libéroligneux, mais non dans le liber“.

2) TSCHIRCH giebt l. c. an, dass man im Stengel von *Scorodosma Asa foetida* im Siebtheil der markständigen Bündel stets „einen grossen, nach innen zu noch einseitig von Siebelementen umgebenen Milchkanal“ findet. Ebenso verhalten sich die markständigen Bündel in der Inflorescenzaxe von *Opopanax orientale* (Fig. 15).

nach der Blattstieloberseite hin gerichtet. In der Mehrzahl der Fälle ist bei solcher Anordnung das mittlere Bündel das grösste, nach rechts und links fortschreitend nehmen die Bündel schrittweis an Grösse ab; die dem rechten und linken oberen Blattstielrande zunächst liegenden Bündel sind die kleinsten. Es ist dies eine Folge der succedanen Bildung der Procambiumstränge, aus welchen die Stränge hervorgegangen sind.

Nun ist es bekannt, dass jedem der Bündel bei den Umbelliferen im Allgemeinen je ein unmittelbar unter der Epidermis liegender Collenchymstrang entspricht, unter welchem mit grosser Regelmässigkeit ein Secretkanal verläuft, welcher in einigen Fällen, wie AMBRONN nachgewiesen hat,¹⁾ mit dem Collenchymstrang aus gemeinsamer Cambiumanlage hervorgegangen ist. Das Parenchym zwischen dem Collenchymstrange und dem Secretkanale soll einer nachträglichen Querverfächerung der Cambiumzellen seinen Ursprung verdanken, es ist als Epenparenchym zu bezeichnen. Uebrigens wechselt die Lage der unter den Collenchymrippen liegenden Kanäle insofern, als sie je nach der Species sich dem correspondirenden Bündel mehr oder weniger nähern. Bei den *Astrantia*-Blattstielen liegen die Secretkanäle entweder halbwegs zwischen Collenchymstrang und Leitbündel, oder sie liegen näher dem letzteren; ebenso verhalten sich *Hacquetia* und viele andere Umbelliferen, ja oft liegen die Secretkanäle in unmittelbarer Nähe des Bündels. Ob auch in solchen Fällen die besprochenen Kanäle mit den Collenchymsträngen aus gemeinsamer Anlage hervorgehen, möchte ich vor der Hand bezweifeln.

Jedes Leitbündel eines *Astrantiablattstieles* erscheint nun auf dem Querschnitte als collaterales, doch so, dass das der Peripherie des Blattstieles zugewandte Phloëm nierenförmig, das relativ schwach entwickelte rundlich umgrenzte Xylem umfasst.²⁾ Bei *Astrantia Biebersteinii*, *helleborifolia* und *major* liegt vor jedem Phloëmenteile ein „halbmöndförmiger“ Sclerenchymbelag, eine Bastichel. bei *Astrantia neglecta* grenzt sich das Phloëm nach aussen zumeist durch collabirtes, etwas collenchymatisches Protophloëm gegen das Grundgewebe ab. Nur einzelne Zellen oder einschichtige, kurze Tangentialreihen zeigen weites Lumen bei starker Wandverdickung. Im Uebrigen heben sich die Astrantienbündel gegen das weitleumige zartwandige Grundgewebe durch engere Zellen im Umkreise des Bündels ab, doch keineswegs so

1) AMBRONN: Ueber die Entwicklungsgeschichte und die mechan. Eigenschaften des Collenchyms. Pringsh. Jahrb. 1879—81, Bd. XII, p. 479 ff.

2) Den Blättern der Astrantien, besonders von *Astrantia major* sind die Blätter von *Trollius europaeus* äusserlich zum Verwechseln ähnlich. Der Blattstielquerschnitt zeigt auch hier dieselbe Leitbündelcurve. Das einzelne Leitbündel von *Trollius* zeigt aber bezüglich seiner Querschnittsform gerade das entgegengesetzte Verhalten. Das Phloëm wird hier von hinten her von dem Xylem halbmöndförmig umschlossen.

scharf, dass man ohne Zwang von einer geschlossenen Endodermis und einem Pericambium (= Pericyclus VAN TIEGHEM's) sprechen könnte.¹⁾

