Beiträge
zur Kenntniss der Milchsaftorgane der Pflanzen.

Von

D. August Vogl.

(Mit 1 Tafel Abbildungen.)

Im Jahrgange 1863 der Schriften der k. k. zoolog. botan. Gesellschaft (p. 258 ff.) habe ich in einer Abhandlung ausführlich den Bau der unterirdischen Theile von Convolvulus arvensis L. und insbesondere die Verhältnisse jener Organe erörtert, welche den in dieser Pflanze reichlich vorkommenden Milchsaft beherbergen. Bezüglich dieses letzteren kam ich zu dem Resultate (p. 298. 3), dass die Milchgefässe entweder direkt aus Cambialzellen entstehen und anfangs mit Milchsaft gefüllte Siebröhren darstellen, oder dass sie aus senkrechten Reihen mit Milchsaft gefüllter Parenchymzellen hervorgehen; dass sie in beiden Fällen mehr weniger vollendete Fusionsgebilde sind; dass aber auch nicht verschmolzene Milchsaft-Zellreihen und sogar vereinzelte mit Milchsaft gefüllte Parenchymzellen vorkommen; dass die Milchsaftgefässe weder identisch mit den Baströhren seien, noch aus Intercellularräumen entstehen; dass nur jene der Innenrinde vom Cambium abhängig sind, jene der Mittelrinde und des Markes hingegen unabhängig von diesem entstehen. Noch in demselben Jahre legte ich der K. Akademie der Wissenschaften (Sitzung v. 17. Dezember Bd. 48) eine Arbeit vor, worin ich für die Milchsaftgefässe der Wurzeln von Taraxacum officinale Wigg. und Podospermum Jacquinianum Koch. eine gleiche Entstehungsweise zeigte und zugleich den Vorgang der Fusion näher beleuchtete.

Seitdem sind über die Milchsaftgefässe der Pflanzen mehrere Arbeiten erschienen, vorzüglich dadurch veranlasst, dass die Akademie der Wissenschaften des Institut Impérial zu Paris eine ausführliche Untersuchung dieser Organe als Preisaufgabe aufstellte.

Zwei deutsche Forscher, J. Hanstein in Berlin und L. Dippel zu Idar, erhielten gleichzeitig den Preis. Ersterer, dessen ausgezeichnete Arbeit (die Milchsaftgefässe und die verwandten Organe der Rinde. Berlin 1864) allein mir bekannt geworden ist, gelangte (p. 23) zu Resultaten, welche mit den von mir an den oben genannten Pflanzen gewonnenen fast vollkommen übereinstimmen, insbesondere dass diese Organe Zellfusionen und nicht identisch mit den Bastfasern sind. Entgegen den Ansichten Trecul's, welcher gestützt auf die Thatsache, dass Milchsaft oft auch in Spiroiden und anderen Elementen des Holzkörpers vorkömmt, in mehreren Abhandlungen nachzuweisen versuchte, dass die Milchsaftsgefässe in natürlicher und gesetzmässiger Communication mit den Bestandtheilen des Holzkörpers stehen, behauptet Hanstein, dass dieselben ein in sich abgeschlossenes System bilden und keine regelmässige Communication mit den Gefässen des Holzes nachweisen lassen. Sie entstehen gewöhnlich schon vor den Spiroiden aus dem Cambium, begleiten die Gefässbündel überall bis in die Blätter und Blüthen, schliesslich aber endigen sie stumpf und blind, und zeigen mehr Neigung sich im Parenchym (der Blätter) zu verlieren, als sich an die andern röhrigen Organe der Gefässbündel zu binden. In neuester Zeit jedoch sucht Trecul (Compt. rend. 1865 Jänner. pag. 78), gestützt auf neue Beispiele, seine frühere Ansicht aufrecht zu erhalten, indem er sogar Fälle von direkter Einmündung von Milchsaftgefässen in Elemente des Holzkörpers (bei Centropogon surinamensis und Lobelia laxiflora) gefunden zu haben angiebt.

In seinen letzten Arbeiten über die Milchsaftgefässe der Papaveraceen (Compt. rend. 1865 März. pag. 522) und Convolvulaceen (Compt. rend. 1865. pag. 825) gelangt derselbe französische Pflanzenanatom bezüglich der Entstehung dieser Organe zu gleichen Schlüssen wie Hanstein und ich, nämlich, dass sie nicht aus Intercellularräumen entstehen, sondern aus der Fusion von Zellreihen, und dass sie von den Bastfasern verschieden sind. —

Meine nachstehend mitgetheilten Untersuchungen sollen zunächst einen Anschluss bilden an die oben erwähnte Arbeit über Convolvulus arvensis, denn sie betreffen ebenfalls Windengewächse. In weiterem Sinne suchte ich über den zwischen Hanstein und Trecul

streitigen Punkt, ob nämlich eine regelmässige Communication zwischen den Milchsaftgefässen und den Elementen des Holzkörpers bestehe, ins Klare zu kommen. Zu dem Ende zog ich noch einige weitere Milchsaft führende Pflanzen, die mir eben leicht zugänglich waren, in den Kreis meiner Untersuchungen. — —

Der Bau der Wurzel und der Wurzelsprossen von Calystegia sepium R. Brown stimmt fast vollkommen mit jenem der gleichen Theile von Convolvulus arvensis überein. Wie dort, besteht auch hier die Aussenrinde jüngerer Theile aus einer Epidermis, bei älteren Theilen aus einem mehrschichtigen Periderm, welches an seiner innern Seite von einer einfachen Lage von Mutterzellen begleitet wird. Eben so ist die Mittelrinde vorwaltend aus kurzcylindrischen, am Querschnitte ellipsoidischen, tangential gestreckten Zellen zusammengesetzt; doch sind sie im Ganzen grösser (T = 0,04; R = 0,03—0,037 W. L.). Sie enthalten (Juni) vorwaltend protoplasmatische Masse neben sparsamen Stärkekörnchen. Die Innenrinde besteht aus Siebröhrenbündeln, welche am Querschnitte viereckige Complexe bilden, die seitlich und nach aussen von Parenchymzellen umgeben werden. Bei den Wurzelsprossen trennt ein einfacher Kreis dickwandiger Bastfasern (T = 0,012—0,018; R = 0,006—0,009 W. L.) die Innenrinde von der Mittelrinde. Bei der Wurzel ist hier eine deutlich entwickelte Stärkeschicht (Sachs, Pringsheim's Jahrb. III. 1863. p. 194) nachweisbar. Nach innen zu geht die Innenrinde in eine ziemlich starke Cambiumlage über.

