

XXV.

Zur Entwicklungsgeschichte der gegliederten
Milchröhren.

Von

D. H. Scott.

(Dissertation vom Jahre 1881.)

Schon im Jahre 1812 hatte der jüngere **MOLDENHAWER**¹⁾ die Entstehung der Milchsaftegefäße aus Zellen an einigen Beispielen erkannt. Freilich wurden diese Organe damals noch nicht von den anderen Elementen der Rinde scharf unterschieden; vielmehr fasste man sowohl Milchsaftegefäße, als Siebröhren und den Weichbast überhaupt, unter dem gemeinschaftlichen Namen »Eigenthümliche Gefäße (Vasa propria)« zusammen.

Von den eigentlichen Milchsaftegefäßen untersuchte **MOLDENHAWER** diejenigen von *Musa* und *Chelidonium*, wobei er fand, dass sie aus Schläuchen zusammengesetzt sind, die sich in einander öffnen. Unrichtig dehnte er diese Angaben auch auf die Milchzellen von *Asclepias fruticosa* aus. Bei dem damaligen Stande der phytotomischen Forschung konnte natürlich von einer durchgehenden entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung gar nicht die Rede sein. Das Auffallende besteht nur darin, dass **MOLDENHAWER** der Wahrheit so nahe gekommen ist.

Unter den neueren Phytotomen behauptete **UNGER** im Jahre 1840 die Entstehung der Milchsaftegefäße durch Zellfusion. Leider aber wählte er als Beispiel *Ficus benghalensis*, bei welchem die Milchröhren bekanntlich un-
gegliedert sind. Da also die **UNGER'sche** Ansicht damals und auch noch viel später nicht auf zuverlässigen Untersuchungen beruhte, ist es nicht überraschend, dass eine andere und zwar ganz unbegründete Theorie längere Zeit von vielen Botanikern angenommen wurde. Diese Ansicht, nach welcher die Milchgefäße nichts als Intercellularräume sind, die erst im

1) Beiträge zur Anatomie der Pflanzen. Kiel 1812, S. 136, 140, 146, 151. Vergl. auch **SACHS**, Geschichte der Botanik, S. 305.

Laufe der Entwicklung eigene Haut bekommen, wurde von SCHLEIDEN¹⁾, wenn auch keineswegs mit voller Sicherheit, ausgesprochen und später, im Jahre 1846, von einer anonymen Verfasserin²⁾ ausführlich erläutert. Diese Intercellulartheorie machte einen großen Eindruck, was leicht zu begreifen ist, wenn man berücksichtigt, dass sie damals die einzige war, die wirklich auf fleißigen und sorgfältigen, obwohl natürlich ganz missverstandenen Beobachtungen beruhte. Selbst von MOUL günstig aufgenommen, wurde diese Meinung noch im Jahre 1860 von hervorragenden Botanikern vertheidigt.³⁾

Die betreffenden Untersuchungen der ungenannten Forscherin wurden hauptsächlich mittelst Längsschnitten durch den Vegetationskegel ausgeführt, und erstreckten sich über eine lange Reihe Milchsaft führender Pflanzen, unter denen die Apocynen, Aselepiadeen, Urticaceen, Euphorbiaceen, Papaveraceen und Cichoriaceen vertreten sind. Selbst *Chelidonium majus*, wo die früheren Querwände der Milchsaftgefäße bekanntlich zeitlebens erkennbar sind, scheint zuerst keinen Zweifel an der Richtigkeit der Intercellulartheorie erweckt zu haben. Bei den genannten Beobachtungen handelte es sich in erster Linie darum, zu constatiren, ob die jungen Milchröhren von vornherein eine eigene Haut besäßen oder nicht. Man glaubte nämlich damals, dass zwischen je zwei benachbarten Zellen zwei von einander gesonderte Zellhautlamellen liegen müssten, und wenn man zwischen einem milchführenden Kanal und den benachbarten Parenchymzellen keine doppelte Wand wahrnahm, so glaubte man daraus schließen zu müssen, dass der Milchkanal einer ihm angehörigen Wandlamelle überhaupt entbehre. Nachdem MOUL schon in den fünfziger Jahren gezeigt hatte, dass zwischen benachbarten Zellen eines Gewebes ursprünglich überhaupt nur eine einfache Lamelle liegt, hätte dieser Grund für die Intercellulartheorie von selbst wegfallen müssen.

Unterdessen trat SCHNACHT⁴⁾ im Jahre 1851 mit einer ganz anderen Theorie auf, nach welcher die Milchsaftgefäße überhaupt »milchsaftführende, nicht selten verzweigte Bastzellen« sind. Er stellte nämlich in Abrede, dass die Milchröhren ein besonderes Gewebesystem bilden, und wollte sie als eine Unterabtheilung unter die Kategorie der Bastzellen bringen, wobei nicht zu übersehen ist, dass SCHNACHT und einige andere Phytotomen jener Zeit sich daran gewöhnt hatten, die verschiedensten, besonders dickwandigen, langen, oder gar verzweigten Zellen, ohne Rücksicht auf ihre Lagerung als Bast zu bezeichnen, ähnlich wie auch in neuerer Zeit SCHWENDENER den Namen Bast auf die verschiedensten, der Festigkeit der Organe dienenden Elemente

1) Grundzüge der wiss. Botanik. 2. Aufl. 1845, 1. Theil, S. 213, 254.

2) Botanische Zeitung 1846.

3) Wie z. B. von HENFREY, Micrograph. Dictionary, art. Laticiferous. Tissue.

4) Botanische Zeitung 1851, S. 513.

übertragen hat. SCHACHT's erste Untersuchungen bezogen sich auf Euphorbia, Hoya, Rhizophora, Chelidonium, Lactuca u. s. w. Seine Ansicht, obwohl insofern richtiger als die Intercellulartheorie, dass die Zellennatur der Milchröhrenelemente wieder erkannt wurde, war doch mit den Thatsachen in schreiendem Widerspruch. Die Thatsache, dass sämtliche Milchröhren, sowohl die gegliederten als die ungegliederten, continuirliche offene Röhren bilden, die die ganze Pflanze durchlaufen können, wurde von SCHACHT übersehen, oder vielmehr ausdrücklich verneint. Er giebt nämlich an, dass diese »Bastzellen« niemals mit einander verbunden sind.

Während also die anatomischen Verhältnisse so unrichtig aufgefasst wurden, blieb die eigentliche Entwicklungsgeschichte noch ganz dunkel.