Was nun die weitere Vertheilung der Secretkanäle in den Blattstielen der Astantien betrifft, so findet sich jederseits auf der Flanke des Xylemtheiles jedes Bündels ein Secretkanal, welchen ich allgemein als Flankenkanal bezeichnen werde. Die beiden Randbündel an den Enden der Leitbündelcurve zeigen oft nur einen solchen Flankenkanal, welcher bei *Astrantia major* den hinteren, bei anderen oft den vorderen Bündelrand begleitet.²⁾ Solche Flankenkanäle hat VAN TIEGHEM bei *Bupleurum*-Arten, *B. fruticosum*, *angulosum*, *graminifolium* und *ranunculoides* sowie bei *Eryngium planum* beobachtet. Er rechnet sie ausdrücklich zu den Kanälen des Pericyclus. Ich will mich an dieser Stelle nicht auf eine diesbezügliche Discussion einlassen, nur möchte ich erwähnen, dass die Flankenkanäle bei anderen Umbelliferenspecies, wie bei *Apium graveolens*, *Imperatoria Ostruthium*, *Angelica silvestris*, *Thyselinum palustre* etc., soweit vom Xylem entfernt liegen, dass man sie besser dem Grundgewebe als dem Bündel zurechnet.

Ausser den bisher besprochenen Secretkanälen sieht man nun im Phloëtheil jedes Bündels eine je nach der Kräftigkeit desselben wechselnde Anzahl von Sekretkanälen, welche auf keinen Fall dem Pericyclus angehören können, selbst wenn man die constante Existenz desselben annehmen will. Bei den Bündeln der *Astrantiablattstiele* liegen sie zumeist mitten im Phloëmkörper (Taf. II), bisweilen dem Sclerenchymbelag, sofern er vorhanden, genähert (Fig. 2), in anderen Fällen dem Xylemtheile benachbart (Fig. 3, 4, 7), immerhin aber noch in dem functionstüchtigen Phloëmkörper. Ein sehr schönes Beispiel bieten unter den Astantien die Blattstiele der *Astrantia helleborifolia* (Fig. 1). Hier liegen die Kanäle oft so nahe bei einander, dass ihre regellose Vertheilung durch das Phloëm auf einem und demselben Gesichtsfelde ersichtlich wird. Sehr auffällig wird die Lage der phloëständigen Secretkanäle bei *Astrantia Biebersteinii* und *major*. Hier liegt fast regelmässig ein Secretkanal in der Symmetrieebene des Bündels und zwar in unmittelbarem Contact mit dem Xylemkörper, welcher sich gegen das Phloëm durch lückenlos aneinanderschliessende libriformähnliche Gefässe wie durch eine innere Bastsichel abschliesst (Fig. 3, 5). Es ist zwischen die libriformartigen Gefässe kein Holzparenchym eingeschaltet, wie es zwischen den weiten, niemals radialgereihten, aus der ersten Wachstumsperiode stammenden Spiralgefässen der Umbelliferenbündel immer entwickelt ist. Die libriformähnlichen Gefässe entstammen einem begrenzten, secundären Dickenwachstume des Bündels. Das Vorhandensein eines solchen macht es verständlich,

1) Zu letzterem würde der besprochene Sclerenchymbelag gerechnet werden müssen, wenn man der VAN TIEGHEM'schen Auffassung beipflichten wollte.

2) Ich wende hier „vorn“ und „hinten“ im morphologischen Sinne, d. h. in Bezug auf die Median- und Transversalebene des Blattstieles an.

dass bisweilen der das Xylem berührende Secretkanal gleichsam in das Xylem einsinkt, dass er von hinten her beiderseits vom Xylem umwachsen wird, bis endlich eine völlige Ueberwallung des Kanales durch das Xylem droht. In einzelnen Fällen wird diese sogar perfect, das Bündel enthält einen mittleren, ursprünglich phloëständigen, nunmehr xylemständigen Secretkanal. Solche Vorkommnisse beobachtete ich wiederholt bei den Blattstielen von *Astrantia Biebersteinii* (Fig. 5) und *Astr. major*.