Der Holzkörper besteht vorwaltend aus dickwandigen Holzfasern (0,006—0,012 W. L. im Durchmesser) mit zahlreichen verschieden weiten Spiroiden (0,012—0,05 W. L. im Durchm.). Ein starkes Siebröhrengewebe schliesst den Holzring vom Marke ab, das aus weiten schlaffen, dem Parenchym der Mittelrinde entsprechenden Zellen gebildet wird und zahlreiche grob-netzförmig-poröse Steinzellen enthält. In älteren Sprossen fand ich das Markcentrum resorbirt.

Die Milchsaft führenden Organe finden sich bei Calystegia sepium wie bei Convolvulus arvensis in allen Gewebsschichten, am häufigsten jedoch und am grössten in den äusseren Partien der Innenrinde. Sie stehen hier am Querschnitte je nach dem Alter des Theiles in einem oder mehreren concentrischen Kreisen, selten vereinzelt, meist zu mehreren gruppirt. In der Regel haben sie hier einen Durchmesser von 0,03 W. L., nicht selten jedoch bis T = 0,05; R = 0,02 W. L., während derselbe im inneren Theile der Innenrinde 0,012—0,018 W. L. nicht überschreitet.

Untersucht man die durch Maceration (Kochen in Wasser oder verdünnten Säuren) isolirten Milchsaftorgane der Innenrinde, so kann man sich leicht überzeugen, dass sie hier ganz unter denselben Verhältnissen auftreten, wie bei Convolvulus arvensis, d. h. dass sie ursprünglich milchsaftführende Siebröhren sind, welche sich weiterhin zu Milchsaftschläuchen und Milchsaftröhren entwickeln.

Was die Siebröhren der Calystegia sepium anlangt, so stimmen dieselben, wie sie im inneren Theile der Innenrinde gefunden werden, ganz mit jenen der Ackerwinde überein. Es sind lange dünne prismatische Schläuche, welche mit schiefen oder horizontalen Querflächen an einander stossen und als lange fadenförmige Reihen sich isoliren lassen. An der queren Verbindungsstelle je zweier Siebzellen findet sich ein einfacher scheibenförmiger Verdickungspolster ganz in der Art wie bei Convolvulus arvensis. Die im äusseren Theile der Innenrinde befindlichen Siebröhren dagegen sind ungleich weiter und zeigen nicht einen einfachen Verdickungspolster, sondern mehrere Querwülste oder (durch verdünnte Säuren macerirt) eine breite elliptische Querwand, welche durch Querleisten in drei Abtheilungen getheilt ist, wovon jede siebförmig durchbrochen erscheint. Durch Chlorzinkjod oder durch Jod und Schwefelsäure färben sich die Siebröhren, obwohl schwierig blau; sie enthalten einen Innenschlauch, der sich an die Verdickungspolster anheftet und durch Cochenilleauszug roth gefärbt wird (Fig. 10). In der Mittelrinde finden sich bei Calystegia sepium fast nur senkrechte Reihen von Milchsaftschläuchen. Isolirt man die durch Kochen macerirten Elemente der Mittelrinde, so erhält man fadenförmige Reihen länglicher beiderseits schief zugespitzter Complexe von 5—7 mit horizontalen Querwänden übereinander stehender Parenchymzellen (Fig. 8). Untersucht man die einzelnen Zellen näher, so findet man in jeder derselben einen Innenschlauch, der entweder in allen Zellen eines Complexes von sämmtlichen Wänden retrahirt, oder in einzelnen Zellen der Querwand bloss angewachsen ist; oder es sind die Innenschläuche zweier zunächst übereinander stehender Zellen der gemeinschaftlichen Scheidewand angewachsen und nur durch dieselbe von einander getrennt; oder die letztere ist spurlos verschwunden und die Schläuche beider Zellen sind zu einem einzigen verschmolzen; oder dasselbe findet bei mehreren über einander stehenden Zellen statt, oder endlich die Innenschläuche sämmtlicher Zellen eines Complexes sind zu einem einzigen den ganzen Raum der Mutterzelle des letzteren auskleidenden Schlauche verschmolzen. In solchen verschmolzenen Zellen nimmt

auch der protoplasmatische Inhalt mehr die Eigenschaften des Milchsaftes an. Ich glaube, dass diese Beobachtung ein deutliches Licht wirft auf die Entstehung der einzelnen Milchsaftschläuche und ihrer zusammenhängenden Reihen. Jeder Milchsaftschlauch geht aus der Verschmelzung der zu einem Complexe gehörenden Zellen hervor; erfolgt dieser Vorgang durch die ganze senkrechte Reihe von Complexen, so müssen ähnliche Reihen von schief aneinander stossenden Milchsaftschläuchen entstehen.

Schon die übereinstimmende Form, Länge und Anlagerung der einzelnen Milchsaftschläuche und der Parenchymcomplexe deutet auf diese Entstehungsweise hin, mit welcher ganz besonders auch der von Trecul (Compt. rend. 1865. p. 825) beobachtete und von mir bereits bei Convolv. arvensis[1]) hervorgehobene Umstand übereinstimmt, dass die Membran dieser Milchsaftschläuche durch Jod und Schwefelsäure nicht blau gefärbt wird. Die äussere oder Mutterzellhaut, welche hier wenigstens zum Theile aus Pectinsubstanzen besteht, wird offenbar als Intercellularsubstanz verwendet.