Im Jahre 1855 trat UNGER¹⁾ noch einmal als Vertreter der Verschmelzungstheorie auf. In dem betreffenden Werke sind alle Milchröhren unter der Abtheilung »Zellfusionen« beschrieben, und der Verfasser spricht seine Meinung in folgenden Worten aus: »Aus vielfachen nach jener Methode²⁾ ausgeführten Untersuchungen, hat sich herausgestellt, dass die Elemente der Milchsaftgefäße stets Zellen von einem eigenthümlichen flüssigen Inhalte sind. Diese Zellen erscheinen entweder als kurze oder lange cylindrische oder als einfach oder wiederholt verzweigte Schläuche, deren Endtheile und Zweige häufig mit einander verschmelzen, so dass daraus ein System von communicirenden Röhren hervorgeht.« Die Entwicklung selbst wird nicht näher beschrieben; UNGER hatte sie wahrscheinlich nur bei einigen mit wirklich gegliederten Milchgefäßen versehenen Pflanzen, wie Chelidonium und Sanguinaria, verfolgt, und das Gesehene auch auf die nicht gegliederten übertragen, was um so leichter zu entschuldigen ist, als man damals den Unterschied zwischen beiden Kategorien von milchführenden Kanälen überhaupt noch nicht beachtet hatte.

Im Jahre 1856 wurden die ersten eingehenden Untersuchungen über die Entwicklung gegliederter Milchsaftgefäße von SCHACHT³⁾ veröffentlicht. Doch nur bei einer Pflanze (Carica Papaya) hat er die Entwicklung ihrer höchst merkwürdigen Milchröhren verfolgt. Die betreffenden Organe bilden bekanntlich bei Carica ein reichverzweigtes System, das hier ausnahmsweise an der inneren Seite des Cambiums gebildet wird. Dieselben bilden im Holzkörper concentrische Kreise, indem abwechselnd Tracheen und Milchsaftgefäße von dem Cambium erzeugt werden. Sowohl die Querwände als auch zum Theil die Seitenwände werden nach SCHACHT frühzeitig resorbirt. Außerdem treiben die Hauptstämme der Röhren zahlreiche, bisweilen sehr dünne Äste, die mit anderen Röhren verschmelzen oder auch blind endigen können. Diese feinen, von SCHACHT als Capillarröhren be-

1) Anatomie und Physiologie der Pflanzen, S. 457.

2) Maceration und Kochen mit Kali.

3) Monatsber. d. Berliner Akademie 1856, 2. S. 545.

zeichneten Äste sollen durch die Intercellularräume verlaufen. Ferner treten auch in den Markstrahlen Verbindungsrohren auf, welche in dem Parenchym derselben durch Verschmelzung von Zellen entstehen sollen, und die Milchsaftegefäße sämtlicher Fibrovasalstränge in Verbindung setzen. In der Rinde sollen nur seitliche Verzweigungen der Hauptröhren vorkommen.

Die Beobachtungen SCHACHT's dehnten sich auch über verschiedene andere Pflanzen aus, unter denen *Sonchus* uns am meisten interessirt. Über die eigentliche Entwicklungsgeschichte hat er in diesem Fall nicht viel mitzuthellen. Er sagt¹⁾: »Der Vorgang der Verschmelzung der Zellen zur Bildung der Milchsaftegefäße scheint hier derselbe wie bei *Carica* zu sein, nur mit dem Unterschied, dass hier die Parenchymzellen der Markstrahlen viel seltener als dort an derselben theilnehmen« u. s. w. Dass SCHACHT die Entwicklung wirklich verfolgt hatte, ist aus diesen Worten kaum zu schließen. Auch die betreffenden Abbildungen²⁾ zeigen nichts von der Entstehung aus Zellen. Dafür aber ist die Art der seitlichen Verbindung zwischen den Röhren richtig dargestellt. Hier nämlich treiben die Milchröhren seitliche Ausstülpungen, die weiter wachsen und mit denen der benachbarten Röhren verschmelzen und so eine Verbindung herstellen, ähnlich wie bei der Copulation der Conjugaten.

Ohne Zweifel wurde die Kenntnis der uns beschäftigenden Organe durch diese Arbeit von SCHACHT wesentlich erweitert. Obschon er noch danach strebte, seine Bastzellentheorie zu retten, indem er behauptete, dass auch echte Bastzellen mit einander verschmelzen können³⁾, wurde eine richtigere Auffassung jetzt fast unvermeidlich.

Während der nächstfolgenden Jahre wurde nur verhältnismäßig wenig von Interesse über die Milchsafte führenden Organe veröffentlicht. Im Jahre 1862 erkannte HARTIG⁴⁾ zum ersten Mal den Unterschied zwischen gegliederten und unegliederten Milchröhren. Unter den ersteren sind die Cichoriaceen und Papaveraceen erwähnt, und außerdem die Acerineen, die den Milchröhren besitzenden Pflanzen nicht mehr zugerechnet werden. Als unegliedert werden die Milchröhren der Euphorbien bezeichnet. Diese Eintheilung wurde erst viel später allgemein angenommen.

Im nächsten Jahre (1863) gewann die Kenntnis unseres Gegenstandes noch eine Erweiterung, indem VOGL⁵⁾ Untersuchungen über die Milchsaftegefäße von zwei Cichoriaceen veröffentlichte. Im Cambium von *Taraxacum officinale* und *Podospermum* beobachtete er die Entstehung der Milchröhren. Er bildet Stadien ab, worin die Querwände noch erhalten sind, und theilt außerdem die interessante Thatsache mit, dass die Verbindung benachbarter

1) l. c. S. 524.

2) l. c. Fig. 11—13.

3) l. c. S. 530.

4) Botan. Zeitung 1862, S. 97.

5) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 43. B. S. 668.

Gefäße durch Seitenäste der Resorption der Querwände vorausgeht. Er fasst seine Resultate in folgenden Worten zusammen: »Die Milchsaftegefäße beider Pflanzen entstehen durch Fusion von über und neben einander stehenden Leitzellen (Cambiform, Siebzellen), die Fusion ist bedingt durch die Umwandlung der Membranen der verschmelzenden Zellen in Pectose.« Vogt hat, wie seine Fig. 4, Taf. II zeigt, die jungen Milchsaftegefäße mit Siebröhren verwechselt.