Was die Zahl der in je einem Phloëmkörper der *Astrantiabündel* vorhandenen Kanäle betrifft, so schwankte dieselbe bei *Astrantia Biebersteinii* zwischen 2 und 6; die 72 Blattstielbündel eines Querschnittes wiesen im Ganzen 56 Kanäle auf. Bei *Astrantia major* kamen 37 Kanäle auf 8 Bündel, bei *Astrantia neglecta* zählte ich 55 Kanäle bei 11 Bündeln. Die durchschnittliche Zahl der phloëständigen Kanäle beläuft sich bei diesen Arten also auf etwa 5 pro Bündel. Viel grösser ist die Zahl der phloëständigen Kanäle bei *Astrantia helleborifolia*. Die kleinsten Bündel enthielten zwar nur 1 resp. 3 phloëständige Kanäle, das mediane aber zeigte nicht weniger als 8. Im Ganzen kamen bei dieser Art 69 Kanäle auf 11 Bündel.

Aehnlich wie die Astrantien verhält sich die nahe verwandte *Hacquetia Epipactis*. Ich beobachtete hier bis 12 und 13 Secretkanäle in einem Phloëmkörper; auf 9 Blattstielbündel kamen in Summa 58 phloëständige Kanäle, mehr als die Summe der (freilich weiteren) Flankenkanäle und der unter den Collenchymrippen liegenden Kanäle beträgt.

Was übrigens die Weite der phloëständigen Secretkanäle angeht, so ändert diese mit der Species. In allen Fällen sind die phloëständigen Kanäle im Verhältniss zu den unter den Collenchymrippen liegenden sehr eng. Für die von mir entworfenen Bilder wandte ich SEIBERT's Syst. VI. an, welches mit der Camera eine 600-fache Vergrösserung liefert. Die Flankenkanäle halten bezüglich ihrer Weite die Mitte zwischen den beiden vorerwähnten Formen.

Je nach der Species ist auch die Anzahl der je einen Secretkanal umgebenden secernirenden Zellen, welche ich mit VAN TIEGHEM Specialzellen nennen will, verschieden. Bei den Astrantien wechselt ihre Zahl zwischen 3 und 5, die Mehrzahl der Kanäle zeigt 4 Specialzellen. Von den 56 phloëständigen Kanälen eines Blattstielquerschnittes von *Astrantia Biebersteinii* zeigte nur einer 3 Specialzellen, 38 je vier, 17 je fünf. Unter den 39 phloëständigen Kanälen von *Astrantia major* waren 3 mit je drei, 29 mit je vier, 7 mit je fünf Specialzellen versehen. Es überwiegen hier also die Kanäle mit vier Specialzellen ganz bedeutend. Bei *Astrantia helleborifolia* ändert sich das Verhältniss dahin, dass hier mehr mit drei Specialzellen ausgestattete Kanäle auftreten; es kamen in einem Falle 13 dreizellige auf 51 vierzellige neben 5 fünfzelligen.

Bei *Hacquetia Epipactis* beobachtete ich nur vier- und fünfzellige

Secretkanäle auf den Querschnitten des Blattstieles, erstere in der Ueberszahl (49 auf 9 der letzteren).

Die Orientirung der secernirenden Zellen ist übrigens keineswegs eine durchgängig bestimmte; es würde eine solche eine gesetzmässige Zelltheilungsfolge bei der Anlage des Phloëmkörpers voraussetzen, welche in der That aber nicht vorhanden ist. Höchstens machen sich Druck- und Verschiebungserscheinungen bemerkbar und zwar in der Weise, dass der Umriss des Complexes der Specialzellen bald tangential, bald radial, bald schief gestreckt erscheint. Nur die dem Xylemkörper unmittelbar anliegenden Kanäle liegen in der Regel so, dass die secernirenden Zellen bei Vierzahl zu Paaren auf gleichen Radius liegen, während die den Kanal begrenzenden Wandtheile ein Viereck bilden, dessen Seiten diagonal zum vierseitigen Umriss des ganzen Zellkomplexes gerichtet sind.