Eine zum Theile gleiche Bedeutung und Entstehungsweise haben die Milchsaft-Schlauchreihen in dem äusseren Theile der Innenrinde und im Marke, zum Theile gehen sie jedoch aus Siebröhren hervor in einer Weise, wie ich sie bereits für Convolvulus arvensis (l. c. pag. 286) beschrieben habe. Oft erkennt man an ihnen noch die einzelnen Siebzellen, aus denen sie hervorgegangen sind und die einzelnen Schläuche lassen sich dann mehr weniger leicht von einander trennen; häufig jedoch ist keine Spur ihrer Entstehung aus Zellen nachzuweisen, indem sie verschieden lange continuirliche Röhren, wahre Milchsaftgefässe darstellen, an denen man nur hie und da eine siebförmig durchbrochene Querwand auffindet (Fig. 11).

Verzweigungen und Verbindungen zeigen die Milchsaftorgane der Calystegia sepium nicht; sie durchsetzen, von einander vollkommen isolirt, oder in Gruppen oder Bündel vereinigt, das umgebende Gewebe in senkrechter Richtung.

Da bei dieser Pflanze, sowie bei Convolvulus arvensis einzelne Spiroiden, ja selbst Holzzellen mit Milchsaft gefüllt sind, der sich von jenem der eigentlichen Milchsaftorgane in nichts unterscheidet[2]); so suchte ich mich zu überzeugen, ob hier eine Verbindung dieser

1) l. c. pag. 282.

2) Der Milchsaft von Calystegia sepium zeigt dieselben Eigenschaften, wie jener von C. arvensis. Durch Eisensalzlösungen wird er olivengrün, ist also gerbstoffhaltig.

Holzelemente mit den Milchsaftgefässen stattfinde. Allein die sorgfältigste Untersuchung von Längen- und Querschnitten, sowie der isolirten Elementarorgane, liess mich keine Spur einer solchen Verbindung auffinden. Im markständigen Cambium treten allerdings einzelne Milchsaft-Siebröhren sehr nahe an die Elemente des Holzkörpers heran, nie jedoch in unmittelbare Berührung, und da sie keine Aeste abgeben, so ist nicht einzusehen, auf welche Weise sie überhaupt mit letzteren in Communication treten sollten.

Die Wurzel von Calystegia Soldanella Br. (blühende Pflanze) zeigt am Querschnitt ein 2—3schichtiges Periderm, dann wenige Lagen tangential gestreckter Parenchymzellen mit reichlicher Intercellularsubstanz, weiterhin 3—4 Lagen grosser schlaffer rundlicher Zellen (T = 0,024; R = 0,012″; L = 0,018—0,021 W. L.) mit luftführenden Intercellularräumen und einzelnen eingestreuten Milchsaftgefässen. Der Zelleninhalt ist ein ähnlicher wie bei Calystegia sepium. Die Innenrinde besteht vorwaltend aus Siebröhren mit eingestreuten weitern und engern Milchsaftgefässen. Die Siebröhren (0,004—0,006‴ im Durchm.) sind sehr zart, nicht lang, mit deutlichem durch Jodalkohol goldgelb sich färbendem Innenschlauch und schiefen oder horizontalen einfachen scheibenförmigen von Siebtüpfeln durchbrochenen Verdickungspolstern.

Der Holzkörper ist schmal, aus sehr weiten und engeren Spiroiden (T = 0,012; R = 0,024‴) und dickwandigen Holzzellen zusammengesetzt; an seiner Markseite findet sich eine zusammenhängende Siebröhrenschicht. Das Mark zeigt grosse schlaffe dünnwandige Zellen mit luftführenden Intercellularräumen.

Milchsaftorgane kommen in der Wurzel von Calystegia Soldanella also nur in der Rinde und zwar im inneren Theile der Mittel- und in der Innenrinde vor.

Durch längeres Kochen in Wasser, oder durch kurzes in verdünnten Säuren, lassen sich die Gewebselemente sehr leicht isoliren.

Die Milchsaftorgane sind hier wie bei C. sepium meist Schlauchreihen mit vorhandenen oder resorbirten Scheidewänden, bald aus Parenchym-Zellreihen, bald aus Siebröhren hervorgegangen, oder sehr lange Röhren, ohne alle Andeutung der Fusion. Nach der Maceration durch Kochen stellen sie sich als zusammengefallene sehr dünnwandige Zellreihen, Schlauchreihen oder Röhren dar, die durch Jodalkohol schön goldgelb gefärbt werden. Ihr Inhalt, unter Wasser eine graue feinkörnige Masse darstellend, wird von Kalilauge mit schöner gelber Farbe gelöst; Eisensalzlösungen

färben ihn olivengrün, Jodalkohol verwandelt ihn in eine homogene gestockte gelbe Masse. In Alkohol ist er zum grossen Theile löslich.

Eine grosse Aehnlichkeit mit den Milchsaftorganen von Calystegia sepium zeigen in ihrem Baue und ihrer Anordnung die gleichen Organe in den unterirdischen Theilen von Ipomaea Turpethum R. Br. (Turbithwurzel, Radix Turpethi). Ich habe bereits im Jahre 1864 in den Medizinischen Jahrbüchern pag. 25 ff. eine nähere Darstellung des Baues der Turbithwurzel geliefert, will aber hier, da diese Arbeit als in einem Journale von vorherrschend praktischem Interesse veröffentlicht, weniger bekannt geworden sein dürfte, in Kürze die dort mitgetheilten Resultate erwähnen und dann noch weitere spezielle Untersuchungen über die Milchsaftorgane dieser Drogue anschliessen.

Die Mitte des glatten Querschnitts durch eine stärkere Wurzel nimmt ein runder oder elliptischer blassgelber von weiten Spiroiden siebförmig durchlöcherter Holzkörper (primärer Holzkörper) ein. Ein Mark fehlt ganz, dafür finden sich in der Regel einige wenige ganz unregelmässig angeordnete als weisse Streifen erscheinende Markstrahlen.