Die Angaben von TRÉCUL (1857), auf dessen Arbeiten ich zurückkomme, nach welchen Milchröhren und Tracheen mit einander in Verbindung stehen, gab Veranlassung zu einer erneuten Bearbeitung dieser Gewebeformen. Die Preisschrift HANSTEIN'S¹⁾ (1864) enthält eine sehr ausführliche Behandlung des Gegenstandes, wobei aber die Vertheilung und sonstige anatomische Verhältnisse hauptsächlich berücksichtigt sind. Was die Entwicklungsgeschichte betrifft, war HANSTEIN unbedingt Anhänger der Verschmelzungstheorie. Aber auch ihm ist es nicht gelungen, die successiven Entwicklungsstadien direkt zu beobachten. Mit besonderer Rücksicht auf die Milchröhren der Cichoriaceen, Campanulaceen und Lobeliaceen giebt er an²⁾, »dass das Verschmelzen dieser Zellen in so frühem Stadium vor sich zu gehen pflegt, dass es sich bei der noch herrschenden Feinheit der Theile der direkten Beobachtung entzieht«. Er fügt aber Folgendes hinzu: »Die Anordnung der schlauchförmigen Hauptstämme der Gefäße entspricht genau der der benachbarten Zellen, und auch die Länge von diesen lässt sich in den unterscheidbaren Abschnitten der Schläuche häufig wieder erkennen.« Etwas weiter unten giebt er die Gründe seiner Meinung noch klarer an. Er sagt³⁾: »Dagegen findet die Entstehung dieser Gefäße aus Zellketten ihren mehrfachen Nachweis einerseits im Vergleich mit denen von *Carica*, andererseits in den *Papaveraceen*« u. s. w. Es ergiebt sich also, dass die HANSTEIN'sche Ansicht, gerade wie die UNGER'sche, viel mehr auf Analogie als auf direkter Beobachtung beruht. Freilich war dieser Analogieschluss durch die auch von HANSTEIN bestätigten Beobachtungen SCHACHT's an *Carica* wesentlich verstärkt. Wie wenig aber die Verschmelzungstheorie sich noch jetzt auf vollständige entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen stützte, erhellt aus der Thatsache, dass HANSTEIN sie wiederum auf die ungliederten Milchröhren ausdehnte.

Die Arbeit DIPPEL'S⁴⁾ (1865), auch von der Pariser Akademie gekrönt, stimmt in ihren wichtigsten Resultaten mit der HANSTEIN'schen überein. Er findet, dass alle Milchröhren zuerst aus reihenweise über einander gestellten Zellen bestehen; die einfachen (nicht netzförmig verbundenen)

1) Die Milchsaftegefäße und die verwandten Organe der Rinde. Berlin 1864.

2) l. c. S. 44.

3) l. c. S. 45.

4) Da die Arbeit selbst mir nicht zu Gebote stand, musste ich DE BARY's Referat in der Botanischen Zeitung 1867, S. 333, sowie Citate in der »Vergleichenden Anatomie« u. s. w. benutzen.

sollen sich nach Maceration in die Einzelzellen zerlegen lassen. DIPPEL hat nicht nur diese Entstehungsweise einfach auf die ungegliederten Milchröhren übertragen, sondern behauptet, dass er auch hier die Querwände wirklich gesehen hat. Er ist von DE BARY¹⁾ und SCHMALHAUSEN widerlegt worden, indem sie gezeigt haben, dass die von ihm gesehenen Querwände nicht den Milhzellen selbst, sondern darüber oder darunter liegenden Zellen angehören. Von denselben Beobachtern ist auch die Unrichtigkeit seiner Auffassung der Milchröhren als modificirte Siebröhren nachgewiesen worden.

TRÉCUL hat zwischen den Jahren 1857 und 1868 eine lange Reihe von Aufsätzen, die Milchröhren und verwandte Organe betreffend, veröffentlicht, die durch die große Anzahl der untersuchten Arten ausgezeichnet sind. Indem ich seine Circulationstheorie, nach welcher die Milchsäftgefäße den Adern, die Tracheen dagegen den Arterien der Thiere entsprechen, übergehe, will ich nur einige Punkte kurz berühren, die für die Entwicklungsgeschichte von Interesse sind.

Unter den Papaveraceen²⁾ hat TRÉCUL die Entstehung aus Zellen bei Argemone beobachtet. Hier wie in anderen Fällen soll der Milchsäft schon gebildet werden, bevor die Querwände aufgelöst sind. Auch hier findet Verbindung zwischen benachbarten Röhren durch Auswüchse statt, wie es bei so vielen anderen gegliederten Milchsäftgefäßen der Fall ist.

Bei den Cichoriaceen³⁾ ist die Entwicklung folgendermaßen beschrieben: Die Milchsäftgefäße entstehen aus Zellen, die in continuirliche Röhren verschmelzen. Letztere communiciren alle mit einander, so dass sie ein Netz bilden. Die Continuität der Gefäße kommt auf dreierlei Weise zu Stande: 1) durch Fusion über einander stehender Zellen. 2) durch die mehr weniger häufige Resorption der Seitenwände, wo zwei Zellen oder Gefäße in unmittelbarer Berührung sind. 3) wenn die Milchgefäße von einander entfernt sind, treiben sie Äste gegen einander, die in der Form von Ausstülpungen entstehen. Diese wachsen zwischen oder selbst durch die ungleichnamigen Zellen, bis sie entsprechende Äste von anderen Gefäßen treffen, mit denen sie verschmelzen; bei Tragopogon pratense hat TRÉCUL solche Verbindungsäste beobachtet, die eine Länge von 1,45 mm erreichten.

Auch unter den Aroideen⁴⁾, und zwar bei verschiedenen Caladiumarten, scheint TRÉCUL sowohl die Resorption der Querwände als die Verbindung durch Ausstülpungen beobachtet zu haben.

An einem anderen Orte⁵⁾ macht TRÉCUL auf die Thatsache aufmerksam, dass bei den Euphorbien keine Spur der Entstehung aus Zellen

1) Vergleichende Anatomie S. 205.

2) Comptes rendus, T. 60, 1865, S. 522.

3) Ebendas. T. 61, 1865, S. 787.

4) Ebendas. T. 61, S. 1163.

5) Ebendas. T. 60, S. 1349.

wahrzunehmen ist, und beachtet somit zum ersten Mal den Unterschied zwischen gegliederten und ungliederten Milchröhren.

Auch bei TRÉCUL fehlt es an genaueren Beschreibungen des Entwicklungsvorgangs.

