© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Dalechampia); Hydrocharitaceen (*Ottelia alismoides)*; Butomaceen (*Limnocharis)*; Liliaceen (*Paradisea, Muscari, Etheiranthus, Albuca, Smilacina, Polygonatum, Nothoscordum, Erythronium, Pancratium, Crinum, Myogalum, Dioscorea, Camassia, Eriospermum)*; Haemodoraceen (*Sanseviera,*) Pontederiaceen (*Pontederia, Eichhornia, Heteranthera)*; Iridaceen (*Tigridia, Witsenia)*; Commelinaceen (*Tinantia)*; Amaryllidaceen (*Hippeastrum, Griffinia)*; Bromeliaceen (*Nidularium, Bromelia, Hoplophytum)* und ähnliche.

---

63. Bengt Jönsson: Siebähnliche Poren in den trachealen Xylemelementen der Phanerogamen, hauptsächlich der Leguminosen.

Mit Tafel XXVII.

Eingegangen am 27. September 1892.

Schon vor ein Paar Jahrzehnten wurde die Beobachtung gemacht, dass nicht bloss die Siebröhren, sondern auch Zellen ausserhalb des Phloëms eine Membranstructur besitzen, die in vielen Hinsichten an die sogenannten Siebfelder oder Siebplatten erinnerte. Andeutungen in dieser Richtung finden sich zwar auch in der älteren Litteratur [1]), aber eine genauere Untersuchung oder bestimmtere Andeutungen über solche Siebporen kommen doch erst in ARESCHOUG's Abhandlung über den Bau der Rinde bei *Eriobotrya japonica* vor; die Zellen zeigen hier insofern die für die Siebröhrenelemente allein angenommene charakteristische Beschaffenheit, als die Membranen von Poren mit Siebporenstructur durchbrochen sind [2]). Diese Eigenthümlichkeit, die übrigens etwas später von BORŠČOW constatirt wurde [3]), findet theilweise ihr Gegenstück in den durchbrochenen Porenfeldern, welche das Chlorophyllparenchym der succulenten Pflanzen [4]) auszeichnen, oder in den siebporenähnlichen Membranflächen, die im Blattparenchym der Cycadeen angetroffen werden, und durch welche die Parenchymzellen mit einander in Verbindung stehen [5]).

Auch RUSSOW giebt in seinen Untersuchungen über das Entstehen und die Entwickelung der gehöften Tüpfel bei Dicotylen und Gymnospermen an, dass siebähnliche Perforirung im Bastparenchym an den Radial- und Querwänden der Zellen allgemein vorkommt, und dass

---

1) Schleiden, Grundzüge, 3. Aufl. I, S. 245.
2) Areschoug, Växtanatom. Studier I, S. 8.
3) Borščow, Pringsh. Jahrb. Bd. VII, S. 344; vergl. Bot. Zeit. 1870, S. 305.
4) De Bary, Vergl. Anatomie 1877, S. 124.
5) Kraus, Pringsh. Jahrb. Bd. IV, S. 318.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Porenablagerungen ähnlicher Art sämmtliche Wände im Zellgewebe der Rindenmarkstrahlen verschiedener dicotylen Pflanzen auszeichnen, unter denen hier beispielsweise genannt werden mögen: Amentaceen, *Fraxinus*, *Syringa* u. a.[1]).

Beispiele derselben Art könnten auch die Tüpfelflächen abgeben, die in dem fleischigen Parenchymgewebe der Zuckerrübe vorkommen, und die bekanntlich mit netzförmig vertheilten, in verschiedenen Richtungen laufenden secundären Verdickungen überzogen sind, welche die primäre Membran rautenförmig zertheilen[2]). Solche sogenannten Gitterzellen sind auch unter den Parenchymzellen von *Viscum* und *Nerium* beschrieben[3]).

Besonders charakteristisch tritt diese siebporenartige Structur in den Membranen der Endospermzellen hervor, wo auch gleichzeitig die Plasmaverbindung besonders deutlich ist, und bei den niederen Pflanzen ist eine durch Plasmafäden vermittelte Vereinigung keineswegs selten. Bei den Meeresalgen sind dergleichen Siebporen nicht nur gewöhnlich, sondern auch deutlich[4]).

In letzter Zeit hat KIENITZ-GERLOFF wieder die Frage des Plasmaverbandes zwischen Pflanzenzellen aufgenommen.[5]) Er hat dabei gesucht in grösserem Umfange als andere Verfasser auf demselben Gebiet früher gethan, eine solche Verbindung innerhalb aller Pflanzengruppen, von den niedrigst stehenden zu den höchsten, nachzuweisen.

Sein Versuch ist soweit geglückt, dass er nach verschiedenen Präparationsschwierigkeiten bei beinahe allen Arten von Gewebeelementen, gleichgültig welchem morphologischen Organe sie angehören, und nicht bloss zwischen Elementen derselben Beschaffenheit und Art, sondern auch zwischen Elementen verschiedener Gewebesysteme, dergleichen Verbindungen hat nachweisen können. KIENITZ-GERLOFF glaubt, auf seine Untersuchungen gestützt, wie es übrigens andere Verfasser vor ihm ausgesprochen[6]), die allgemeine Schlussfolgerung ziehen zu können, dass sämmtliche Zellen — möglicherweise mit Ausnahme der Spaltöffnungszellen — innerhalb einer Pflanze mit einander in Plasmaverbindung stehen müssen, so lange sie nämlich lebenskräftig oder lebendig sind[7]).

---

1) RUSSOW, Sitz.-Ber. d. Naturf. Ges. in Dorpat. Bd. VI.

2) GARDINER, Arb. d. bot. Inst. zu Würzburg. Bd. III, S. 52.

3) BARANETZKI, Ann. des sciences nat., Botanique, sér. 7, Tome IV.

4) TERLETZKI, Pringsh. Jahrb. Bd. XV, S. 452; ARESCHOUG, Jemf. undersökn. öfver bladets anatomi 1878, S. 210; TANGL, Pringsh. Jahrb. Bd. XII, S. 170; HICK, Journ. of Botany 1885, S. 97; MOORE, Journ. of Lin. Soc. 1885; ERIKSSON, Bidr. till känn. om Lycopod. anatomi, 1892.

5) KIENITZ-GERLOFF, Bot. Zeit. 1891, S. 1.

6) Vergl. TANGL, GARDINER, RUSSOW l. c; SCHAARSCHMIDT, Protoplastok u. s. w., Centralblatt (1884), Separatabdruck.

7) KIENITZ-GERLOFF, l. c., S. 22.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Verfasser kommt ganz natürlich auch zur Frage über Siebporen und deren Vorkommen und glaubt in dieser Hinsicht schliessen zu können, dass Siebporen bei Zellen von verschiedener Entstehung und Natur möglich und wirklich zu finden sind, wenn überhaupt die Plasmaverbindung, nachdem secundärer Zuwachs eingetreten und eine Zeit lang fortgeschritten, beibehalten ist.

Aus dem Angeführten dürfte hervorgehen, dass die Perforirung der Zellmembranen in der angegebenen Weise gar nicht als eine nur die Siebröhren kennzeichnende Eigenschaft angesehen werden kann, besonders nachdem man nunmehr die wirkliche Natur und Bauart der Siebröhren besser kennen gelernt hat.[1]) Die Perforirung bildet im Gegentheil eine ganz gewöhnliche und in den Pflanzengeweben recht oft vorkommende Erscheinung, welche natürlich mit der sich zwischen den Pflanzenzellen vorfindenden Plasmaverbindung und dem damit vereinten Stoffwechsel und Stofftransport in naher ursächlicher Verbindung steht. Jedoch haben weder Kienitz-Gerloff, noch seine Vorgänger immer hinreichende und völlig sprechende, praktische Beweise für die allgemeine Gültigkeit ihrer ausgesprochenen Ansicht vorlegen können. Dieses gilt für verschiedene Gebiete der Pflanzenanatomie, besonders jedoch betreffs der Xylemelemente. Sieht man deshalb von den Zellen der Holzmarkstrahlen ab, wovon Kienitz-Gerloff ein Beispiel anführt, so hat dieser Verfasser nur einen Fall aufzuweisen, der deutlich zeigt, wie auch Gefässe — hier ein Spiralgefäss — mit einer angrenzenden Parenchymzelle durch Plasmafäden zusammenhängen, welche die Plasmamassen der beiden Zellenelemente verknüpfen. Dieser Fall wird jedoch von einem Gefäss in sehr jungem Entwickelungsstadium repräsentirt, und soweit aus der Beschreibung hervorgeht, hinterlässt die Plasmaverbindung keine Spur in Form von Siebporen in dem fertig ausgebildeten Gefässe.[2])

Lange hat die Entwickelung der Tracheïden und der Gefässe studirt, führt aber nichts an, was darauf hindeutet, dass er Gefässe oder Tracheïden bemerkt, deren Membranporen Siebröhrenperforirung oder Siebplatten ähnliche Bildungen aufzuweisen gehabt hätten.[3]) Er hat gefunden, dass das Protoplasma, wenn es aus Tracheïden und Gefässen, welche beiden Tracheïdenelemente nach seiner Auffassung — und diese Auffassung dürfte die richtige sein — nicht streng von einander abgesondert werden können,[4]) verschwindet, so wandert es in angrenzende lebende Zellen aus, wenn es nämlich nicht in den Tracheïden oder Ge-

---

1) Fischer, Neue Beitr. z. Kenntniss d. Siebröhren (1886); Lecomte, Ann. des sciences nat., Botanique, 7. sér. Tom. 10 (1889).