Nach aussen ist dieser centrale Holzkern zunächst von einer bis 0,5‴ breiten braunen Schicht umgeben, auf welche nach aussen hin eine verschieden starke Rinde folgt.

Der Hauptmasse nach besteht diese, am Querschnitte gesehen, aus 1 bis mehreren Reihen abgerundet-keilförmiger Holzportionen (secundäre Holzbündel), welche seitlich durch gerade oder etwas gebogene weisse Streifen (Rindenmarkstrahlen), in tangentialer Richtung dagegen durch gebogene braune Linien (Cambium) von einander getrennt sind. Diese in der Rinde auftretenden Holzbündel, durch gelbliche Färbung und durch zahlreiche weite Gefässöffnungen leicht kenntlich, sind nach auswärts gewölbt, nach einwärts verschmälert; je weiter nach aussen, desto schmäler, kleiner und zahlreicher werden sie; die äusserste Reihe bildet häufig die Umrandung des Wurzelquerschnitts, oder es folgt noch nach aussen hin ein schmaler grauweisser Streifen (Mittelrinde).

Unter den dünneren Wurzelstücken findet man bald solche, welche einen von regelmässigen Markstrahlen durchsetzten und mit einem Markkörper versehenen Holzcylinder, bald solche, die bloss einen centralen Holzkörper besitzen, der von einer breiten weissen Rinde umgeben wird.

Die secundären, oben beschriebenen Holzbündel sind hier sehr

schwach entwickelt und oft nur mit bewaffnetem Auge, besonders nach Befeuchtung des Querschnitts mit Wasser und Jodsolution, wodurch die Holzbündel gelb, die übrigen Rindenpartien violett gefärbt werden, deutlich wahrzunehmen. Die Aussenrinde wird von einem Periderm gebildet, das aus 4—8 Reihen unregelmässig polygonaler dünnwandiger brauner Zellen besteht.

Die Mittelrinde ist relativ nur sehr schwach entwickelt, fehlt bei älteren Stücken oft ganz und wird aus 7—10 Zellreihen zusammengesetzt, wovon die äusseren 3—4 Lagen aus kleineren am Querschnitte fast runden Zellen bestehen, während die inneren Lagen grössere, am Querschnitte tangential-gestreckte Zellen enthalten. Die Wände der Zellen sind ziemlich stark, porös; ihr Inhalt zum grössten Theile componirtes Amylum; hie und da kommt eine grosse morgensternförmige Krystalldruse, in wenigen Zellen Milchsaft vor. Durch Kochen in Kalilauge macerirt, lassen sie sich, wie bei den bereits beschriebenen Convolvulaceen, in linienförmige Complexe isoliren.

Die Innenrinde bildet den bei weitem vorwiegenden Theil der Rinde, so zwar, dass ihr gegenüber, die Aussen- und Mittelrinde fast verschwinden. Ihre Grundmasse bilden langgestreckte Elemente, welche ein gleichförmiges, im inneren Theile regelmässig geschichtetes und von Markstrahlen durchschnittenes Gewebe zusammensetzen, in welchem die secundären Holzbündel eingesenkt vorkommen. Bei dünneren Stücken (Stolonen) finden sich an der Grenze der Innen- und Mittelrinde Gruppen stark verdickter, sehr langer (1—2‴) Bastströhren; bei allen stärkeren Stücken fehlen diese ganz und die Mittelrinde geht allmählich in die Innenrinde über.

Was zunächst das erwähnte Grundgewebe der Innenrinde anbelangt, so besteht es der Hauptsache nach aus Siebröhren. Diese stellen 0,071—0,142‴ lange Schlauchzellen dar, welche mit schiefen Querwänden aneinander stossen und hier verschmolzen sind, so dass sie sich durch Kochen in Kalilauge nicht oder sehr schwierig trennen lassen, und in langen fadenförmigen Complexen vereinigt erscheinen. Die Verbindungsstelle (Querwand) ist polsterförmig verdickt, entweder scheibenförmig mit einer Einsenkung oder einer Längsfurche in der Mitte, oder aber elliptisch, durch mehrere Einschnürungen in eine Reihe von Querwülsten getheilt (Fig. 12 a). Bei manchen Siebröhren fehlt die polsterförmige Verdickung der Scheidewand, dagegen ist diese letztere durch mehrere Querleisten gleichsam in Felder abgetheilt, wovon jedes sehr schön und ungemein deutlich sieb-

förmig durchbrochen erscheint (Fig. 12 b). Ich habe noch bei keiner Pflanze die Siebtüpfelung so ausgesprochen gefunden, wie hier.

An den Seitenwänden besitzen die Siebzellen der Turbithwurzel sehr häufig, doch keinesweges constant eine einfache Längsreihe runder einfacher Tüpfel. Im Ganzen haben diese Organe, wie sie hier dargestellt wurden, eine grosse Aehnlichkeit mit den Siebröhren von Sambucus Ebulus und der Wurzel von Atropa Beladonna. Als Inhalt führen sie bald Milchsaft, bald Amylum.

Die Milchsaft führenden Siebröhren sind ungleich weiter, als die mit Stärkmehl gefüllten; ihr Durchmesser beträgt 0,02—0,04 W. L. Sie stehen gewöhnlich zu 2—3 beisammen, umgeben von Stärkmehl führenden Siebzellen und bilden am Querschnitte, ähnlich den Milchsaftorganen der Jalapa-Knollen mehr weniger weitläufige, mit den Gefässbündeln concentrische Kreise. Die zahlreichsten und weitesten finden sich bei dünneren Stücken einwärts der secundären Holzbündel, und bei den stärkeren Stücken, derselben Oertlichkeit entsprechend, einwärts der innersten Reihe secundärer Holzbündel oder zwischen diesen in radialer Richtung. An der zuerst bezeichneten Stelle gehen auch die radial gereihten Siebröhren einerseits nach innen, den cambialen Theil der Innenrinde bildend, in Cambialfasern und Cambiumzellen, andrerseits nach aussen in die Gewebselemente der secundären Gefässbündel über.