Die Arbeit von DAVID¹⁾ (1872) bezieht sich bekanntlich auf die ungliederten Milchröhren. Er hat das Verdienst, die richtige Eintheilung der fraglichen Organe endgültig festgestellt zu haben, obwohl er die wahre Entstehungsweise der ungliederten Milchröhren noch nicht erkannte. Er glaubte nämlich, dass neue Milchzellen fortwährend im Meristem des Vegetationspunktes gebildet werden, dass also eine große Anzahl successiv entstandener Milchzellen in der erwachsenen Pflanze existirt. In der That aber sind dieselben schon im Embryo ein für allemal, und zwar in sehr geringer Zahl (etwa sechs) angelegt, und das ganze Milchröhrensystem der Pflanze besteht ausschließlich aus den mannigfaltigen Verzweigungen dieser wenigen ursprünglichen Zellen. Diese Entdeckung wurde zuerst von SCHMALHAUSEN²⁾ (1877) gemacht und nachher von WEBER im Würzburger Laboratorium bestätigt.

Die Arbeit SCHMALHAUSEN'S ist auch für die Entwicklungsgeschichte der gegliederten Milchröhren von großer Wichtigkeit, indem er, wie es mir scheint, bei weitem die genauesten Beobachtungen über die Entstehung dieser Organe bei den Cichoriaceen mitgetheilt hat. Ich werde im Laufe der Darstellung meiner eigenen Untersuchungen öfters auf seine Angaben zurückkommen müssen; hier seien nur die Hauptpunkte erwähnt. SCHMALHAUSEN hat die Embryonen von Tragopogon und Scorzonera untersucht. Er findet, dass die Milchsaftgefäße schon im reifen Keime angelegt sind, aber erst im Laufe der Keimung zu wirklichen Gefäßen werden, indem die Querwände, und wohl auch zum Theil die Seitenwände resorbirt werden. Die Ausbildung soll am Wurzelende anfangen und von da aus bis zum entgegengesetzten Ende des Embryos fortschreiten. Hier, wie bei den sonst so grundverschiedenen Euphorbien sind zwei Systeme von Milchröhren im Embryo vorhanden. Das eine gehört dem Periblem, das andere dem Plerom an. Die Milchsaftgefäße haben mit den Siebröhren weder in der Entwicklung noch in der Struktur etwas Gemeinsames. Auf Details werde ich, wie gesagt, später zurückkommen.

In der »Vergleichenden Anatomie« von DE BARY sind, neben werthvollen eigenen Beobachtungen, die Ergebnisse der bis 1877 gemachten Untersuchungen zusammengestellt. Daraus kann man ungefähr auf den heutigen Stand der Frage schließen, da seit der Zeit nur wenig Neues erschienen ist. Aus Allem geht hervor, dass die Entstehung der gegliederten Milchröhren aus der Verschmelzung von Zellreihen als ziemlich sicher

1) Über die Milchzellen der Euphorbiaceen u. s. w. Breslau 1872.

2) Beiträge zur Kenntnis der Milchsaftbehälter der Pflanzen. St. Petersburg 1877.

constatirt betrachtet werden darf, aber nichts desto weniger, dass der Vorgang nur in wenigen Fällen direkt beobachtet worden ist.¹⁾

Seit dem Jahre 1877 ist nur eine einzige Arbeit erschienen, die in Betracht gezogen werden muss. Diese ist die Untersuchung von *Tragopogon porrifolius*, von M. E. FAIVRE ausgeführt.²⁾ Er giebt an, dass der reife Embryo bei dieser Pflanze wesentlich aus plasmareichem Parenchym besteht, worin die Tracheen und Milchsaftgefäße noch nicht entwickelt sind. Jene erscheinen zuerst, beide aber erst, wenn die Wurzelspitze schon aus der Samenschale hervorragt. Die Milchsaftgefäße sollen durch die Fusion über einander stehender Zellen gebildet werden. Diese Entstehungsweise soll an den oft deutlichen Gliederungen noch erkennbar sein. Am zahlreichsten kommen die Milchsaftgefäße in den Cotyledonen vor. Die zweierlei Verbindungen zwischen benachbarten Gefäßen, nämlich durch Querreihen von Zellen und durch Ausstülpungen, hat auch FAIVRE beobachtet. Was die Vertheilung betrifft, existirt nach FAIVRE eine enge Beziehung zwischen Tracheen und Milchsaftgefäßen, die aber niemals mit einander in Verbindung stehen. Der Milchsaft selbst soll erst zum Vorschein kommen, wenn die Wurzel eine Länge von mehreren Millimetern erreicht hat. Ich werde bald Gelegenheit haben, zu zeigen, wie weit diese Angaben durch meine Beobachtungen bestätigt sind.

Die Untersuchungen, zu deren Darstellung ich jetzt übergehe, wurden auf Veranlassung des Herrn Hofrath Professor v. SACHS unternommen. Meine Arbeit hatte den Zweck, die Entwicklungsgeschichte der Milchsaftgefäße an gewissen Beispielen etwas näher zu untersuchen und durch möglichst direkte Beobachtung festzustellen. Im Gegensatz zu der Mehrzahl der älteren Beobachtungen, mit Ausnahme derer von SCHMALHAUSEN und DE BARY, ging ich darauf aus, bloße Analogieschlüsse betreffs der Entwicklungsgeschichte zu vermeiden und mich allein auf gelungene Schnitte von äußerster Feinheit zu verlassen, und die folgenden Angaben beziehen sich daher nur auf ganz klare, zweifellose Objekte, wie sie nur an Schnitten von äußerster Feinheit zu gewinnen sind.

Eigene Beobachtungen.

Ich will zuerst die Entwicklung der Milchsaftgefäße in dem Keimling von *Tragopogon criospermus* beschreiben, weil ich dieses Objekt am genauesten untersucht habe, und weil die Keimpflanzen überhaupt bis jetzt von nur wenigen Beobachtern in dieser Hinsicht untersucht worden sind.

1) l. c. S. 199 und 203.

2) Comptes rendus, T. 88, 1879, S. 269.

Zur leichteren Orientirung will ich eine kurze Beschreibung der Vertheilung dieser Gefäße in der Keimpflanze voraussehen.

In der Keimwurzel findet man zwei scharf unterscheidbare Systeme von Milchsaftgefäßen. Erstens verlaufen im Parenchym der Rinde zerstreute, in der Regel nicht sehr zahlreiche Milchgefäße, die ziemlich dicht unter der Oberfläche gelagert sind, gewöhnlich in der vierten oder fünften Zellschicht. Zweitens besitzt der axile Strang eine Anzahl Milchgefäße, die dem Phloemtheile angehören, und, dem diarchen Bau der Wurzel entsprechend, zwei große, einander gegenüber stehende Gruppen bilden, die ungefähr je ein Viertel des Umfangs einnehmen. In derselben Anordnung setzen sich die Milchsaftgefäße in das hypocotyle Glied fort. Hier aber sind die hypodermalen Gefäße viel zahlreicher als in der Wurzel. Sie verlaufen noch dichter unter der Epidermis; zuweilen sind sie von derselben nur durch eine einzige Zellschicht getrennt. Die nämlichen Milchgefäße können entweder vereinzelt verlaufen oder zu zweien, zuweilen auch mehr neben einander stehen. Die Milchgefäße des Fibrovasalsystems nehmen eine der Stengelstruktur entsprechende Vertheilung an. Hier nämlich stehen sie vorwiegend an der Außen- (Phloem-)seite der einzelnen Gefäßbündel, kommen aber auch im intrafascicularen Gewebe vor.