2) Kienitz-Gerloff, l. c., S. 20.

3) Lange, Flora (1891) Heft IV—V, S. 393—434.

4) Vergl. Haberlandt, Physiol. Anatom. 1884, S. 215; Strasburger, l. c. S. 470 u. A.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

fässen selbst verbraucht wird, und er fügt hinzu, dass diese Auswanderung durch die Poren geschehen muss. Er bespricht aber nicht, auf welche Art dieser Transport des restirenden Plasmas bewerkstelligt wird, sondern erinnert nur an die von uns hier schon citirten Beobachtungen von RUSSOW, SCHAARSCHMIDT und KIENITZ-GERLOFF.

Nach der Ansicht SCHAARSCHMIDT's ist die Verbindung zwischen Tracheïden und anderen nicht trachealen Elementen gewöhnlich und in jüngeren Geweben leicht nachzuweisen; in älteren Geweben von Xylemnatur kann eine solche Verbindung schwerlich beobachtet werden. Besonders die Xylemgefässe geben ein negatives Resultat, obgleich der Verfasser Gelegenheit gehabt hat, bei *Loranthus europaeus* Plasmastränge zwischen Gefässen und anliegenden Zellen in jüngeren Zuwachsstadien aufzufinden.[1])

Wenn man folglich nur ausnahmsweise Plasmaverbindungen zwischen Xylemelementen während des ersten Wachsthums derselben hat finden können, so vermissen wir überhaupt in der botanischen Litteratur Angaben über von solchen Verbindungen verursachte Siebporen in dem trachealen Systeme, nachdem die Elemente ihren Plasmainhalt verloren und ihre volle Entwickelung erreicht haben. Zwar könnte man zu diesen Mittheilungen ein Paar Angaben über siebähnliche Netze in den Querwänden zwischen den Gefässen bei Compositae[2]) rechnen, und SOLEREDER giebt als ein Beispiel unregelmässiger Leistenperforation an, dass der Durchbruch zwischen den Gefässelementen bei *Epacris* durch gleichlaufende Felder erzielt wird, welche zahlreiche spaltenförmige Poren besitzen, die diesen Feldern ein netzförmiges Aussehen verleihen, so dass sie neben einander geordneten Siebfeldern ähnlich werden und am besten mit den Siebplatten der Siebröhren zu vergleichen sind.[3]) Jedoch ist keine nähere Beschreibung oder Angabe über das Vorkommen von Siebporen im Holz, resp. bei Elementen von Tracheennatur in entwickeltem Zustand, gegeben, und die Handbücherlitteratur schweigt hierüber ganz. Man könnte doch begründete Ursachen haben, von Anfang anzunehmen, dass solche Siebporen nicht nur existiren, sondern recht oft vorkommen müssen, wenn überhaupt die Voraussetzung richtig ist, dass der Saftaustausch durch siebähnlich geordnete Oeffnungen in Poren vermittelt wird, denn diese müssen wohl im Allgemeinen eine merkbare Spur im secundären Zuwachs der Membran hinterlassen.

Poren mit siebartiger Punktirung innerhalb des Porenfeldes sind auch wirklich zu finden und kommen wohl auch in ziemlich grosser Verbreitung vor, wenngleich sie nicht immer so leicht unter dem Mikroskop zu

1) SCHAARSCHMIDT, Natur XXXI, S. 290—291.

2) SANIO, Bot. Zeit. (1863), S. 123; HARTIG, Bot. Zeit. (1859).

3) SOLEREDER, Ueber d. system. Werth d. Holzstruct. bei Dicot., Inaug.-Diss. München (1885). S. 16 und S. 163.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

erkennen sind, besonders da sie nicht selten sehr klein sind und eine sehr starke mikroskopische Vergrösserung erfordern, um beobachtet werden zu können. Wir werden im Folgenden die Bekanntschaft einer Pflanzenfamilie machen, bei welcher die wohl entwickelten Gefässe und Tracheïden, wenn solche vorkommen, einen für alle Repräsentanten derselben Familie gemeinsamen Charakter bilden. Die Siebporen sind hier nicht nur besonders deutlich, sondern sind bei allen von uns untersuchten Leguminosen beobachtet. Aber auch aus anderen Pflanzenfamilien können Beispiele von Poren mit siebartiger Structur angeführt werden, und wir können schon jetzt zufügen, dass die betreffenden Poren sich nicht nur in den Querscheidewänden zwischen den einzelnen Tracheenzellen, sondern auch an den Längs- oder Seitenwänden der Tracheïden- und Gefässzellen finden.

Gehen wir in der Litteratur weiter zurück, so werden wir finden, dass eine Eigenthümlichkeit derselben Art, wie wir sie bei den Leguminosen angedeutet, vorher in einem einzelnen Fall beobachtet worden ist, obgleich diese Beobachtung von späteren Verfassern nicht beachtet worden ist. Wir finden nämlich eine kurze Mittheilung von DUTAILLY, welche den Titel: „Sur l'existence de ponctuations criblées dans le bois de la racine d'une légumineuse" trägt; in dieser Mittheilung berichtet der genannte Verfasser, dass er in der Wurzel einer unbekannten Leguminose aus China eine anatomische Merkwürdigkeit gefunden, die darin bestand, dass an den radialen Wänden des Holzparenchyms und an den Längswänden der in demselben sparsam vertheilten Gefässe Porenablagerungen zu finden waren, mit einem Bau, der auf das genaueste mit dem der Siebplatten des Phloëms übereinstimmte.[1])

Nehmen wir besonders die in den letzten Jahren veröffentlichten Untersuchungen über die Holzstructur der Leguminosen in Betracht, so existirt dagegen nichts, was darauf hindeutet, dass die Verfasser diesem Verhältniss ihre Aufmerksamkeit zugewendet. SAUPE hat zwar eine ziemlich detaillirte Beschreibung des anatomischen Baues des Holzes bei den Leguminosen gegeben und dabei eine grosse Zahl von Gattungen sowohl wie Arten behandelt. In dieser Beschreibung wird jedoch nichts mehr mitgetheilt, als was man gewöhnlich über das Aussehen und die Beschaffenheit der porösen Ablagerungen gesagt findet: Dass die Poren grösser oder kleiner sind, dass ihre Form wechselt, und dass sie in jedem einzelnen Element spiralförmig geordnet sind u. s. w.[2]) Noch weniger hat JAENSCH über den vorliegenden Gegenstand mitzutheilen[3]); ebenso auch RHEIN in seinen „Beiträgen zur Anatomie der

1) DUTAILLY, Bullet. de la Soc. Linn. de Paris (1874 und 1877).

2) SAUPE, Anat. Bau d. Holz. d. Legumin. u. s. system. Werth. Inaug.-Diss., Leipzig (1887).