In den stärkeren Stücken sind im Allgemeinen die Milchsaft-Siebröhren weiter, ihre Elemente (Siebzellen) kürzer; nach aussen gehen sie in Zellen über, welche vollkommen die Gestalt, Länge und Anordnung der Siebzellen haben, durch Kochen in Kalilauge sich jedoch vollkommen isoliren lassen und keine Verdickungspolster zeigen. Diese Zellen führen theils Amylum und stellen so eine Art Bastparenchym dar, oder sie enthalten Milchsaft. Die letzteren stellen in der Regel nur lange senkrechte Reihen von Schläuchen dar, seltener findet man mehrere derselben zu weiten ununterbrochenen Röhren verschmolzen.

Die Siebröhren sind von zahlreichen Krystallkammerfasern begleitet, welche vollkommen jenen von Convolvulus arvensis entsprechen. Die die Siebröhrenbündel trennenden Markstrahlen der Rinde enthalten parallelepipedische radial-gestreckte Zellen, welche zum grössten Theile Amylum führen; nur einzelne enthalten eine Krystalldruse, und hie und da ist eine senkrechte Zellreihe mit Milchsaft gefüllt. Eine Verschmelzung dieser Milchsaftzellen zu Röhren habe ich hier eben so wenig wie in der Mittelrinde beobachtet.

Der Milchsaft ist zum Theile in Aether, zum grössten Theile in Alkohol löslich; ätherische Oele verwandeln ihn in eine gelbliche homogene harzige Masse; verdünnte Schwefelsäure löst einen Theil auf, der Ueberrest ist körnig, gelblich; Kalilauge löst ihn mit gelber, concentrirte Schwefelsäure, Salzsäure und Benzol mit gelblicher Farbe auf; Jodsolution verwandelt ihn in eine homogene goldgelbe harzartige Flüssigkeit.

Die Holzbündel bestehen aus einer Grundmasse, gebildet von ziemlich dickwandigen behöft-getüpfelten und mit deutlichen seitlichen Communicationsöffnungen versehenen gefässartigen Holzzellen (Tracheiden Sanio's) und dickwandigen schmalen prismatischen, sparsame einfache spaltenförmige Tüpfel zeigenden bastartigen Holzfasern (Libriform Sanio's), in welcher ohne bestimmte Ordnung sehr weite (bis 0,05''' im Durchm.) netzförmig poröse Spiroiden eingestreut sind. Letztere sind sehr häufig mit Milchsaft gefüllt; eine Communication zwischen ihnen und den Milchsaftorganen konnte ich jedoch selbst dort nicht finden, wo die letzteren nahe an den Holzkörper gerückt waren. Uebrigens kommen gerade in älteren Stücken mitten im Holzkörper derartige Milchsaft führende Spiroiden vor, wo an eine offene Verbindung derselben mit Milchsaftgefässen unmöglich gedacht werden kann.

Die Markstrahlen bestehen aus im Ganzen parallelepipedischen radial-gestreckten grosstüpfligen Zellen, welche Amylum führen. Ein gleicher Inhalt findet sich in dem Holzparenchym, dessen dünnwandige am Querschnitte quadratische Zellen lang gestreckt sind und sehr mannigfaltige, häufig ganz unregelmässige, mit Spitzen und Ausbuchtungen versehene Formen zeigen.

Der Milchsaft ist also bei Ipomaea Turpethum in Parenchym-Zellreihen der Mittelrinde und der Rindenmarkstrahlen, in Schlauchreihen und Röhren der Innenrinde, und in einzelnen Spiroiden enthalten. Die Milchschläuche und Röhren gehen aus Siebröhren hervor und zeigen keinerlei Communication mit Elementen des Holzkörpers. Verzweigungen besitzen die Milchsaftorgane dieser Pflanze eben so wenig, wie jene der früher besprochenen Convolvulaceen.

Bevor ich zu einer andern Pflanze dieser Familie übergehe, will ich noch näher auf das so merkwürdige Vorkommen von Holzbündeln mitten in der Rinde der Turbithwurzel eingehen.

Macerirt man Stücke derselben durch Fäulniss, so überzeugt man sich, dass die Holzbündel eines jeden Kreises ein zusammen-

hängendes System bilden, indem die einzelnen, auffallend schlängeligen Bündel seitlich durch gleichstarke Aeste anastomosiren und so um den centralen Holzkern ein Netz oder Gitterwerk mit engen Maschen darstellen, das nach einwärts mit letzterem durch sehr feine, unter sehr spitzen Winkeln abgehende Zweige in Verbindung steht. Sind mehrere Kreise secundärer Holzbündel vorhanden, so stehen sie in derselben Weise in radialer Richtung im Zusammenhange. Hartig (Bot. Zeitg. 1859. pag. 108) zählt diese Bildung, die er auch im Stamme von Ipomaea tuberosa beobachtete, zu den abnormen Holzbildungen und meint, dass, während bei anderen Holzpflanzen die Gefässbündel sich seitlich verzweigen, hier eine Ramification in radialer Richtung nach aussen stattfinde. Der Umstand, dass alle secundären Gefässbündel in der Rinde an ihrer äusseren Seite von Cambialgewebe umgeben sind, zusammengehalten mit dem Vorhandensein nur ganz dünner Aeste, welche sie mit dem primären Holzkörper verbinden, spricht aber dafür, dass sie nicht Verzweigungen des letzteren in radialer Richtung, sondern ganz selbstständige Bildungen der Rinde sind, wahrscheinlich derart entstanden, dass ein Theil des Gewebes der Innenrinde in den cambialen Zustand überging und die Holzbündel ausbildete, welche sich dann durch feine Aeste mit den primären in Verbindung setzten. Was diese letzteren anbelangt, so verlaufen sie vollkommen gestreckt ohne seitliche Anastomosen und bilden verschieden starke Stränge, welche durch ein dünnwandiges Amylum führendes Gewebe, das in verschiedenen Wurzelstücken eine ungleich starke Entwicklung besitzt und dessen ich schon oben als Holzparenchym erwähnt habe, mit einander verbunden sind.