Noch eines mag hervorgehoben werden. Für gewöhnlich ist das Lumen der secernirenden Zellen viel geräumiger als das der benachbarten Phloëmzellen, ihre Wand viel schärfer contourirt, während die Phloëmelemente stark lichtbrechend sind und daher selbst bei beträchtlicherer Wanddicke sehr weiche Contour zeigen, so dass nach dieser Richtung hin das Wort Weichbast treffend kennzeichnet, obwohl das Wort „weich“ in dieser Zusammensetzung ursprünglich in anderer Relation gebraucht sein dürfte. Am augenfälligsten werden die phloëständigen Kanäle jedoch in Folge der Alkoholbehandlung des Untersuchungsmateriales. Verwendet man zu den Schnitten Blattstiele, welche einige Zeit in Alkohol aufbewahrt worden sind, so findet man in den Siebröhren und namentlich in den Geleitzellen dicke Protoplasmaklumpen, während die Specialzellen der Secretkanäle völlig inhaltsleer oder doch äusserst inhaltsarm erscheinen, so dass die ganze Gruppe als transparente Insel im Phloëmkörper sich abhebt. Es wird daher sehr wahrscheinlich, dass die Inhaltsmasse der Specialzellen neben wenig Plasma vorwiegend von irgend einem in Alkohol löslichen Producte des Stoffwechsels, welches sonst das Lumen der Zellen erfüllt, gebildet wird. Ob das fragliche Product selbst schon ein ätherisches Oel ist, oder ob es nur die Muttersubstanz darstellt, aus welcher die ätherischen Oele und harz- oder milchähnlichen Emulsionen hervorgehen, welche das Lumen der Kanäle ausfüllen, lässt sich schwer erweisen. Jedenfalls weicht der Inhalt der Specialzellen von dem der benachbarten Elemente ab. Diese Beobachtung machte schon FRANK an den Anlagen der Secretbehälter in Umbelliferenfrüchten. Er giebt in seinen „Beiträgen zur Pflanzenphysiologie“ (Leipzig 1868) an, dass auf Querschnitten durch den unterständigen Fruchtknoten die späteren Oelkanäle vorgezeichnet sind durch rosettenförmige Gruppen rundlicher Zellen, welche durch ein etwas stärker lichtbrechendes, mehr oder weniger gelblich gefärbtes, dichtes Protoplasma von den übrigen gleichfalls Protoplasma führenden Zellen

unterschieden sind. (l. c., p. 128). Leider lässt uns die analytische Chemie hier noch ganz ohne Hilfsmittel, durch welche wir die Natur solcher Secrete ergründen können. Es ist nur bekannt, dass die Mehrzahl der ätherischen Oele Terpene und zwar Isomere von der Zusammensetzung $C_{10}H_{16}$ enthalten; diese Kohlenwasserstoffe sind vermischt mit Aldehyden, Säuren, Phenolen, zusammengesetzten Aethern und sicherlich auch Alkaloiden. Immerhin scheinen stickstoffhaltige Producte in relativ geringer Menge in den Secreten enthalten zu sein, HUSEMANN und HILGER führen in der 2. Auflage der „Pflanzenstoffe“ im 2. Bande, p. 910—968 eine grosse Zahl von Producten der Umbelliferen auf, unter denen nur das Coniin von der Zusammensetzung $C_8H_{17}N$ als stickstoffhaltiger Körper rangirt, von dem es obenein ganz zweifelhaft ist, ob er überhaupt aus den Secreten der Coniumkanäle entstammt¹⁾). Jedenfalls muss es für den Physiologen von besonderem Interesse sein, dass mitten in dem eiweissleitenden, d. h. stickstoffverwerthenden Phloëm der Umbelliferen vermuthlich stickstofffreie Producte von den phloëständigen Secretionsorganen erzeugt werden. Das „Phloëm“ der mit solchen versehenen Umbelliferenbündel ist also keine physiologisch-anatomische Einheit.

In dem bisher Mitgetheilten ist das Vorkommen der phloëständigen Secretkanäle nur für die Arten von *Astrantia* und für die nahe verwandte *Hacquetia* erwähnt worden. Damit ist aber die Verbreitung des phloëständigen Secretionssystemes keineswegs erschöpft, es kann vielmehr das Resultat ausgesprochen werden, dass ein solches der Mehrzahl der Umbelliferen zukommt. Es würde den Rahmen einer vorläufigen Mittheilung bei Weitem überschreiten, wollte ich die einzelnen Species nach gleichen Gesichtspunkten wie die oben erwähnten hier behandeln. Ich will mich daher zunächst nur mit der Aufzählung derjenigen Arten begnügen, für welche ich die Vertheilung der phloëständigen Secretkanäle durch Zeichnungen und Aufnahme von Tabellen bereits fixirt habe. Es gehören hierher ausser den oben citirten folgende Arten, denen ich die minimale und maximale Anzahl der in je einem Phloëmkörper vorkommenden Kanäle in Klammern zufüge:

Aegopodium Podagraria (3—7).