Im Knoten biegen sich die Gefäßbündel und die ihnen angehörenden Milchsaftgefäße in die Cotyledonen hinaus, so dass sie in der Cotyledonarscheide weiter nach außen zu liegen kommen, als im hypocotylen Gliede. Die hypodermalen Milchsaftgefäße dagegen setzen sich geradlinig in die Cotyledonen fort. An der Stelle, wo die Fibrovasalbündel in die Cotyledonarscheide eintreten, sind ihre Milchsaftgefäße stets durch quer verlaufende Äste mit den hypodermalen verbunden. In der Scheide kommen wiederum solche Verbindungen sehr häufig vor. In den Cotyledonen begleiten die Milchsaftgefäße gewöhnlich die hier reich verzweigten Fibrovasalstränge; auch hier aber kommen welche vor, die allein durch das Parenchym verlaufen. In den Vegetationspunkt des Keimstengels oberhalb der jüngsten Blätter habe ich bis jetzt die Milchgefäße nie verfolgen können, wohl aber in die jungen Blätter selbst, sobald diese einigermaßen entwickelt sind. Die Milchgefäße sind also, gleich den Fibrovasalsträngen, niemals stammeigene im Sinne NÄGELI'S.

Die oben beschriebenen Verhältnisse sind an Keimlingen, deren Wurzeln etwa 5 mm aus der Samenschale hervorragt, schon recht deutlich zu erkennen. Es fragt sich zunächst, wann die betreffenden Organe zuerst angelegt werden. Um diese Frage zu beantworten, habe ich den reifen Embryo im trockenen Samen untersucht. [Nahe an der Epidermis (z. B. in der Cotyledonarscheide), an der Stelle, wo man späterhin die hypodermalen Milchgefäße zu finden pflegt, kann man an einem Querschnitt hin und wieder einzelne Zellen unterscheiden, die sich zunächst durch ihre geringere Größe auszeichnen. Sie sind nämlich in der radialen Richtung

nur halb so breit, als die benachbarten Parenchymzellen. Sie stehen im Querschnitt immer zu zwei beisammen und sind gewöhnlich durch eine einzige Zellschicht von der Epidermis getrennt. An Längsschnitten erkennt man, dass die betreffenden Zellen Längsreihen bilden und offenbar aus Spaltung der dritten Reihe (von außen gezählt) durch tangentialen Wände entstanden sind. Die äußeren dieser Zellen sind es, die den hypodermalen Milchsaftgefäßen ihren Ursprung geben. Schon in diesem Stadium glaubte ich einen Unterschied in dem Inhalte wahrnehmen zu können. Es sind nämlich in den erwähnten Zellen nur wenige kleine Aleuronkörner enthalten, während dieselben in den Parenchymzellen massenhaft vorhanden sind.¹⁾

Auch die Fibrovasalstränge sind im reifen Keime angelegt. Hier aber ist es mir nicht gelungen, die Anlagen der Milchsaftgefäße von den übrigen Zellen des Pleroms zu unterscheiden.²⁾ Gerade deshalb habe ich bei den allerjüngsten Stadien meine Aufmerksamkeit auf die hypodermalen Gefäße gewendet, weil bei diesen keine Verwechslung eintreten kann.

Nicht in allen Fällen ist es mir gelungen, das Vorhandensein dieser Anlagen im fertigen Embryo nachweisen zu können. Das Entwicklungsstadium, bei welchem der Embryo in seinen Ruhezustand im trockenen Samen übergeht, ist bekanntlich ein mehr oder weniger zufälliges. Es giebt wahrscheinlich einzelne Samen, worin die betreffenden Zelltheilungen noch nicht stattgefunden haben, sondern erst mit Beginn der Keimung erfolgen sollen. Dagegen sind die Anlagen der Gefäßbündel ausnahmslos deutlich zu erkennen. Es ergiebt sich also, dass die Angaben FAIVRE'S, nach welchen der reife Keim wesentlich aus Parenchym besteht, worin weder Tracheen noch Milchsaftgefäße entwickelt sind, den wahren Sachverhalt sehr ungenau darstellen. Die Resultate von SCHMALHAUSEN'S Untersuchungen sind dagegen mit den meinigen völlig in Einklang.

Viel deutlicher noch sind die in Bildung begriffenen Milchgefäße zu erkennen, sobald die Keimung einmal eingetreten ist. Bei Samen, die etwa 24 Stunden im Boden gelegen hatten, deren Keimwurzeln aber noch nicht zum Vorschein gekommen waren, fand ich die Anlagen der hypodermalen Milchgefäße schon ziemlich weit differenzirt. Sie bilden Längsreihen etwas langgestreckter Zellen, die in der Regel ungefähr halb so breit und doppelt so lang als die gewöhnlichen Parenchymzellen sind. Ihre Entstehung durch Theilung von Zellen, die der dritten (resp. vierten) Zellenreihe angehören, ist noch leicht zu constatiren. Die Schwesterzellen, die nach innen liegen, bleiben kleiner als die übrigen Parenchymzellen; offenbar

1) Dieser Mangel an Aleuronkörnern gilt auch zum Theil für die Schwesterzellen der Milchgefäßanlagen. Möglicherweise stellen die betreffenden Präparate Fälle dar, wo zwei Milchgefäße nebeneinander entstehen sollten.

2. Cf. SCHMALHAUSEN l. c. S. 23.

haben sie weitere Quertheilungen erfahren, die in den Zellen der Milchsaftgefäße unterbleiben. Was den Inhalt betrifft, ist die Differenzirung jetzt sehr auffallend. Sowohl Epidermis- als Parenchymzellen führen noch eine Masse Aleuronkörner; in den angelegten Milchgefäßen fehlen dieselben vollständig. Letztere besitzen einen gleichförmigen feinkörnigen Inhalt, worin eine dunklere Partie möglicherweise die Lage des Zellkerns andeutet.