Der Stengel von Convolvulus tricolor Lin. (blühende Pflanze) zeigt am Querschnitte zu äusserst eine mit starker Cuticula versehene Epidermis, davon einzelne Zellen zu Warzen und Haaren entwickelt sind. Auf diese folgt eine 2—3 Zellen breite Schichte rundlicher, Chlorophyll (mit Amylum) führender Zellen (T = 0,006; R = 0,004; L = 0,012—0,015 W. L.), dann eine etwas stärkere Schichte ähnlicher Zellen mit stark entwickelter Intercellularsubstanz, neben Protoplasma spärliche Stärkekörnchen führend und endlich, die Mittelrinde abschliessend, ein aus 2—3 Lagen schlaffer gefalteter Zellen gebildetes Gewebe (R = T = 0,009; oder T = 0,012; R = 0,008 W. L.), welches viele Milchsaftgefässe enthält.

Eine continuirliche einfache Lage tangential gestreckter, von Amylum strotzender Zellen (T = 0,012; R = 0,006; L = 0,03 W. L.

[Stärkeschicht]) und innerhalb derselben ein unterbrochener Kreis dickwandiger, zu 2—6 beisammen stehender Bastfasern (0,004''' im Durchm.), zwischen denen grosse tangential gestreckte Parenchymzellen liegen, trennt die Mittelrinde von der Innenrinde, welche letztere im übrigen Theile aus wenigen Siebröhren und einer nur schwach entwickelten Cambiumlage besteht. Der Holzring zeigt regelmässig gereihte Elemente; im äusseren Theile desselben herrschen radial gereihte Tracheiden, im inneren Theile abrollbare Spiroiden vor. Die Markstrahlen sind eine Zelle breit. Auf der Markseite des Holzringes findet sich auch hier eine ziemlich starke Siebfaserschicht vor.

Das Mark besteht aus grossen (0,024 W.L. im Durchm.) schlaffen Amylum-Zellen; das Centrum ist grösstentheils resorbirt.

Die durch kurzes Kochen in verdünnter Salzsäure isolirten Siebröhren zeigen, namentlich auf Zusatz von Jodalkohol sehr schön, einen contrahirten gefalteten Innenschlauch, der sich an die schief oder horizontal gestellten Verdickungspolster, die einfach linsenförmig sind und eine feine Siebtüpfelung bemerken lassen, fest anheftet.

Die Siebzellen sind etwa 0,003 W.L. breit, 0,036—0,048 W.L. lang und an ihren Enden etwas aufgetrieben; sie führen bloss eine protoplasmatische Masse; nirgends konnte ich weder in den rinden-, noch in den markständigen Siebröhren Milchsaft finden. Die Milchsaftorgane sind bei Convolvulus tricolor vielmehr bloss auf die Mittelrinde, und zwar auf deren innersten, an die Stärkeschicht anstossenden Theil beschränkt. Sie zeigen sich hier selten als Milchsaftreihen, sondern vorwaltend als lange cylindrische ununterbrochene Röhren mit einfacher zarter, durch Chlorzinkjod nicht blau werdender Wandung. Der Milchsaft war nur spärlich vorhanden; er war farblos, homogen, in Wasser und Alkohol zum Theile löslich, durch Jodsolution wurde er gelb, fadenziehend. Erwähnenswerth ist, dass manche Baströhren mit einem protoplasmatischen, dem Milchsafte sehr ähnlichen Inhalte versehen waren und zwar neben einzelnen Amylumkörnchen. Im Holzkörper zeigte sich keine Spur von Milchsaft.

Der Stengel von Convolvulus siculus Lin. (blühende Pflanze) zeigt eine ähnliche Epidermis wie C. tricolor; die Mittelrinde besteht im äusseren Theile aus kleineren, Chlorophyll führenden (R = T = 0,012 W.L.), im inneren Theile aus grösseren schlaffen rundlichen Zellen (R = 0,012; T = 0,024 W.L.). Eine besonders deutlich entwickelte Stärkeschicht trennt sie von der Innenrinde, welche aus

schmalen Siebröhrenbündeln besteht, die durch breite Parenchymreihen getrennt sind.

Der stark entwickelte Holzkörper besteht vorwaltend aus einem dichten Gewebe von dickwandigen Holzzellen, worin radiale Reihen, nicht weiter Spiroiden eingelagert sind. An der Markseite des Holzringes kommen von einander getrennte Siebröhrenbündel vor. Das Mark ist grossentheils resorbirt; die Residuen desselben bestehen aus grossen schlaffen Zellen.

Die Milchsaftorgane dieser Pflanze finden sich vorzüglich im äusseren Theile der Innenrinde, von Parenchym umgeben, und in der Mittelrinde zerstreut; doch trifft man auch einzelne milchsaftführende Siebröhren im inneren Theile der Innenrinde an. Dagegen konnte ich weder in den markständigen Siebröhrenbündeln, noch im Marke und Holze Milchsaft auffinden.

Die Milchsaftorgane sind hier theils Parenchym-Zellreihen, theils continurliche lange Röhren mit denselben Eigenschaften wie bei Convolvulus tricolor, was auch vom Milchsafte gilt. —

Im Stengel von Pharbitis hispida Chois. (blühende Pflanze) folgt auf die Epidermis zunächst eine einfache, rothen Farbstoff führende Zellschicht. Die Mittelrinde besteht im äusseren Theile aus einem 2—3 Zellen breiten, Chlorophyll führenden Collenchym, im inneren Theile aus mehreren Lagen cylindrischer, am Querschnitt tangential gestreckter Zellen, welche mit Amylum strotzend gefüllt sind. In diesem Gewebe finden sich einzelne eingestreute Milchsaftgefässe.