3) JAENSCH, Ber. deutsch. bot. Ges. (1884.) S. 268.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Caesalpiniaceen". [1]) STRASBURGER hat gleichfalls das tracheale und vasalparenchymatische System einer grossen Menge von Leguminosen recht eingehend behandelt; doch auch er schweigt über das von uns angedeutete eigenthümliche Verhalten, obgleich unter anderem der Bau der Poren, als für die Luft- und Saftleitung wichtig, deren Auseinandersetzung sich überhaupt der Verfasser besonders mit Hinsicht auf das Holz als Aufgabe gesetzt, Gegenstand einer genaueren Untersuchung ist. [2]) Der Verfasser beschäftigt sich mit einer genaueren Darstellung der secundären Verdickungen bei Tracheen und Tracheïden und hebt das Vorkommen von gehöften Tüpfeln sowohl auf den Seitenwänden wie an den Scheidewänden zwischen einzelnen Tracheenelementen hervor, ohne jedoch irgendwie die Existenz einer Siebpunktirung in den gehöften Tüpfeln zu berühren. [3])

Solche Poren, wir möchten sie Poren höherer Ordnung in den grossen Hauptporen nennen, giebt es jedoch, letztere mögen einer beliebigen Art von Porenablagerung angehören, wie schon angedeutet, besonders deutlich ausgeprägt in dem trachealen System des Holzes der Leguminosen, und wir können, wenn wir überhaupt auf die Systematisirung der Tracheenelemente eingehen wollen, eine besondere Art von Tracheen unterscheiden, die als Siebporentracheen bezeichnet werden könnten. Sie sind ausserdem in verschiedenen Gruppen unter den Dicotylen zu finden. Ein Verzeichniss der Arten, die mit besonderer Rücksicht auf das hier erwähnte Verhältniss untersucht worden sind, und welche sich als eine deutliche Siebporenstructur in den Membranen der Holzelemente resp. Gefässe und Tracheïden besitzend gezeigt, legt dieses an den Tag.

Acacia lophantha Willd.
„ *scandens* Willd.
Amorpha crispa hort.
„ *crocea lanata* Wats.
„ *fragrans* Sweet.
„ *fruticosa* L.
Amyris polygama Willd.
Apios tuberosa Moench.
Astragalus alopecuroides Pall.
„ *Cicer* L.
„ *falcatus* Lam.
„ *glycyphyllus* L.
„ *Onobrychis* L.
Astragalus sulcatus L.
„ *uliginosus* L.
Baptisia australis R. Br.
„ *exaltata* Sweet.
„ *leucantha* hort.
„ *leucocephala* hort.
Caragana glomerata hort.
„ *microphylla* DC.
„ *mollis* hort.
„ *pygmaea* DC.
Clianthus puniceus Soland.
Colutea arborescens hort.
„ *cruenta* hort.

---

1) RHEIN, Beitr. z. Anat. d. Caesalpin., Inaug.-Diss. Kiel (1888).

2) STRASBURGER, Ueber den Bau und die Verricht. der Leitungsbahnen in der Pflanze (1891). S. 166—200.

3) STRASBURGER, l. c. S. 472.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Coronilla Emerus L.
„ *montana* Scop.
„ *varia* L.
Cytisus Adami hort.
„ *alpinus* Mill.
„ *capitatus* Jacq.
„ *elongatus* W. et K.
„ *hirsutus* L.
„ *Laburnum* L.
„ *purpureus* Scop.
„ *sessilifolius* L.
Desmodium canadense DC.
Edwardsia grandiflora hort.
Galega officinalis L.
„ *orientalis* Lam.
Genista decumbens Dur.
„ *radiata* Scop.
Gleditschia cassubica hort.
„ *horrida* Willd.
„ *triacantha* L.
Glycyrrhiza glabra L.
Hedysarum caucasicum hort.
„ *sibiricum* Poir.
Lathyrus ensifolius hort.
„ *latifolius* L.
„ *rotundifolius* Willd.
„ *venosus* Willd.
Lespedeza bicolor Turcz.
Lotus major Scop.
„ *tenuifolius* Rchb.
Lupinus grandifolius hort.
„ *luteus* L.
„ *perennis* L.
„ *polyphyllus* Ldl.
Medicago falcata L.
„ *sativa* L.
Melilotus altissima hort.
Onobrychis sativa Lam.
„ *Tomasini* hort.
Ononis hircina Jacq.
Orobus lathyroides L.
„ *niger* L.
„ *vernus* L.
Pisum abyssinicum hort.
Psoralea bituminosa L.
„ *macrostachya* DC.
Robinia inermis Desf.
„ *Pseudacacia* L.
„ *rosea* Mill.
„ *viscosa* Vent.
Sutherlandia frutescens R. Br.
Thermopsis fabacea DC.
„ *lanceolata* R. Br.

Ausserdem haben aus anderen Familien folgende untersuchte Arten deutliche Siebporen gezeigt:

Asclepias verticillata L.
Aesculus rubicunda hort.
Callistemon Cunninghamii hort.
Cerasus serotinus hort.
Olea europaea L.
Phylica ericoides L.
Quercus Cerris L.
Veronica Anderssonii hort.

Bei anderen zeigte sich die Siebporenstructur undeutlich und war mitunter auch bei guter Immersion und hinreichender Beleuchtung unmöglich zu unterscheiden. Sie werden jedoch hier angegeben, um die Aufmerksamkeit darauf hinzulenken, weil möglicherweise andere Individuen derselben Arten, unter anderen Verhältnissen gewachsen, oder in Folge anderer Umstände sich als bessere und deutlich entwickelte Siebporen besitzend zeigen können.

Aesculus Hippocastanum L.
Helichrysum moniliferum hort.
Hedera Helix L.
Prunus brigantinea Vill.
Quercus alba L.
„ *obtusiloba* Michx.
„ *pedunculata* L.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Weil *Cytisus Laburnum* und *Robinia Pseudacacia* die Pflanzenarten gewesen, die besonders den betreffenden Untersuchungen unterworfen worden sind, und da sie zugleich die Pflanzenformen sind, bei welchen Siebporen in den Gefässwänden zuerst nachgewiesen wurden, so sind sie der nachstehenden allgemeinen Beschreibung zu Grunde gelegt, welche diese besondere Art von Porenablagerungen als eine möglicherweise nicht selten im Holz der Holzpflanzen vorkommende Eigenthümlichkeit hervorzuheben beabsichtigt. Bei gewissen Pflanzenarten ist die Siebstructur sehr deutlich, bei anderen ist sie in Folge ungleicher Entwicklungsverhältnisse innerhalb der Zellwand weniger deutlich. In noch anderen Fällen ist sie beinahe unmerklich oder fehlt ganz und gar, oder sie ist wenigstens bei gewöhnlichen Vergrösserungen und bei Anwendung gewöhnlicher Reactionsmittel nicht zu sehen.

Jedenfalls bietet eine derartige Siebröhrenstructur im Holze einen weiteren Beweis für einen allgemeinen Zusammenhang sämmtlicher Zellen in sämmtlichen Geweben dar, so lange nämlich die Zellen sich noch in lebendem Zustande befinden, und sie darf als ein weiterer Beweis für die allgemeine Gültigkeit der von SCHAARSCHMIDT, RUSSOW u. A. ausgesprochenen Ansicht betrachtet werden, dass Plasmaverbindung zwischen den Zellen in jedem Gewebe vorkommen muss. Eine Verbindung mittels Plasmas existirt während der jüngeren Entwicklungsstadien der Zellen und kann in den secundären Veränderungen Spuren hinterlassen, die in den Membranen sowohl der Elemente des Holzes, als auch der von diesen verschiedenen Gewebearten vorkommen. In gewissen Fällen bleibt die Verbindung während des ganzen Lebens der Zellen beibehalten und ist dann mit einer deutlich markirten Membranstructur vom angegebenen Character verbunden; in anderen Fällen dagegen hört, wie bei den trachealen Elementen, der Zusammenhang in Folge des Absterbens der Zellenelemente auf, und nur die Siebporenstructur bleibt als ein deutlicher Beweis der intimen Lebensverbindung zwischen den Elementen zurück. Die Verhältnisse gestalten sich jedoch unstreitig bei verschiedenen Pflanzenarten, Gattungen und Familien ganz verschieden. In gewissen Fällen bleibt die Spur der Plasmaverbindung deutlich zurück, in anderen ist die Siebpunktirung schwach, und in wieder anderen, vielleicht in der grossen Mehrzahl der Fälle, werden alle Spuren jeder früher existirenden Verbindung zwischen den Tracheenelementen gänzlich verwischt. Die Beschaffenheit der Membran, die Art der secundären Entwickelung, sowie auch der mehr oder weniger schnell beendete und mehr oder weniger ergiebige locale Stofftransport zwischen den verschiedenen Elementen in Längs- oder Querrichtung dürfte hier von entscheidender Bedeutung sein. Gehen wir zu der speciellen Beschreibung des vorliegenden anatomischen Falles über, so wollen wir zuerst bemerken, dass der anatomische Bau des Holzes bei den Leguminosen all zu oft schon

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

untersucht und beschrieben worden ist, als dass eine detaillirte Beschreibung desselben hier nöthig sein könnte. Hier wird deshalb nur eine orientirende Darstellung der Zusammensetzung des Holzes gegeben und im Uebrigen auf die die betreffende Frage behandelnde Litteratur hingewiesen.