In keimenden Samen, bei welchen das Wurzelende eben sichtbar wird, findet man die hypodermalen Milchsaftgefäße etwas weiter ausgebildet. Ihr Inhalt fängt jetzt an, das charakteristische Ansehen des Milchsafts anzunehmen, und ist durch seine Farbe schon beim ersten Blick von demjenigen aller übrigen Zellen zu unterscheiden. Bis jetzt aber sind die Querwände noch vollkommen erhalten.

In Keimlingen, deren Wurzeln 3—4 mm aus der Samenschale herausgewachsen sind, sind die Milchsaftgefäße fast überall deutlich zu erkennen. Ungefähr um diese Zeit pflegt man die ersten Andeutungen von der Resorption der Wände wahrzunehmen. Der Zustand der betreffenden Gefäße ist bei diesem Entwicklungsstadium folgender:

In der Wurzel sind die hypodermalen Milchgefäße schon ziemlich weit ausgebildet; sie führen Milchsaft und es lässt sich stellenweise constatiren, dass die Querwände wenigstens in der Mitte durchbohrt sind. Das andere, dem axilen Cylinder gehörende System bleibt noch zurück. Die Zellen zeigen gegen die übrigen Zellen des Pleroms keine Verschiedenheit des Inhalts; auch sind alle Wände noch unverändert.

Dasselbe gilt auch zum Theil für das hypoeotyle Glied, hier aber ist die Entwicklung der zwei Systeme eine gleichmäßigere.

An der Basis der Cotyledonen sind die Verbindungsäste zwischen axilen und hypodermalen Milchgefäßen ebenso weit entwickelt wie die Hauptstämme selbst; sie führen schon etwas Milchsaft. In dieser Gegend trifft man gelegentlich Stellen, wo die Querwände perforirt sind. Im oberen Theile der Cotyledonen ist die Entwicklung nicht so weit vorge-schritten. Die Querwände sind überall vorhanden, wenn auch ein wenig gequollen. Gegen die Cotyledonspitze ist bis jetzt kein Milchsaft in den Gefäßen wahrzunehmen.

Die Milchsaftgefäße in den Cotyledonen bilden schon ein complicirtes Netzwerk. Die Verbindung zwischen entfernteren Hauptstämmen ist stets durch quer verlaufende Reihen von später verschmelzenden Zellen bewirkt. Niemals habe ich bei diesen Keimpflanzen die sonst so häufige Verbindung mittelst copulirender Ausstülpungen beobachtet.

Es kommen nicht selten Fälle vor, wo eine oder mehrere Zellen einer Reihe durch Längswände gespalten sind. Beide Zellen nehmen an der Bildung des Milchgefäßes theil. Offenbar haben sie eine nachträgliche Theilung erfahren, die in den übrigen Zellen der Reihe unterbleibt.

An Keimpflanzen, deren Wurzeln eine Länge von etwa 6 mm erreicht haben, hat man alle Stadien des Entwicklungsvorgangs vor sich. Ich will dieselbe Reihenfolge wie vorher inne halten und mit den hypodermalen Milchgefäßen der Wurzel beginnen. Diese sind jetzt beinahe fertig. Die Querwände sind alle durchbrochen, zuweilen sind ihre Reste nur schwer zu erkennen. Die Glieder sind sehr lang, in der Regel zweimal so lang als die selbst sehr gestreckten Parenchymzellen. Dasselbe Längenverhältnis besteht also noch jetzt wie bei den jüngsten Entwicklungsstufen. Die Milchsäftgefäße des axilen Cylinders sind dagegen keineswegs so weit entwickelt. Hier fängt die Resorption der Querwände erst an, stellenweise sind dieselben noch vollkommen erhalten. Auch die Seitenwände zeigen keine Durchbohrung.

Im hypocotylen Gliede sind die hypodermalen Milchgefäße eben so weit ausgebildet wie in der Wurzel. Die Querwände sind resorbirt; lange Strecken hindurch kann man keine Spur von ihnen wahrnehmen. Die Milchgefäße der Fibrovasalstränge sind weiter fortgeschritten als die entsprechenden in der Wurzel, doch nicht so weit wie die hypodermalen. Die Querwände sind durchbohrt; in den Seitenwänden sind schon viel größere Löcher vorhanden. Letztere Thatsache, die ich wiederholt beobachtet habe, stimmt mit der Behauptung SCHMALHAUSEN's überein, dass die Resorption der Seitenwände der der Querwände vorausgeht.

In den Cotyledonen sind die Perforationen kleiner als im hypocotylen Gliede. Hier zeigen alle Milchsäftgefäße dieselbe Entwicklungsstufe. Ihre Glieder sind, dem langsamen Wachstum dieses Theiles entsprechend, verhältnismäßig kurz.

Die Resorption der Querwände geht in den Cotyledonen noch immer langsam vor sich. Selbst bei Keimlingen, deren Wurzellänge schon ungefähr 4 cm beträgt, ist der Vorgang keineswegs vollendet. In den Seitenwänden, wo zwei Gefäße in Berührung sind, findet man zwar recht große Perforationen; die Querwände aber sind nur theilweise aufgelöst; in manchen sind die Öffnungen noch ganz klein.

Was die Reihenfolge der Entwicklung in den verschiedenen Organen der Keimpflanze anbetrifft, muss man, wie es mir scheint, zwei Momente unterscheiden. Erstens macht sich das Princip geltend, dass die Milchsäftgefäße dort am frühesten ausgebildet werden, wo das Wachstum zuerst stattfindet. Dem entsprechend bilden sich die hypodermalen Milchgefäße der Wurzel sehr frühzeitig aus, weil die Basis der Wurzel zuerst am lebhaftesten wächst. Die entsprechenden Milchgefäße des hypocotylen Gliedes, das sich auch sehr bald zu strecken beginnt, bleiben nur wenig zurück. In den Cotyledonen dagegen, die längere Zeit hindurch so gut wie kein Wachstum erfahren, schreitet die Ausbildung der Milchgefäße auch sehr langsam fort und vollendet sich erst sehr spät. Wie schon oben erwähnt, hat auch SCHMALHAUSEN auf diese Thatsachen aufmerksam gemacht.

Zweitens habe ich wiederholt Gelegenheit gehabt, zu beobachten, dass die Milchsaftgefäße des Pleroms gegen die anderen in ihrer Ausbildung sehr zurückbleiben. Dies ist in der Wurzel besonders auffallend, gilt aber auch von dem hypocotylen Gliede, jedenfalls in seinem unteren Theile; die hypodermalen Milchgefäße führen Milchsaft, während die der Fibrovasalstränge noch nichts davon wahrnehmen lassen. Auch die Fusion der Zellen ist in jenen sehr weit fortgeschritten, während sie in diesen kaum angefangen hat. In den Cotyledonen macht sich dieser Unterschied nicht mehr geltend: hier geht die Entwicklung an demselben Querschnitt überall mit gleichem Schritt vor sich.