Angelica silvestris (1—7).

Anthriscus silvestris (1—3).

Archangelica hungarica (3—5).

„ *officinalis* (3—5).

Apium graveolens (0—11).

Carum Carvi (0—2).

1) Wie mir Herr Dr. TSCHIRCH freundschaftlichst mittheilt, ist der Sitz des Coniins in den Früchten von *Conium maculatum* in einer bestimmten, zusammenhängenden Zellschicht zu suchen, in welcher das Coniin mit einem ätherischen Oele gemischt sich vorfindet. Vgl. darüber auch FLÜCKIGER und TSCHIRCH: Grundl. der Pharmakognosie. Berlin, 1885, S. 227 und Fig. 184 und 185.

- Chaerophyllum silvestre* (3—11).
Conioselinum Fischeri (1—4).
Conium maculatum (1—3).
Daucus Carota (1—4).
Euryangium Sumbul.
Ferula abyssinica (0—3).
Heracleum barbatum (1).
 „ *dissectum* (1—5).
 „ *pubescens* (0—7).
 „ *Sphondylium* (1—4).
Imperatoria Ostruthium (0—3).
Johrenia fungosa (1—3).
Meum athamanticum (1—5).
Myrrhis odorata (0—3).
Opoponax Chironium (1—5).
Pastinaca sativa (3).
Petroselinum sativum (2—9).
Peucedanum Bessarianum (bis 8).
 „ *Cervaria* (bis 4).
 „ *latifolium* (1—4).
 „ *longifolium* (1—2).
 „ *officinale* (1—7).
 „ *Oreoselinum* (2—4).
 „ *ruthenicum* (3—9).
Seseli elatum (2—7).
 „ *Feldtschenkianum* (1—2).
 „ *gracile* (1).
 „ *montanum* (1—4).
Silaus tenuifolius (3—5).
Sium latifolium (1—4).
Thysselinum palustre (1—4).
Trinia Kitaibelii (1—4).

Ebenso wie die Zahl der Kanäle in je einem Phloëmkörper schwankt ¹⁾, wechselt auch die Anzahl der Specialzellen eines Kanales sehr beträchtlich, bald überwiegt die Dreizahl, bald die Vierzahl, viel seltener die Fünfzahl. Die Sechszahl kam nur bei *Apium graveolens*, *Peucedanum officinale*, *Thysselinum palustre*, *Seseli montanum* und *Trinia Kitaibelii* an vereinzeltten Kanälen, viel häufiger bei *Angelica silvestris* zur Beobachtung. Ich zählte hier auf einem Blattstielquerschnitte mit 39 Leitbündeln im Ganzen 98 phloënmständige Secretkanäle; von diesen führten 2 je drei, 11 je vier, 39 je fünf, 27 je sechs, 14 je 7, 3 je acht und

1) Ohne Secretkanäle im Phloëm fand ich nur die Randbündel der Bündelkurve in den durch 0 bezeichneten Fällen. Vgl. die Aufzählung.

2 je neun Specialzellen. Letztere Zahl ist die maximale, welche ich an phloëständigen Kanälen überhaupt beobachtet habe.

Bezüglich der Bündel der Umbelliferenblattstiele mag noch erwähnt werden, dass sie nicht immer eine einzige Curve traciren. Bei *Angelica silvestris*, *Archangelica officinalis*, *Imperatoria Ostruthium*, *Euryangium* und *Meum athamanticum* kommen mehr oder minder complicirte Anordnungen vor, in einigen Fällen könnte man von rindenständigen und intercalirten Bündeln sprechen. Bei *Heracleum*-Arten, *Aethusa Cynapium*, *Daucus*, *Peucedanum*-Arten, *Silau tenuifolius* und *Conioselinum Fischeri* sind scheinbar regellos zerstreute „markständige“ Bündel im Blattstiele vorhanden, d. h. es liegen solche in dem von der „normalen“ Leitbündelkurve umschlossenen Grundgewebe. Die markständigen Bündel lassen sich bei *Peucedanum*, *Silau* und *Conioselinum* gruppenweis zu Curven zusammenfassen, welche ähnlichen Verlauf wie die äusserste, die Hauptbündelcurve, zeigen. Es kommt dabei gewöhnlich die monosymmetrische Anordnung der Bündel zum Ausdruck, welche dem dorsiventralen Character der Blattstiele entpricht. Bisweilen sind die Blattstiele von *Peucedanum*-Arten nur ganz wenig schief-asymmetrisch¹⁾; dagegen ist dieses in sehr hohem Grade bei *Silau tenuifolius* und noch mehr bei *Conioselinum Fischeri* der Fall. Für die Vertheilung der phloëständigen Secretkanäle ist jedoch die Bündelanordnung ganz gleichgültig. Die phloëständigen Kanäle kommen den Bündeln der Haupt- wie denen der Nebencurven, den „rindenständigen“ so gut wie den markständigen Bündeln zu.