Wie bekannt, nimmt im Allgemeinen das mechanische Gewebe bei den Leguminosen den Haupttheil des Holzes ein. Bei *Cytisus Laburnum* fehlt ausserdem das Libriform in dem Frühjahrsholze, während es um so reichlicher im Herbstholz repräsentirt ist, welches hauptsächlich aus einem dichten Gewebe von dickwandigen, stark lichtbrechenden Libriformzellen besteht. Diese Libriformmasse wird, im Querschnitt gesehen, von schräg verlaufenden tangentialen Gruppen von Gefässen, Tracheïden und Holzparenchym durchschnitten. Die Markstrahlen sind breit, nach innen verschmälert und werden von einer bis mehreren Reihen in radialer Richtung gestreckter Zellen gebildet. Untersucht man tangentiale und radiale Längsschnitte genauer, so findet man, wie übrigens schon aus dem vorher Gesagten hervorgehen dürfte, im äusseren Theil jeden Jahresringes meist lange, schmale Holzzellen mit stark verdickten Membranen. Ausser diesen treten in den schon früher genannten, schräg laufenden Gruppen im Holze Parenchymzellen und Gefässe hervor, von welchen die letzteren mit gehöften Tüpfeln reich versehene Membranen besitzen. In dem erst angelegten Theil des Jahresringes trifft man meist Gefässe, welche weiter als die erst besprochenen sind, aber auch ihre Membranflächen mit in Form und Grösse etwas wechselnden Poren übersät haben und die mit etwas schräg gestellten, einfach perforirten Querwänden zwischen den ursprünglich selbstständigen, später zu Gefässen vereinigten Gliedzellen versehen sind. Im primären Holze kommen wie gewöhnlich auch engere Spiralgefässe vor. Die Richtung der Poren ist in der Regel schräg gegen die Längsaxe der Gefässe; doch können sie auch mehr oder weniger quer stehen.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass das Holz bei einer überwiegenden Zahl der Leguminosen der Tracheïden entbehrt. Nach Saupe sind sie jedoch im Holze einer geringen Anzahl von Arten dieser Familie zu finden[1]), eine Anzahl, die jedoch Strasburger's anatomischen Studien über Repräsentanten derselben Familie zufolge noch weiter zu begrenzen und auf eine noch geringere Zahl einzuschränken ist[2]). *Cytisus Laburnum* gehört jedoch zu denen, deren Holz relativ weite Tracheïden besitzt, in welchen neben den Poren auch Spiralablagerungen entwickelt sind. Die Poren sind gehöfte Tüpfel,

1) Saupe, l. c. S. 9.
2) Strasburger, l. c. S. 200.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

welche denen der Gefässe ähnlich sind, und sind sowohl an Längs- wie Querwänden zahlreich.

Das Holzparenchym begleitet immer die Gefässe und schliesst sich entweder nahe an dieselben an oder vertheilt sich auswärts in tangentialer Richtung von denselben, indem es sogenanntes metatracheales Parenchym bildet. Die Zellen bilden entweder wirkliches Holzparenchym oder machen Ersatzzellen aus. Die Porenablagerungen sind ziemlich gleichmässig über sämmtliche Flächen der Zellen vertheilt, und ihre Form richtet sich nach der Form und Art der Poren in den angrenzenden Zellenelementen, mit welchen sie communiciren; sie können folglich einfachen oder gehöften Tüpfeln ähnlich sein und zeigen übrigens sehr grosse Verschiedenheit nach Form und Aussehen.

Wie schon einleitungsweise mitgetheilt ist, beschränken sich die in der Litteratur zu findenden Angaben über Siebporenstructur bei Gefässen auf ein paar einzelne kurze Notizen. Untersucht man die verschiedenen Arten von Poren, die in so reichlicher Menge über die Flächen der Gefässe ausgestreut sind, genauer, so entdeckt man schon bei 600facher Vergrösserung einige dunklere Punkte an dem Membranhäutchen, das die Poren abgrenzt, wenn nämlich die Poren einigermassen gross und die Porenfelder weit sind — dieses jedoch unter der Voraussetzung, dass man sich schon vorher mit dem Vorkommen solcher Punktirung vertraut gemacht hat. Wird die Vergrösserung zur homogenen Immersion verstärkt, so löst sich das Bild in Felder auf, innerhalb welcher die bei der schwächeren Vergrösserung sichtbaren Punkte das Aussehen kleiner, heller gezeichneter Feldchen oder Poren gewinnen, welche im Verein den Siebplatten der Siebröhren ähnlich sind, wenngleich sie in Wirklichkeit in verschiedener Hinsicht von diesen bestimmt abweichen. Die Fig. 1, auf welche wir hier hinweisen, giebt einen Theil eines Gefässes wieder, der mit einigen grösseren, beinahe quergestellten Poren versehen ist, die sowohl von der inneren Seite des Gefässes als im Durchschnitt betrachtet sind. Fig. 2 bildet einen anderen Gefässtheil ab, der den schräg verlaufenden Trachealparenchymbändern entnommen ist. Die Poren zeigen hier in Form, Stellung und Begrenzung einige Abweichung von dem letztbesprochenen Falle. In einem Falle wie im anderen treten dieselben siebähnlichen Felder in den Poren hervor. In Folge der grösseren Tiefe und kleinen Berührungsflächen der Poren fallen in letzterem Falle die Siebfelder nicht so leicht in's Auge.

Die Tracheïdenzellen haben hier wie bei sämmtlichen Leguminosen im Hauptsächlichen dieselbe Membranstructur wie die Gefässe, wenn man nämlich von den Spiralfasern absieht, welche oft die inneren Seiten der Elemente bekleiden (vergl. Fig. 3). Gehöfte Tüpfel sind auch besonders da zu finden, wo Tracheïden die Gefässe berühren.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wo Tracheïden an Parenchymzellen stossen, besitzen die Berührungsflächen mitunter nur einfache Poren (Fig. 3).

Die Eigenschaft der Tracheïden, jede für sich ein abgeschlossenes Ganzes zu bilden, bildet ja, wie bekannt, den Unterschied zwischen diesen Elementen und den Gefässen. Während folglich die Querwände zwischen den einzelnen Zellen der Gefässe auf die eine oder andere Art resorbirt werden und ganz oder theilweise verschwinden, bleiben dagegen die entsprechenden Wände der Tracheïden stehen. Wenn es glückt, durch einen etwas schief beführten Querschnitt eine solche Terminalwand einer Tracheïde blosszulegen, so wird man leicht dieselben Poren erkennen, wie wir sie vorher bei den Gefässen beschrieben haben, nur mit dem Unterschiede, dass die gehöften Tüpfel hier noch besser ausgebildet sind und daher noch deutlicher die besprochene Siebporenstructur zeigen. Wir erhalten ein Bild, wie es theilweise in Fig. 4 wiedergegeben ist und welches gerade einen Theil einer solchen terminalen Tracheïdenwand repräsentirt. Die Siebpunktirung ist hier nicht nur grösser und leichter unter dem Mikroskop zu unterscheiden, sondern auch relativ reichlicher in jedem Porenfeld, indem hier die Zahl der Punkte 7 bis 8, während sie bei den Gefässen nur 5 bis 6 beträgt. Dieses Verhältniss hängt natürlich mit der relativ weniger tiefen Form und grösseren Weite der Poren auf's Engste zusammen, wie es übrigens deutlich aus der in Fig. 4 gegebenen Darstellung hervorgehen dürfte.