Was den Verschmelzungsvorgang selbst anbetrifft, lässt sich folgendes constatiren. Zuerst erscheint die betreffende Wand etwas aufgequollen; jedoch ist die Quellung eine ziemlich unbeträchtliche. Dann fängt die Membran an, sich an einer Stelle allmählich aufzulösen. Es giebt wahrscheinlich eine Mittellamelle, die der Auflösung am längsten widersteht, da man Stadien trifft, wo die Öffnung noch durch eine äußerst dünne Haut verschlossen ist. Die Öffnung ist zuerst sehr klein; häufig, aber keineswegs immer, tritt sie im Mittelpunkte der Querwand auf. Die Perforation vergrößert sich allmählich; schon ehe die Querwand völlig verschwunden ist, treten die Inhalte der Zellen in Verbindung. Was die seitlichen Durchbohrungen betrifft, möchte ich nur die Bemerkung SCHMALHAUSEN's, dass dieselben in der Nähe einer Querwand zu entstehen pflegen, bestätigen.

Die eben beschriebenen Beobachtungen an *Tragopogon* habe ich zum Theil an *Scorzonera hispanica* wiederholt.

Auch hier lassen sich die Anlagen der Milchsaftgefäße schon im trockenen Samen erkennen. Der Vorgang der Entwicklung ist wesentlich derselbe wie bei *Tragopogon*. Schon ehe die Querwände aufgelöst werden, sind die betreffenden Zellen durch ihren charakteristischen Inhalt ausgezeichnet, ohne Zweifel führen sie schon etwas Milchsaft. Die Vertheilung ist bei den beiden Pflanzen etwas verschieden. Bei *Scorzonera* gehören fast alle Milchsaftgefäße des Keimlings dem Phloemtheile der Gefäßbündel an; nur in den Cotyledonen findet man welche, die für sich in der Epidermis verlaufen. Noch ein Unterschied besteht darin, dass die Milchsaftgefäße von *Scorzonera* schon in den früheren Stadien der Keimung Ausstülpungen bilden, die später die Verbindung zwischen benachbarten Gefäßen vermitteln. In der jungen Keimpflanze von *Tragopogon* scheinen dieselben, wie gesagt, nicht vorhanden zu sein.

Am schönsten habe ich die nämlichen Verbindungsäste in der Nähe des Vegetationspunktes des Stammes bei älteren Pflanzen von *Scorzonera* beobachtet. Hier findet man, besonders in den jüngsten Blättern, Milchsaftgefäße, deren Glieder noch deutlich zu erkennen sind. Schon diese

jungen Gefäße haben seitliche Auswüchse getrieben, die zwischen die Parenchymzellen eindringen. In sehr vielen Fällen endigen dieselben blind. Es scheint auf die, durch den Turgor des umgebenden Gewebes verursachten Druckverhältnisse anzukommen, an welchen Stellen diese Ausstülpungen gebildet werden. Gelegentlich treffen sie die entsprechenden Auswüchse oder selbst die Hauptstämme anderer Milchgefäße. Dann wird die Membran an der Berührungsstelle aufgelöst; der Inhalt beider Milchgefäße setzt sich in Verbindung. Die Bilder, die auf diese Weise zu Stande kommen, erinnern sehr an die Copulationserscheinungen bei den Conjugaten, ein Vergleich, auf den schon SCHMIDT aufmerksam machte. Nur macht sich der Unterschied geltend, dass bei den Milchsaftgefäßen die Ausstülpungen ganz unabhängig von dem Vorhandensein eines benachbarten Gefäßes gebildet werden.

Die Entwicklung der Milchsaftgefäße in dem embryonalen Gewebe älterer Pflanzen stimmt, so weit ich sie verfolgt habe, mit der in den Keimlingen überein. Ihr hin und her gebogener Verlauf erklärt sich zum Theil aus der Thatsache, dass die Zellen, die an der Bildung eines und desselben Milchgefäßes theilnehmen, nicht in derselben Längsreihe zu liegen brauchen. Vielmehr ist es eine ganz gewöhnliche Erscheinung, dass Zellen, die in verschiedene Höhen, aber auch in neben einander liegende Reihen gestellt sind, durch Auflösung des gemeinsamen Stückes der Seitenwand mit einander in Verbindung treten. In diesem Falle können die Zellen, die in der geradlinigen Verlängerung irgend eines Theiles des Milchgefäßes liegen, als Parenchymzellen beharren.

Mit Rücksicht auf die vorliegende Frage habe ich ferner die secundäre Rinde bei *Scorzonera*, *Taraxacum* und *Chelidonium* untersucht. In den Wurzeln der erstgenannten Pflanze werden Milchsaftgefäße massenhaft aus dem Cambium gebildet. Am Querschnitt erscheinen dieselben in radialen Reihen angeordnet, deren Abstand verschieden ist, aber gewöhnlich nicht mehr als sechs Schichten von Parenchymzellen beträgt. In der Regel ist jede radiale Reihe eine doppelte. Die Milchsaftgefäße sind von ziemlich zahlreichen Siebröhren begleitet. An einem tangentialen Längsschnitt erkennt man, dass die, die Milchgefäße und Siebröhren enthaltenden Gewebepartien ein grobes Netzwerk bilden, dessen Maschen von den Rindenstrahlen ausgefüllt sind. Sowohl in tangentialer als in radialer Richtung kommen sehr zahlreiche Anastomosen zwischen den einzelnen Milchgefäßen vor, die zum Theil direkt, zum Theil mittelst Aussackungen stattfinden. Die Querwände werden sehr frühzeitig resorbirt. Nur ganz in der Nähe der eigentlichen Cambiumschicht trifft man Stellen, wo dieselben noch erhalten sind. Die jungen Entwicklungsstadien sind denjenigen in der Keimpflanze ganz ähnlich; nur sind die angelegten Milchgefäße hier etwas größer.