Eine nur schwierig als solche erkennbare Stärkeschicht, aus grossen cylindrischen, am Querschnitte tangential gestreckten Zellen gebildet, sowie ein nur stellenweise ausgebildeter Kreis enger dickwandiger Baströhren trennt die Mittelrinde von der Innenrinde, welch letztere eine nur geringe Breite besitzt und grösstentheils aus radial gereihten Siebgewebselementen zusammengesetzt ist.

Der Holzcylinder ist schmal und besteht aus nicht dickwandigen Holzfasern, welche im äusseren Theile vorwiegen und radial gereiht sind, und aus zahlreichen weiten, vorzüglich im inneren Theile des Holzkörpers vorkommenden Spiroiden. Markstrahlen fehlen. An der Markseite des Holzcylinders finden sich getrennte Siebgewebsbündel. Das Mark besteht auh grossen weiten, Amylum führenden Zellen und eingestreuten Milchgefässen.

Die Milchsaftorgane sind hier, sowie auch im (blühenden)

Stengel von Ipomaea coptica Roth., welcher im Ganzen einen ganz ähnlichen Bau besitzt, doch durch eine starke Schichte nicht dickwandiger Baströhren an der Grenze der primären und secundären Rinde sich unterscheidet — vorzüglich im Marke zu finden und im inneren Theile der Mittelrinde. In der Innenrinde scheinen sie zu fehlen, obwohl der protoplasmatische Inhalt einzelner Siebröhren hier, sowie im markständigen Telienchym, ein dem Milchsaft sehr ähnliches Aussehen und Verhalten zeigt, und auch einzelne Baströhren, zumal bei der zuletzt genannten Pflanze, mit einem gleichen Inhalt versehen sind.

Die Milchsaftorgane stellen bei beiden Pflanzen fast durchaus nur lange dünnwandige Röhren dar, seltener Schlauchreihen mit fast immer horizontalen Querwänden, wie denn sämmtliche Elemente eine auffallende Längsstreckung besitzen. Einzelne Milchgefässe, besonders im Marke, haben ganz das Aussehen der gleichen Organe der Asclepiadeen, d. h. sie sind bastartig. Ihr farbloser, homogener Inhalt, der durch Jod und Schwefelsäure eine gelbe Farbe annimmt, war nur spärlich vorhanden, obwohl der durchschnittene Stengel deutlich milchte. —

Der Milchsaft der untersuchten Convolvulaceen ist also bald in allen Gewebsschichten anzutreffen, wie in den unterirdischen Theilen von Convolvulus arvensis, Calystegia sepium, Ipomaea Turpethum, bald ist er nur auf gewisse Gewebsschichten beschränkt. So findet er sich im Stengel von Ipomaea coptica und von Pharbitis hispida nur im Marke und im innern Theil der Mittelrinde, im Stengel von Convolvulus siculus und in der Wurzel von Calystegia Soldanella nur in der Mittel- und Innenrinde, im Stengel von Convolvulus tricolor nur im inneren Theile der Mittelrinde.

Die Organe desselben sind bald vorwiegend Zell- und Schlauchreihen (Calystegia sepium, Calystegia Soldanella, Convolvulus arvensis, Ipomaea Turpethum), bald vorherrschend lange dünnwandige, vollkommen unverzweigte Röhren (Ipomaea coptica, Convolvulus tricolor, Pharbitis hispida). Letztere scheinen überhaupt in den oberirdischen gestreckten Stengeltheilen vorzuherrschen, während Zellreihen besonders in gestauchten Organen häufiger anzutreffen sind.

An die Milchsaftgefässe der Convolvulaceen dürften sich in Bezug auf Gestalt zunächst jene der Papaveraceen und Acerineen anreihen lassen.

Im Stengel von Argemone mexicana Lin. (blühende Pflanze)

findet man unter der Epidermis, deren Zellen eine durch Eisensalzlösungen schwarzblau, durch Kalilauge gelb, durch Chlorzinkjod braunroth sich färbende Flüssigkeit enthalten, zunächst eine ihr ähnliche Lage jedoch kleinerer Zellen, welche mit jenen der Epidermis wechseln; hierauf eine 2—3 Lagen starke Schicht kleiner rundlicher, Chlorophyll und Gerbmehl führender Zellen, endlich ein 3—4 Lagen starkes Parenchym aus grossen runden farblosen Zellen mit deutlicher Intercellularsubstanz (T = 0,009 W. L.; R = 0,012 W. L.). Die Innenrinde besteht im äusseren Theile aus einer starken Schicht am Querschnitte rundlicher Zellen, welche nach einwärts allmählich kleiner werden und blassgelbe, durch Chlorzinkjod sich goldgelb färbende Wände besitzen. In dieser Schicht sind abwechselnd stärkere und schwächere am Querschnitte nach aussen gewölbte Bündel dickwandiger Bastfasern eingeschlossen.

Auf ihrer Innenseite findet sich ein Gewebe dünnwandiger, nicht gereihter farbloser Zellen, worin zahlreiche weitere und engere, bald isolirte, bald gruppirte Milchsaftgefässe stehen, von denen einzelne bis an die Holzelemente anrücken.

Die Holzbündel, schwächer als die Bastbündel, bestehen vorwaltend aus weiten Spiroiden, welche häufig Milchsaft enthalten und durch wenige dünnwandige, Gerbstoff führende Parenchymzellen verbunden sind. Ein schmaler Streifen, ebenfalls Gerbstoff führender Cambiumzellen umgürtet und vereinigt die einzelnen Holzbündel, deren Markseite ein Gewebe aus ähnlichen Zellen enthält, wie die Bastregion. An manchen Gefässbündeln fehlt der eigentliche Holztheil. Das Mark ist ein schlaffes Gewebe, gebildet von dünnwandigen polygonalen bis 0,03 W. L. im Durchm. betragenden Zellen.