Wenden wir uns nun der Gattung *Robinia* zu, von welcher besonders die Art *Pseudacacia* ebenso wie *Cytisus Laburnum* bei Untersuchung der vorliegenden Verhältnisse beobachtet worden ist, so stellt sich die Sache, abgesehen von den Abweichungen, welche durch die der Gattung oder Art in der Gewebestructur überhaupt eigenthümlichen Verhältnisse bedingt sind, ungefähr gleich. STRASBURGER hat den Holzbau dieser *Robinia*-Art sehr detaillirt beschrieben, und wir können uns deshalb in noch höherem Grade als bei *Cytisus* auf allgemein orientirende Bemerkungen einschränken und im Uebrigen auf die Darstellung des genannten Verfassers hinweisen[1]). Auch hier machen die Holzzellen die Hauptmasse des Holzes aus und nehmen besonders den später entstandenen Theil des Jahresrings ein. Betreffs der Structur ist nichts Bemerkenswerthes zu sagen. Die Gefässe treten einzeln oder in kleinen, hier und dort im Holz zerstreuten Gruppen auf. Die Gefässe des Frühlingsholzes sind am grössten. Ueberall werden sie von Parenchymzellen nebst metatrachealen Parenchymfeldern umgeben.

SAUPE spricht von einem Vorkommen von Spiraltracheïden im äusseren Herbstholz[2]); STRASBURGER dagegen bestreitet diese Angabe[3]). Die

1) Strasburger l. c. S. 200.
2) Saupe, l. c. S. 31,
3) Strasburger, l. c. S. 200.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hier vorliegenden Untersuchungen haben das Vorkommen von wirklichen Spiraltracheïden im Holze von *Robinia* bestätigt, wenngleich zugegeben werden muss, dass sie in dem von uns untersuchten Materiale sehr sparsam auftraten. Jedenfalls scheint das tracheale System hier hauptsächlich aus Gefässen zu bestehen, indem die Mehrzahl trachealer Zellenelemente sich schliesslich zu Gefässen vereinigt. Wie sich die Verhältnisse in Folge verschiedener äusserer und innerer Umstände so verändern können, dass in einem Falle Tracheïden vorkommen, in einem anderen dagegen fehlen, mag dahingestellt sein; sicher ist immerhin, dass die verschiedenen Beobachtungen gar zu deutlich die Schwierigkeit klar machen, wie viele Verfasser es thun, eine scharfe Grenze zwischen Gefässen und Tracheïden zu ziehen, besonders wenn man den verschiedenen Arten der trachealen Elemente auch verschiedene physiologische Aufgaben zuerkennen und im Vorkommen beider Arten einen Beweis für höhere Organisation sehen will. Kurz, Tracheïden können, wenn auch sparsam, bei *Robinia Pseudacacia* vorkommen, und glückt es, einer solchen habhaft zu werden, so findet man eben solche Poren wie bei *Cytisus*; sie sind jedoch etwas kleiner und ihre Siebpunktirung ist nicht so scharf ausgeprägt wie bei *Cytisus*.

Die Gefässe können entweder, gewöhnlich, wenn sie mit Parenchymzellen zusammenliegen, einfache Poren führen oder auch dicht zusammensitzende gehöfte Tüpfel besitzen, in welchem Falle sie meistens ihren Platz neben anderen Gefässen haben (vergl. Fig. 5). Für den Bau der Siebporen der Gefässe, sowie auch der Tracheïden, sobald solche vorhanden sind, gilt dasselbe wie für die Siebporen bei *Cytisus*. Die Siebporen haben in der Regel dasselbe Aussehen und können ebenso wie bei *Cytisus Laburnum* in Grösse und Form sowie auch in Deutlichkeit der Siebpunktirung wechselnde Eigenschaften zeigen.

Weitere zum hier abgesehenen Zwecke untersuchte Arten derselben Pflanzenfamilie betreffend gilt, dass sie im Hauptsächlichen mit *Cytisus* übereinstimmen, und wenn möglicherweise einige Abweichungen vorkommen, so sind sie jedenfalls in der vorliegenden Frage von so geringer Bedeutung und so unwichtiger Natur, dass es unnöthig sein würde, hier auf eine genaue Beschreibung dieser Arten einzugehen. Wir fügen hier nur hinzu, dass bei *Genista radiata* die Siebstructur besonders in die Augen fallend war, weil die Poren besonders der trachealen Elemente sehr gross, weit und dabei auch reich an Punktirung waren; hierüber dürften übrigens die Figg. 6—7 hinreichende Erklärung geben. Fig. 6 zeigt eine Terminalwand einer Tracheïde; Fig. 7 stellt eine Gefässwand im tangentialen Längsschnitte dar.

Die übrigen, anderen Pflanzenfamilien angehörigen Arten, welche eine gleiche, wenn auch nicht immer ebenso scharf markirte siebähnliche Structur der Porenfelder wie die Leguminosen besitzen, haben,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wenn man von den die Natur jeder einzelnen Art auszeichnenden Abweichungen von jedenfalls untergeordneter Bedeutung absieht, sämmtlich dieselben Siebporen im trachealen System des Holzes. In einem Falle können die Siebporen deutlich, in einem anderen weniger merkbar sein. Mitunter ist Variation bei ein und derselben Pflanze und sogar bei demselben Individuum herrschend. Gewisse Poren können deutliche Siebporen sein; in anderen Fällen kann Siebpunktirung fehlen. Wir können deshalb, die Art und Natur dieser Siebporen betreffend, auf die Beschreibung und die Abbildungen hinweisen, die schon über solche Poren bei *Cytisus* und *Robinia* geliefert sind.

Wir wiederholen jedoch, dass bei einigen Arten die Punktirung nur mit grosser Schwierigkeit zu unterscheiden war, wenn nicht stark zusammenziehende Mittel, wie Alkohol und dergleichen gebraucht wurden. Ohne solche Mittel war es mitunter unmöglich, mit voller Sicherheit zu bestimmen, ob Siebporen vorlagen oder nicht. Es wurde nämlich recht bald klar, dass besonders der Theil der Porenmembran, der die eigentliche Berührungsfläche in der Pore oder das sogenannte Porenfeld bildet, gegen längere Einwirkung von Wasser oder anderen mehr oder weniger quellenden Mitteln, wie Glycerin und anderen, empfindlich war. Hierdurch wurde die Siebporenstructur vertilgt und war oft nicht einmal bei der stärksten zugänglichen Vergrösserung sichtbar; wenn aber eine solche Membran durch Alkohol in ihren ursprünglichen Zustand zurückgeführt wird, so tritt die verschwundene Siebporenstructur wieder mit ihrem gewöhnlichen Aussehen und ihrer gewöhnlichen Schärfe hervor.

Die feinere Structur der Punktirung in den Siebporen der Gefässe und Tracheïden bei den Leguminosen ist keineswegs leicht darzulegen. Ein geeigneter Schnitt durch das Holz von *Cytisus*, d. i. ein solcher, wo eine Terminalwand einer Tracheïde mit der Schnittfläche einigermassen parallel zu liegen kommt, dürfte als erster Ausgangspunkt für die Erklärung des eigentlichen Baues der Siebporen am besten sein. Schnitte mit blossgelegten Längswänden von Gefässen zeigen zwar in der Hauptsache dasselbe, sind aber in Folge ihrer Tiefe und der kleineren Porenfelder nicht für die Beobachtung so zugänglich, wie die Poren in den Terminalwänden der Tracheïden. Werden dabei die zur Untersuchung bestimmten Schnitte vorher einer Behandlung mit Alkohol oder Alkohol und Essigsäure[1]) unterworfen, so treten die Punkte bei einer Vergrösserung, die HARTNACK's Oelimmersion Nr. 1 mit Ocular Nr. 3 entspricht, sehr deutlich hervor. Innerhalb des verhältnissmässig grossen Porenfeldes liegt eine wechselnde Anzahl gewöhnlich länglich abgerundeter Flecken, welche die bei schwächerer Vergrösserung sichtbaren Punkte repräsentiren und die sich als durch-

1) Die Behandlungszeit muss sich nach dem Material richten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sichtige Theile mit bestimmter Begrenzung innerhalb der Membran des Porenfeldes bildend zeigen. Um diese Flächen und zwischen ihnen vertheilt sich der übrige Theil der Membran des Porenfeldes wie Rahmen oder Balken, die mehr oder weniger breit sein können, je nach dem Platz, der für die Siebporen nöthig ist. Nicht so selten bildet dieses Balkenwerk in der Mitte des Porenfeldes einen Knotenpunkt, von welchem Seitenbalken zu einem längs der Aussenkante der Porenfelder fortlaufenden Rande ausgehen, während die Siebpunkte concentrisch um diesen Mittelpunkt des Balkenwerkes geordnet sind. Mit Jodjodkalium oder Chlorzinkjod behandelt, bleibt das Porenfeld, soweit wir haben finden können, meistens im älteren Holze ungefärbt und siebartig durchbrochen. Dagegen hat in ein paar Fällen das Schliesshäutchen der Poren an den Seitenwänden der Gefässe eine äusserst schwache, aber doch deutliche Blaufärbung angenommen. In letzterem Falle hat sich das Siebsystem in den Poren besonders markirt gezeigt, weil die Siebpunktirung selbst ungefärbt blieb und deshalb auf dem blauen Felde deutlicher sichtbar wurde. Sonstige Färbungen, z. B. mit Corallin, Methyl- oder Anilinblau, haben sich nur so weit günstig gezeigt, dass beim Ausfällen des Farbstoffs dieser sich hauptsächlich in den Poren absetzt und durch Waschen nicht so leicht aus dem Siebsystem derselben zu entfernen ist, so dass die Punktirung leichter beobachtet und ihre Art erörtert werden kann.