Angesichts der weiten Verbreitung der phloëständigen Secretkanäle, welche aus den obigen Mittheilungen erhellt, könnte es befremdlich erscheinen, dass dieses Secretionssystem gerade von VAN TIEGHEM übersehen worden sein soll, gerade von dem Forscher, dem wir wohl die eingehendsten Studien über die öl- und harzführenden Kanäle, wenigstens was deren Vorkommen in bestimmten Pflanzenfamilien betrifft, verdanken. Diese Idee wollte vor allem mir selbst nicht recht in den Kopf, bis ich mich an diejenigen Objekten überzeugte, auf welche VAN TIEGHEM's Angaben in erster Linie gestützt sind. Ich untersuchte die Blattstiele von *Hydrocotyle vulgaris*, einiger *Bupleurum*-Arten, sowie die von *Eryngium* und — musste VAN TIEGHEM's Angaben bezüglich dieser Pflanzen als völlig zutreffend und correct bezeichnen! Keine unter ihnen führt phloëständige Secretkanäle, wohl aber fand ich die von VAN TIEGHEM als dem Pericyclus angehörig bezeichneten Secretkanäle im Umkreise des Bündels (Flankenkanäle, Kanäle vor dem Phloëmbelag, bei *Hydrocotyle* unter deutlicher Endodermis, und Kanäle auf der Innenseite des Xylemkörpers bei *Eryngium*). Ich suchte bisher bei folgenden Umbelliferen vergeblich nach phloëständigen Kanälen in Blattstielsbündeln, nämlich bei:

1) Ich bezeichne sie als plagiomorph.

Bupleurum falcatum.

„ *longifolium.*

Eryngium campestre, planum.

Sanicula europaea.

Petagnia saniculifolia.

Cicuta virosa.

Foeniculum capillaceum.

Anethum graveolens.

Oenanthe fistulosa.

Phellandrium aquaticum.

Pimpinella Saxifraga.

Aethusa Cynapium.

Coriandrum sativum.

An ein Uebersehen der phloëmständigen Kanäle kann meinerseits für diese Fälle nicht gedacht werden, da ich zum Theil ausserordentlich schöne Schnitte mustern konnte, abgesehen davon, dass ich mein Auge vorher sozusagen auf die Erkennung der phloëmständigen Kanäle dressirt hatte. Es kann also das Resultat ausgesprochen werden, dass nicht allen Umbelliferen phloëmständige Kanäle, wenigstens nicht in den Blattstielbündeln zukommen. Dadurch wird aber der Gedanke nahe gelegt, dass vielleicht bestimmte Tribus durch den Mangel an phloëmständigen Kanälen gekennzeichnet sein möchten. Diese Frage muss vor der Hand verneint werden. Die sämmtlichen von BENTHAM und HOOKER aufgestellten Tribus der Umbelliferen haben, sofern ich sie untersuchen konnte, Vertreter mit phloëmständigen Secretkanälen aufzuweisen¹⁾. Eine auf die Vertheilung der Secretkanäle Rücksicht nehmende Eintheilung der Umbelliferen würde jedenfalls nicht mit der Gruppierung nach exomorphen Charakteren übereinstimmen können.