Auch in den Wurzeln von *Taraxacum officinale* sind die Milchsaftgefäße der secundären Rinde sehr reichlich entwickelt. Hier sind sie, im

Querschnitt betrachtet, in einer Anzahl concentrischer Kreise angeordnet, die mit dicken Schichten von Parenchym abwechseln und durch die Rindenstrahlen unterbrochen sind. Innerhalb dieser kreisförmigen Bänder stehen die Milchsaftegefäße in Gruppen von unbestimmter Größe. Sie sind sehr eng und haben einen etwas gekrümmten Verlauf. Sie sind von kleinen Siebröhren begleitet. Die Zellen, aus denen die Milchgefäße bestehen, sind keilförmig, und zwar neigen sich ihre Endflächen gegen die radiale Ebene. Dem entsprechend sind die Durchbohrungen am besten an tangentialen Schnitten zu erkennen. Der Bau und Verlauf der Milchgefäße entsprechen genau denen der Zellen, die ihnen ihren Ursprung geben. In der unmittelbaren Nähe des Cambiums kann man an gelungenen Präparaten constatiren, dass die Querwände noch vorhanden sind.

Bei *Chelidonium majus* ist die Entstehung der Milchsaftegefäße aus Zellen noch im fertigen Zustande so leicht wieder zu erkennen, dass eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung in dieser Hinsicht nicht nöthig ist. Ich möchte aber einige wenige Punkte erwähnen, die mir im Laufe meiner Beobachtungen aufgefallen sind.

In der secundären Rinde älterer Wurzeln sind die sehr zahlreichen Milchsaftegefäße unregelmäßig in dem Parenchym vertheilt. Zuweilen sind dieselben vereinzelt, zuweilen zu zweien oder zu dreien in Berührung. Neben ihnen sind auch Siebröhren vorhanden, die stellenweise unmittelbar an die Milchgefäße angrenzen. Hier in der Wurzel sind diese sehr kurzgliederig; die Glieder sind nur etwa dreimal so lang als breit. In den oberirdischen Theilen dagegen sind sie sehr langgestreckt. Weder Ausstülpungen, noch sonstige Verzweigungen kommen vor. Wo aber zwei Milchgefäße neben einander verlaufen, wird die Seitenwand häufig durchbohrt. Die Perforationen bleiben gewöhnlich sehr klein, erst bei genauer Einstellung lassen sich dieselben erkennen. Dem entsprechend steht der Inhalt zweier auf einander folgenden Zellen in keiner sehr engen Verbindung. Bei Alkoholmaterial ist diese in der Regel schon durch die Contraction unterbrochen. Bei Auflösung der Zellwände mittelst starker Schwefelsäure wird der Inhalt nicht als continuirlicher Strang frei, wie es immer bei den Cichoriaceen der Fall ist. Vielmehr zerfällt er in einzelne, den Zellenelementen entsprechende Stücke. Die perforirten Querwände zeigen oft eigenthümliche Verdickungsleisten, die einen kreisförmigen Querschnitt haben.

Der Inhalt dieser Milchsaftegefäße ist verhältnismäßig durchsichtig und deshalb ist es sehr leicht zu constatiren, dass jede Zelle einen Zellkern besitzt. Mit Hämatoxylin behandelt, werden diese Zellkerne eben so deutlich, wie die der Parenchymzellen, von denen sie sich in Nichts unterscheiden. Sie haben eine linsenförmige Gestalt und liegen einer Längswand der Zelle dicht an. Sie enthalten je ein ziemlich großes Kernkörperchen. Die Zellkerne sind zeitlebens erhalten. Ich habe sie selbst in ganz

alten Milchgefäßen gefunden, die schon in Desorganisation begriffen waren.

Die Parenchymzellen der secundären Rinde führen eine Menge zusammengesetzter Stärkekörner, die schon in den neulich aus dem cambialen Zustande herausgetretenen Zellen gebildet werden. In den Zellen der Milchsaftgefäße fehlen dieselben von vornherein gänzlich, was die Unterscheidung der jungen Anlagen sehr erleichtert.

Auf noch einen, die Vertheilung betreffenden Punkt möchte ich gelegentlich aufmerksam machen. Ich habe mich wiederholt überzeugt, dass Milchsaftgefäße auch im Holzkörper der Wurzel vorkommen, und zwar nicht nur in den Markstrahlen, sondern auch unter den Tracheen. Diese Erscheinung ist keineswegs allgemein, jedoch kommt sie häufig genug vor. Ich muss daher die Behauptung HANSTEIN's, dass bei den Papaveraceen »zwischen die gedrängten Zellen und Gefäße der Holzbündel selbst keine eigentlichen Milchsaftgefäße eindringen«¹⁾, für unrichtig erklären. HANSTEIN nämlich ist der Meinung, dass die häufig vorkommenden, mit Milchsaft gefüllten Tüpfelgefäße für Milchsaftgefäße gehalten worden sind. Ich habe diese letzteren selbst öfters gesehen. Ihre stark verdickten, getüpfelten Wände haben mit denen der wahren Milchsaftgefäße gar keine Ähnlichkeit. Auch an Größe und an anderen Eigenschaften sind sie ganz verschieden, so dass eine Verwechslung kaum eintreten könnte, selbst wenn der Milchsaft »stark gefärbt« wäre, was an den betreffenden Stellen nicht der Fall war. Zuweilen, aber äußerst selten, stehen die Milchsaftgefäße, die in allen Fällen viel weniger zahlreich im Holzkörper als in der Rinde sind, mit Tracheen unmittelbar in Berührung.

Die Resultate meiner leider sehr fragmentarischen Untersuchungen lassen sich in folgenden Worten zusammenfassen:

1) Es ist durch direkte Beobachtung nachgewiesen worden, dass die Milchsaftgefäße der untersuchten Pflanzen aus Zellenreihen entstehen, deren Querwände, und wo zwei Gefäße neben einander liegen, auch zum Theil die Seitenwände allmählich resorbirt werden. Die Resorption findet in der Regel sehr frühzeitig statt: bei der Keimpflanze während der ersten Stadien der Keimung, in der secundären Rinde kurz nachdem die betreffenden Zellen von dem Cambium abgeschieden sind.

2) Die Verbindung zwischen entfernteren Milchgefäßen findet auf zweierlei Weise statt: theilweise mittelst quer verlaufender Reihen mit einander verschmelzender Zellen, theilweise mittelst Ausstülpungen, die mit einander verwachsen und schließlich Verbindungskanäle bilden, ähnlich wie bei den Conjugaten.

1) l. c. S. 77.

3) Schon ehe die Querwände aufgelöst werden, haben die Zellen einen charakteristischen Inhalt, worin Milchsaft wahrscheinlich vorhanden ist.

Ich kann meine Arbeit nicht schließen, ohne dass ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Hofrath Professor v. SACS, für seine, während meiner Untersuchungen mir stets zu Theil gewordene freundliche Unterstützung meinen herzlichen Dank ausspreche.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Scott D. H.

Artikel/Article: [Zur Entwicklungsgeschichte der gegliederten Milchröhren 648-664](#)