Liegt ein Schnitt einige Zeit in gewöhnlichem Glycerin oder Wasser, so wird die Punktirung manchmal verwischt und kann oft nach längerer Zeit ganz verschwinden. Dieser Umstand mag erklären, weshalb die Membran des Porenfeldes oder wenigstens die Theile derselben, die die Siebpunkte am nächsten umschliessen, von Quellung hervorrufenden Reagentien angegriffen und folglich quellbar sind.

Eine Frage, die immer schwer zu lösen sein wird, ist die, ob die Siebpunkte geschlossene oder offene Stellen innerhalb des Porenfeldes sind. Verschiedene Färbungsmethoden sind versucht worden, ohne dass irgend welche ganz bestimmten Resultate erreicht worden sind. Bei in diesem Grade subtilen Dingen und einer solchen Vergrösserung, wie mit LEITZ' homogener Immersion $^1/_{12}$ und Ocular III oder mit HARTNACK's apochromatischer Linse 1,33 *mm* und Compensations-Ocular II und III, ist es immer misslich, auf diesem Wege mit voller Sicherheit die Frage zu entscheiden, besonders da ja eine irreleitende Lichtrefraction leicht das mikroskopische Bild verändern kann. Jedoch scheint es uns, nach der Erfahrung zu urtheilen, die man durch ein solches Verfahren gewinnen kann, dass zwischen Elementen desselben Systems, also zwischen Elementen trachealer Natur die Siebpunkte offen sind, während eine Punktirung, die mit Zellen in lebendem Zustande, also zwischen Tracheen und Parenchymelementen die Communication bildet, von der primären Membran, die zugleich die Be-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

grenzung des Plasmas der Parenchymzellen ausmacht, abgeschlossen wird. Der verschiedene Farbenton, den man bei Behandlung mit z. B. Karminlösung in Siebporen zwischen zwei Tracheïden oder Gefässen und in den Siebporen zwischen einem Gefäss und einer Parenchymzelle erhält, deutet mit grösster Wahrscheinlichkeit auf das Berechtigte einer solchen Deutung der Frage hin, indem die Siebpunkte in letzterem Falle schwach tingirt werden, während im ersten Falle die Tingirung, wie es scheint, gänzlich ausbleibt. Diese Erklärungsweise dürfte übrigens am besten mit der Entstehung und Entwickelung, die sich die Siebpunktirung zu besitzen zeigt, übereinstimmen, und wir werden später finden, dass sie sich am passendsten mit der Thyllenbildung vereinen lässt, die ja einige Leguminosen besonders charakterisirt.

Wie schon angeführt, hat Kienitz-Gerloff in einem besonderen Falle gezeigt, dass Gefässe in jüngeren Stadien mit angrenzenden Zellen in Plasmaverbindung stehen können, und dieser Fall betraf Spiralgefässe bei *Evonymus europaeus*[1]). Eine solche Verbindung zwischen Gefässen und Zellen anderer Natur ist den vorliegenden Pflanzen keineswegs fremd, sondern kann aufgewiesen werden, wenn man das Untersuchungsmaterial zu einem Zeitpunkt wählt, wo das Cambium in voller Wirksamkeit ist, so dass folglich stets neue Holzelemente in Entwickelung begriffen sind und Gefässe und Tracheïden angelegt werden. Wird dieselbe Untersuchung dagegen in einer Zeit wiederholt, wo das Cambium ruht und folglich die Neubildung unterbrochen ist, so glückt es, soweit unsere Erfahrung reicht, nicht, dieselben Plasmafäden nachzuweisen, die in den Figg. 8—11 sichtbar sind, welche Abbildungen präparirten Schnitten aus dem Holze von *Psoralea bituminosa* entsprechen.

Psoralea bituminosa gehört zu denjenigen Leguminosen, die eine sehr deutliche Siebporenstructur in den trachealen Elementen des Holzes besitzen, und ist schon in Folge dessen für eine nähere Untersuchung über die Existenz der vorgenannten Plasmaverbindungen passend. Der besonders kräftige Zuwachs derselben um die Zeit, wo diese Untersuchung vorgenommen wurde, sowie die relative Grösse und Entwickelung der Zellenelemente tragen noch mehr bei, dieselbe für diesen Zweck besonders geeignet zu machen.

Die Präparirung der nicht allzu dünnen Schnitte, die theils Längs-, theils Querschnitte waren, wurde in gewöhnlicher Weise mittelst Jodjodkalium und concentrirter Schwefelsäure in möglichster Uebereinstimmung mit der von Kienitz-Gerloff angewandten Methode ausgeführt[2]). Als Färbungsmittel wurde eine mit Pikrinsäure gesättigte alkoholische Lösung von Anilinblau angewandt. Auch andere Präparations- und

1) Kienitz-Gerloff, l. c. S. 20.
2) Kienitz-Gerloff, l. c. S. 8.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Färbungsmethoden wurden mit grösserem oder geringerem Erfolge versucht, aber die gewonnene Erfahrung zeigte, dass diese die besten Resultate gab[1]).

In der Litteratur, die den vorliegenden Gegenstand am nächsten berührt, wird angegeben, dass die trachealen Elemente bei den Leguminosen sehr schnell entwickelt werden; hierdurch sollte natürlich der Zusammenhang zwischen dem trachealen und vasalparenchymatischen System kurz nach der Anlegung des Cambiums abgebrochen werden und die Porenstructur im Verein hiermit beinahe unmittelbar zu Stande kommen. Obgleich wir keineswegs leugnen können, dass die Entwickelung der genannten Elemente schnell genug vor sich geht, so wollen wir doch nicht unbedingt eine solche Einräumung machen[2]). Bei *Psoralea*, *Acacia* etc. geht die Gefässbildung keineswegs so schnell, sondern Gefässe sowohl wie Tracheïdenelemente behalten sehr lange ihr Plasma, ehe sie in Gefässe oder vollständig fertige Tracheïden übergehen und dadurch ihre Selbstständigkeit und Vitalität verlieren. Möglich kann sein, dass unter verschiedenen Verhältnissen und bei verschiedenen Arten innerhalb der Familie der Leguminosen auch in dieser Hinsicht Abwechselung herrschen kann.

Wählen wir einen Querschnitt durch einen Stammtheil von *Psorolea* in einem Zeitpunkt, wo die cambiale Wirksamkeit im Gange ist, und zwar einen Querschnitt, der einem Stammtheile entnommen ist, wo diese Wirksamkeit am lebhaftesten ist, so werden wir finden, dass die secundär angelegten Tracheenzellen ziemlich lange ihr Plasma behalten, obgleich dasselbe natürlich mit der Zeit reducirt wird und schliesslich nur hier und dort, vor allem in den an das Parenchym stossenden Poren in Form kleinerer Reste zurückbleibt. Das Plasma scheint durch die besprochenen Poren zu verschwinden, welche den letzten Ausgang des für andere Zellenelemente verwendbaren Restes des Plasmainhaltes der Trachealzellen zu bilden scheinen. BARANETZKI spricht sich in demselben Sinne aus, und auch JUNGNER deutet in seiner Abhandlung über die Anatomie der Dioscoreen etwas Aehnliches an[3]). Solche Reste sind übrigens von LANGE in den Gefässen verschiedener Pflanzen beobachtet worden, und dieser Verfasser führt als seine Ansicht an, dass das Plasma, wenn es verschwindet, zuletzt die Poren verlässt[4]). Dieses schliesst natürlich nicht aus, dass Plasmatheile in

---

1) Vergl. betreffs verschiedener Methoden für den Nachweis von Plasmaverbindungen ZIMMERMANN, Botan. Mikrotechnik. 1892. S. 238—241.