Was nun die Angaben bezüglich der Araliaceen anbelangt, so muss ich auf Grund meiner Beobachtungen die VAN TIEGHEM'schen Behauptungen beanstanden. Wie bei den Umbelliferen, fand ich in den Bündeln der Blattstiele von *Hedera Helix*, *Aralia cordata*, *edulis*, *racemosa*, *quinquefolia* und *Sieboldi*, *Dimorphanthus mandschuricus*, *Acanthopanax spinosa*, *Oreopanax capitata* und *Gilibertia dentata* phloëmständige Secretkanäle vor. Sie sind bei diesen Pflanzen weniger zahlreich vorhanden, meist liegt nur ein Kanal in je einem Phloëmkörper. Der Secretkanal kann auch hier in jeder Region des Phloëms vorkommen, oft sah ich ihn in unmittelbarer Nähe des Holzkörpers. Die Zahl der secernirenden Zellen, welche auf einem Querschnitt getroffen werden, schwankt zwischen drei und sieben. Die Dreizahl konnte ich nur einige Male bei *Hedera Helix* beobachten; häufiger ist hier die Vierzahl vertreten. Bei den übrigen genannten Araliaceen scheint die Fünfzahl der Specialzellen vorzuwiegen. Es mag übrigens auch hier

1) Bisher konnte ich aus Mangel an frischem Material nicht untersuchen die Tribus der *Mulinæ*, *Echinophoreæ*, *Theocarpeæ*, *Cachrydeæ*, *Laserpitieæ*.

noch erwähnt werden, dass die bei *Aralia cordata*, *edulis*, *racemosa*, bei *Dimorphanthus mandschuricus* etc. auftretenden „markständigen“ Blattstielbündel, deren Phloëm dem Blattstielcentrum zugewandt ist, nicht der phloëständigen Kanäle entbehren, obwohl die Constanz ihres Auftretens an dieser Stelle schwankend wird.

In Bezug auf die Litteratur der Secretbehälter der Araliaceen mag übrigens noch erwähnt werden, dass die Saftbehälter in den Früchten von *Hedera Helix* bereits vor zwanzig Jahren von FRANK (Beiträge zur Pflanzenphysiol. 1868, p. 129—130) untersucht worden sind. Es wird für diese Behälter angegeben, es sind „weite Intercellularkanäle, welche den Basttheilen der das Fruchtfleisch durchziehenden Gefässbündel angehören“. Ihre Anlage fand FRANK als eine Rosette von vier mit etwa halbkreisförmigen Membranen gegen einander gerichteten dünnwandigen Zellen „in der Mitte des Bastbündels“. Nach dieser Darstellung ist es sehr wahrscheinlich, dass auch in diesem Falle phloëständige Secretkanäle verlagen, nicht solche, welche man mit VAN TIEGHEM dem Pericyclus zurechnen müsste.