2) Aus SAUPE's Mittheilung (l. c.) mag angeführt werden, dass es Tracheen giebt, die lange, nachdem sie ihre volle Entwickelung erreicht, noch leben und welche erst mit dem betreffenden Pflanzentheile absterben.

3) JUNGNER, Bidrag till kännedomen om anatomien hos fam. Dioscoreae, 1888. S. 43.

4) LANGE, l. c., S. 393—434.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den Gefässen zurückbleiben können und anderwärts ihre Verwendung finden, sondern local verbraucht oder gar zerstört werden.

Während diese Resorption des Zellinhaltes fortschreitet, kommen die hier besprochenen Porenablagerungen immer deutlicher zum Vorschein. Wir haben nicht mit voller Sicherheit constatiren können, auf welche Art diese von Anfang an angelegt und weiter gebildet werden, und wir müssen deshalb diese Frage unentschieden lassen, indem wir auf Baranetzki's Untersuchungen hinweisen, welche das Entstehen der Poren überhaupt betreffen und die den Verfasser zu der Annahme führen, dass alle Poren von Anfang an aus einem „fin réseau" entstehen[1]). Genug, Poren werden angelegt, welche gleichzeitig mit dem secundären Zuwachs der Wände die besprochene Siebpunktirung immer deutlicher hervortreten lassen bis deutliche und wohl entwickelte Siebporen vorliegen.

Behandelt man Quer- oder Längsschnitte so wie vorher angegeben mit Jodjodkalium, mit Chlorzinkjod und mit Schwefelsäure in concentrirter Form während eines Zeitraumes, der sich natürlich nach der Consistenz und überhaupt dem Zustand des Schnittes richten muss, laugt mit Wasser aus, färbt z. B. mit Anilinblau oder Methylviolett in Wasserlösung und wäscht sie schliesslich in Wasser aus, so erhält man solche Bilder, wie die Figg. 8—10 darzustellen beabsichtigen. Sowohl das Plasma an und für sich wie die schmalen Plasmabänder, durch welche die Protoplasten mit einander in Verbindung stehen, werden dadurch stark gefärbt.

Verfolgt man die einzelnen Plasmabänder, die jedes für sich zu Poren in der Membran führen, so trifft man in der Regel auf der entgegengesetzten Seite vom angrenzenden Protoplasten ausgehende Bänder. Mit der stärksten uns zugänglichen Vergrösserung erhält das Bild ein Aussehen wie es die Fig. 11 zeigt. Plasmastränge dringen von zwei Richtungen in einander entgegengesetzte Poren ein, welche ganz vom Plasma gefüllt werden und durch kleine Zapfen andeuten wie die von uns nur hervorgehobene Punktirung innerhalb der Poren vorhanden ist. Leider hat es nicht mit voller Evidenz entschieden werden können, ob das Plasma in der einen Pore ohne Unterbrechung in das Plasma in der anderen entgegengesetzten Pore übergeht, d. h. wir können nicht das absolute Fehlen einer trennenden Primärwand beweisen, oder in diesem Falle constatiren, ob das Plasma einer Gefässzelle in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Plasma einer benachbarten Gefässzelle steht. Es scheint sich jedoch so zu verhalten, und die Bilder, die man im vorliegenden Falle erhält, erinnern vollständig an die Bilder, die man in der hierher gehörigen Litteratur gezeichnet findet, und welche das Vorhandensein einer solchen Verbindung beweisen sollen.

---

1) Baranetzki, Ann. des sciences nat., Botanique, sér. 7, tom. 4, p. 135.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Eine solche Plasmaverbindung zwischen jüngeren Gefässelementen kommt auch zwischen Gefäss- und Parenchymzellen vor, und man kann dieselbe während der Entwicklung der Zellen ziemlich weit verfolgen. Wir haben dieselben verfolgt, bis das Plasma nur einen Beleg auf der Innenseite der untersuchten Zellen bildete. Wir können dieses Verhalten als allgemein vorkommend und für sämmtliche trachealen Elemente bei *Psoralea bituminosa*, so lange noch das Leben anhält, als charakteristisch bezeichnen, und wir zweifeln nicht, dass das Verhältniss bei den übrigen Leguminosen dasselbe sein muss.

Die Bedeutung einer solchen unmittelbaren Verbindung zwischen sämmtlichen dem trachealen System angehörenden Elemente sowie auch zwischen diesen und dem vaso-parenchymatischen Systeme im Holze gehörigen Elementen während der Anlegung und Entwicklung der Holzelemente kann leicht eingesehen werden und ist natürlich in Uebereinstimmung mit dem Vorkommen einer gleichen Plasmaverbindung zwischen Zellen von anderer Gewebenatur zu deuten. Stoffwechsel und Stofftransport werden dadurch erleichtert, sowie auch Continuität in den Lebensphenomenen überhaupt hierdurch auf die angemessenste Art durchgeführt wird. Während der fortschreitenden Differenzirung innerhalb des Holzes werden, wie bekannt, gewisse Zellen hauptsächlich für mechanische Zwecke oder zur Aufnahme von Reservestoffen oder Nebenproducten beansprucht, gewisse andere Zellen dagegen, deren Hauptaufgabe es ist als Wasser leitende oder Wasser aufnehmende Elemente zu fungiren, gehen ganz naturgemäss in sogenannte Tracheïden über oder verschmelzen zu Gefässen, indem sie dabei jedenfalls im entwickelten Zustand ihren lebenden Inhalt verlieren. Zwischen den Gefässzellen kommt eine von jedem Hinderniss befreite Communication dadurch zu Stande, dass die Querwände ganz oder theilweise verschwinden. Zwischen Tracheïden untereinander und zwischen Tracheïden und Gefässen ist eine solche offene Verbindung ausgeschlossen, indem die primäre Membran ganz zurückbleibt und möglicherweise die Wassersteigung und Wasserströmung moderirt, oder aber, es wird eine unmittelbare Verbindung zwischen den trachealen Elementen durch diese siebähnlich vertheilten Durchbohrungen ermöglicht, welche die sogenannten Siebporen der Tracheïden und Gefässe charakterisiren, diese mögen sich an den Längswänden der Elemente befinden oder an den Terminalwänden der Tracheïden auftreten. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass diese Poren, wenn sie tracheale Elemente mit einander verbinden, durch ihre Siebstructur wenigstens in gewissem Grade auf den Saft- und Luftwechsel Einfluss üben, besonders, da ihre Anzahl bedeutend ist und jede Siebpore eine gewisse Zahl von Durchlöcherungen besitzt. Anderseits wird hierdurch die Grenze zwischen Gefässen und Tracheïden noch schwächer, falls man wirklich gegründete Ursache hat eine scharfe Grenze zwischen beiden Arten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von Tracheen zu ziehen, worüber man jedoch berechtigten Zweifel hegen kann, wenn man die Litteratur, die diese anatomischen Verhältnisse behandelt, näher untersucht (vergl. SOLEREDER, SANIO, l. c. u. A.). Jedenfalls ist es nicht entfernterweise gerechtfertigt, die Grenze so zu markiren, dass eine Arbeitstheilung darauf gegründet werden kann.