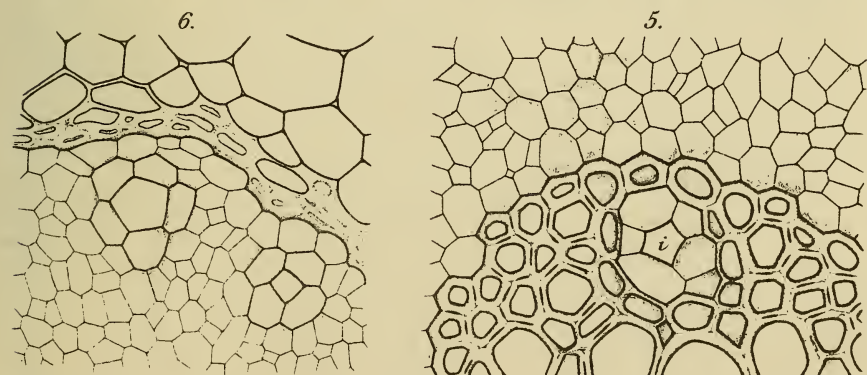
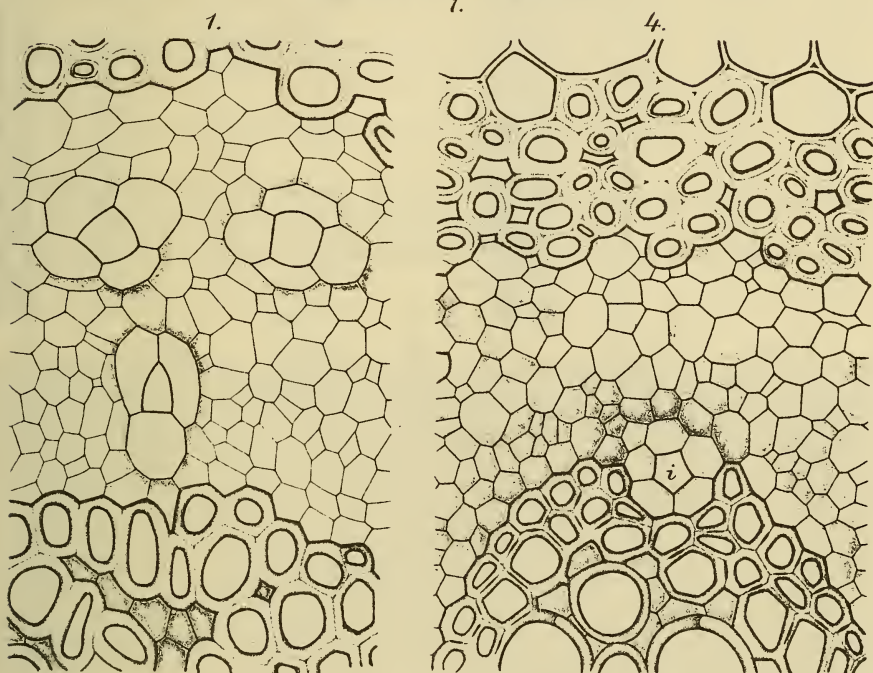
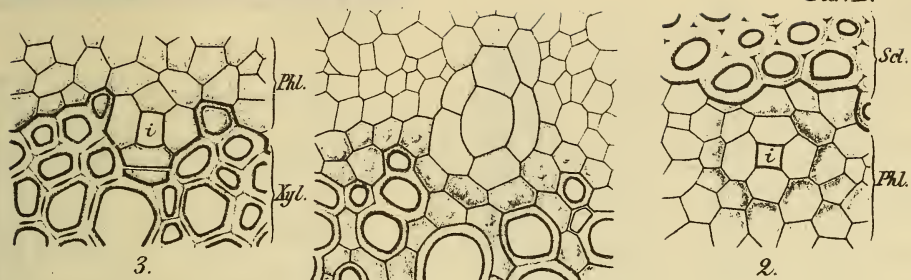
Es stimmt übrigens diese Beobachtung dann auch mit der Angabe von TRÉCUL überein, welcher in der eingangs citirten Arbeit auf p. 889 auch erwähnt, dass bei den Araliaceen bisweilen Secretkanäle im „*tissu sous-libérien appelé tissu cribreux*“, d. h. also doch im Phloëm vorkommen.

Weitere Einzelheiten hier anzuführen, möchte sich der Verfasser versagen. Eine detaillirtere Darstellung mag einer ausführlicheren Mittheilung vorbehalten bleiben.

Botan. Institut der Kgl. Landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Theil eines Bündelquerschnittes aus dem Blattstiele von *Astrantia helleborifolia*. Im Phloëm liegen drei Secretkanäle; der mit vier Specialzellen versehene Kanal ist dem Xylemkörper genähert.
- Fig. 2. Ein phloëständiger Secretkanal nahe dem Hartbastbelege (= Pericyclus VAN TIEGHEM's) in einem Blattstielbündel von *Astrantia Biebersteinii*; der Kanal ist von vier Specialzellen gebildet.
- Fig. 3. Ein phloëständiger Secretkanal mit vier Specialzellen, in den Xylemkörper eingesenkt, auf einer Seite vom Phloëm berührt. Aus einem Blattstielbündel von *Astrantia Biebersteinii*.
- Fig. 4. Theil eines Bündelquerschnittes aus dem Blattstiele von *Astrantia Biebersteinii*. Ein von fünf Specialzellen gebildeter Kanal wird rechts und links von secundär gebildeten Xylemelementen (libriförmähnlichen Gefässen) umfasst.
- Fig. 5. Ein xylemständig gewordener, ursprünglich phloëständiger Secretkanal eines Blattstielbündels von *Astrantia Biebersteinii* im Querschnitt.
- Fig. 6. Phloëständige Secretkanäle eines Blattstielbündels von *Astrantia neglecta*. Alle Figuren sind bei 600-facher linearer Vergrößerung gezeichnet.



C. Müller del.

C. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Carl

Artikel/Article: [Ueber phloemständige Secretkanäle der Umbelliferen und Araliaceen 20-32](#)