Gegen Parenchymzellen dagegen bleiben die Poren aus leicht einzusehenden Gründen geschlossen. Aber die Siebstructur muss auch hier für den Saftaustausch, der sicherlich zwischen Parenchym und Gefässen im Holze vorkommt, ihre Bedeutung haben, um nicht von der Thyllenbildung zu sprechen, die dadurch unstreitig erleichtert wird. Wir möchten nicht weiter auf diese Dinge eingehen, da uns experimentelle Unterlagen besonders bezüglich des Saftaustausches fehlen. Wir verzichten auf theoretische Speculationen, wollen aber doch ein wenig die Thyllenfrage berühren, da es von Interesse sein dürfte zu erwähnen, dass, wenn Thyllen in einer Pore entstehen, besonders in einer, die durch einen Balken in zwei Abtheilungen getheilt ist, zwei Thyllenzellen aus einer Pore, eine aus jeder Hälfte des Porenfeldes hervordringen können. Sie können sich entweder von einander unabhängig entwickeln, oder es kann auch eintreffen, dass der zwischenliegende Balken nach und nach aufgelöst wird, so dass die beiden ursprünglich selbstständigen Thyllenzellen zu einer einzigen grösseren zusammenwachsen. Wendet man dieses Beispiel auf die Siebpunktirung der Siebporen an, so darf man wohl annehmen, dass die Anregung zur Thyllenbildung von den Stellen auf dem Porenfeld, die der Punktirung entsprechen und wo die abschliessende Membran am dünnsten ist, ausgeht, und dass sie später auf das Porenfeld im Ganzen übergeht. Die Siebpunktirung ist zu fein, um wenigstens mit den uns zugänglichen optischen Hülfsmitteln entscheiden zu können, ob wirklich solche Anregungen von den Pünktchen in den Siebporen ausgehen aber als ganz unwahrscheinlich kann eine solche Annahme nicht aufgefasst werden, um so mehr, wenn man ausserdem bedenkt, dass die Thyllenzellen, die unter gewissen Umständen bei einigen Leguminosen in so reichlicher Menge auftreten, nach den charakterisirenden mikrochemischen Reactionen zu urtheilen, unter Verjüngung der Membrantheile, die die Begrenzung nach innen gegen die an die Parenchymzellen stossenden Gefässe bilden, auswachsen. Ausserdem können sie sich dabei auf einer grösseren Basis ausbreiten, als sie ursprünglich besitzen, und sind folglich nicht von Anfang an als ganz einfache Ausbuchtungen einer älteren Membran zu betrachten[1]).

---

1) Molisch, Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, Mathem.-naturw. Cl. XCVII, Abth. I, 1888; Praël, Pringsh. Jahrb. XIX, 1888, S. 1. (Vergl. Unters. üb. Schutz- u. Kernholz d. Laubb. S. 64—65.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zuletzt muss erwähnt werden, dass auch an den Zellen in dem innerhalb der Gefässe durch Thyllenbildung hervorgerufenen Gewebe das Vorkommen von Siebporen constatirt werden konnte, sowohl bei *Cytisus Laburnum* wie bei *Robinia Pseudacacia*. Hierbei ist zu bemerken, dass die Poren einfach und die Siebpunktirung nicht scharf markirt war.

Wir haben also das Vorhandensein einer Membranstructur innerhalb des trachealen Systems, die an die Perforirung der Siebröhren erinnert und gewissermassen mit derselben übereinstimmt, nachgewiesen, und zwar sind diese Membranstructuren nicht nur den Leguminosen eigen, sondern sie kommen auch anderen phanerogamen Pflanzen zu. Wir können es deshalb schliesslich nicht unterlassen, hervorzuheben, dass, wenn man in unseren Lehrbüchern von verschiedenen Arten von trachealen Elementen, von ungleichartig ausgebildeten und in wechselnder Weise entstandenen Gefässe redet, auch diese Art trachealer Elemente, die am besten als Siebporentracheïden oder Siebporengefässe bezeichnet werden dürfen, als für die Tracheen überhaupt und für die Tracheenbildung charakterisirende, berücksichtigt werden muss.

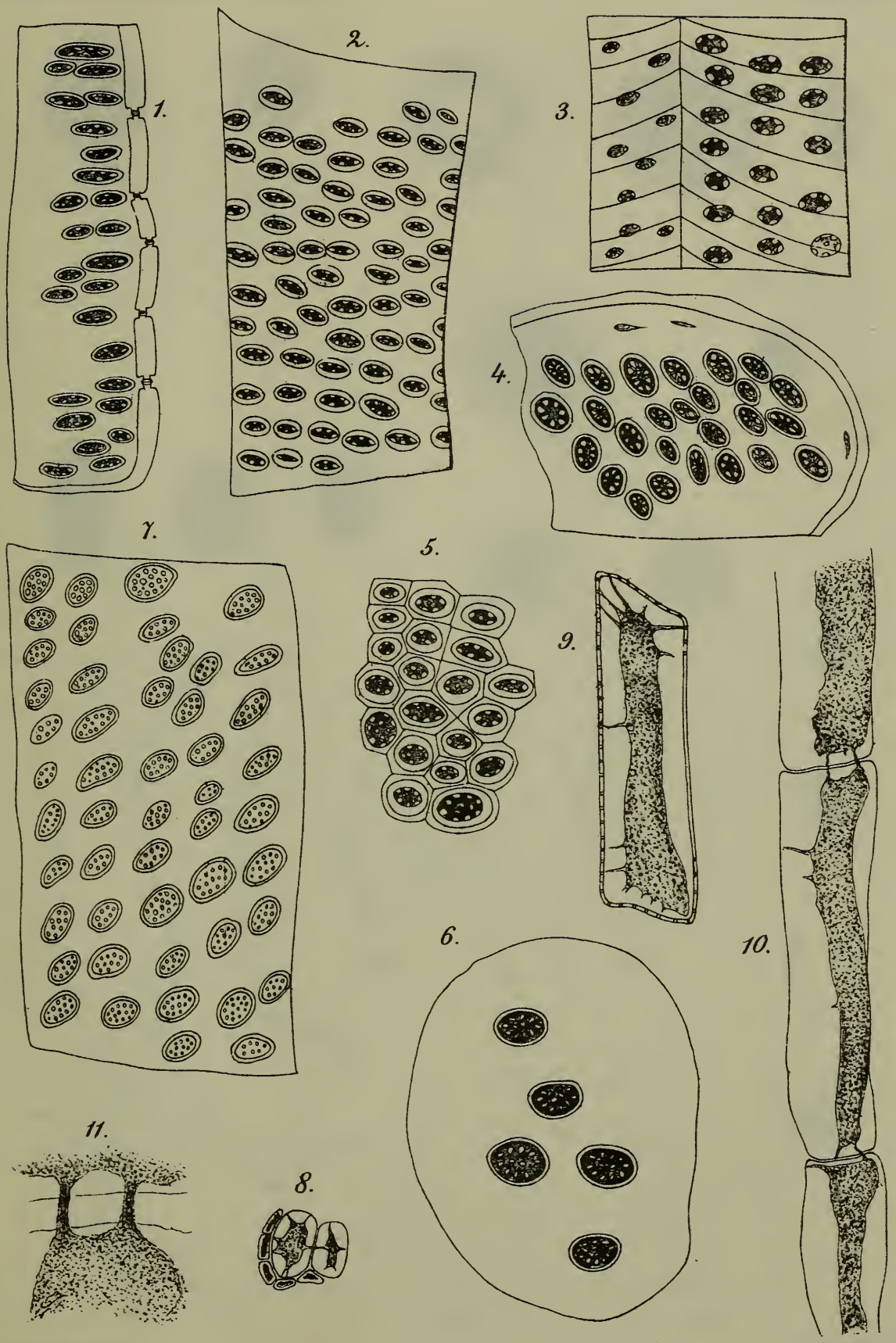
Lund, den 1. Juli 1892.

Erklärung der Abbildungen.

Für die Originalzeichnungen zu der Tafel XXVII gilt betreffs der Aufnahmen Fig. 1—7. Apochromatische Linse 1,33 *mm* und Compensations-Ocular II (Hartnack). Fig. 8—10. Immersion 8, Ocular I (Nachet). Fig. 11. Homogene Immersion $^1/_{12}$, Ocular III (Leitz). Alle Figuren wurden bei der lithographischen Wiedergabe um $^1/_6$ verkleinert.

Fig. 1—2. *Cytisus Laburnum.* Längswände eines Gefässes mit siebförmig ausgebildeten Poren.
Fig. 3—4. *Cytisus Laburnum.* Längs- und Querwände einer Tracheïde.
Fig. 5. *Robinia Pseudacacia.* Siebporen in der Gefässwand.
Fig. 6—7. *Genista radiata.* Längs- und Querwände einer Tracheïde.
Fig. 8—11. *Psoralea bituminosa.* Längs- und Querschnitte präparirter Gefässe und Gefässtheile, um die Plasmaverbindungen zu zeigen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Bengt Jönsson gez.

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: 1892

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Jönsson Bengt

Artikel/Article: Siebähnliche Poren in den trachealen Xylemelementen der Phanerogamen, hauptsächlich der Leguminosen. 494-513