Die Milchgefässe kommen also im Stengel von Argemone mexicana bloss in der Innenrinde vor. Sie stellen lange, sehr dünnwandige farblose Röhren dar, welche meist sehr deutlich, besonders nach der Behandlung mit Jodalkohol einen den Milchsaft direkt umschliessenden Innenschlauch wahrnehmen lassen. Hie und da besitzen sie seitliche Fortsätze, kurze Aeste und quere Verbindungen; obwohl sie in der Regel ganz glatt und unverzweigt sind. Ihre Länge stimmt häufig mit jener der Baströhren überein (bis 0,5 W. L.), doch kommen auch viel längere vor; ihr Durchmesser variirt von 0,0018—0,006 W. L. Sie gehen deutlich aus der Verschmelzung von Längsreihen von Cambiumzellen hervor, wie ich denn auch hier deutliche Anzeichen gefunden zu

haben glaube, dass auch die Baströhren einen gleichen Ursprung besitzen. Der Milchsaft ist gerbstoffhaltig.

Der Stengel von Stylephorum cambricum Spr. (Herbarexemplar) zeigt einen ähnlichen Bau, wie Argemone mexicana. Die ganz ähnlichen Milchgefässe finden sich hier sowohl auf der Vorderseite der Holzbündel, von Siebgewebe umgeben, als auch auf deren Markseite und einzelne sogar mitten unter den Bastfasern.

Der Stengel von Eschscholtzia californica Chmss. zeigt unter der Epidermis, den Interstitien der Bastbündel entsprechend, ein kleinzelliges Chlorophyllgewebe, den Bastbündeln entsprechend ein ziemlich starkes Collenchym, das bis an die starken, nach aussen gewölbten Bastbündel reicht, deren Elemente sehr dickwandig sind. Zwischen den Collenchymsträngen findet sich ein schlaffes dünnwandiges Parenchym. Zwischen den Bastbündeln erstreckt sich bis ins Mark hinein, gleichsam weite Markstrahlen darstellend, ein Gewebe aus grossen derbwandigen cylindrischen, am Querschnitte runden Zellen. An der Innenseite der Bastbündel findet sich ein vollkommen abgeschlossenes, vorwaltend aus Siebröhren gebildetes Gewebe, worin einzelne Milchgefässe eingestreut vorkommen, leicht kenntlich an ihrem orangegelben Inhalt. Die Holzbündel sind sehr schwach entwickelt, fast nur aus einem nach aussen vorspringenden Halbkreise weiter Spiroiden und einem sie verbindenden dünnwandigen feinzelligen sparsamen Parenchym bestehend. Ihre Markseite nimmt ein Complex cylindrischer, am Querschnitt runder kleiner Zellen ein, welche ganz allmählich in die ziemlich derbwandigen porösen Zellen des Markes übergehen.

Die einfachen röhrenförmigen sehr dünnwandigen Milchsaftgefässe finden sich also bei dieser Pflanze bloss innerhalb der Bastbündel im Siebröhrengewebe. In den Elementen der Holzbündel konnte ich keine Spur von Milchsaft auffinden.

Ein jähriger Spross von Acer platanoides Lin. enthält unter der Epidermis mehrere Reihen Korkzellen mit 3—4 Reihen Korkmutterzellen; dann weiterhin eine starke Collenchymschicht, deren Zellen nach einwärts in Chlorophyllzellen übergehen. Die Innenrinde besteht aus starken, nach aussen gewölbten Bastbündeln, deren Fasern enge, farblos und vollkommen verdickt sind; die Bastbündel sind durch breitere und schmälere Fortsetzungen der Chlorophyll-Zellenschicht getrennt; ein ähnliches Gewebe, weite Milchsaftgefässe und zahlreiche Krystallfasern einschliessend, breitet sich auf der In-

nenseite der Bastbündel aus. Die übrige Innenrinde enthält radial gereihte Siebröhren mit einzelnen engen Milchsaftgefässen und 1- bis mehrzellige Markstrahlen. Eine starke Cambiumschicht trennt sie von dem dichten Holzkörper, dessen Grundmasse aus radial gereihten Holzzellen zusammengesetzt wird, worin meist radial gruppirte, ziemlich weite Spiroiden stehen. Die Markstrahlen sind 1- bis mehrzellig. Die Markseite des Holzkörpers nehmen am Querschnitte runde verholzte Zellen mit zahlreichen Spiralgefässen ein, von denen die meisten mit einer braunen durch Kalilauge sich gelb färbenden Masse gefüllt sind. Das Mark besteht aus grossen dünnwandigen porösen polygonalen Zellen. Eisensalzlösungen weisen in den Chlorophyllzellen, in den Milchsaftgefässen, in den meisten Zellen der Innenrinde und des Cambiums, endlich in den die Spiralgefässe umgebenden Zellen durch blaue Färbung ihres Inhalts, die Gegenwart von Gerbstoff nach.

Die durch Kalilauge isolirten Milchsaftgefässe sind dünnwandige Röhren, welche häufig mit blinden Enden in senkrechter Richtung an einander stossen und nur hie und da einen kurzen Copulationszweig abgeben. An den feineren, wie sie im inneren Theil der Innenrinde vorkommen, kann man auf das deutlichste ihre Entstehung aus Siebröhren nachweisen, ja sie stellen wohl hier grösstentheils Milchsaft führende Siebröhren dar.

Nach dem eben Mitgetheilten sind die Milchsaftgefässe von Acer platanoides auf die Innenrinde beschränkt. Im Holzkörper und im Marke kommt kein Milchsaft vor.

Sehr interessante Verhältnisse zeigen die Milchsaftgefässe der Asclepiadeen. — Der Stengel von Asclepias Cornuti DC. besitzt im oberen Theile unter der Epidermis eine starke Mittelrinde, gebildet von einem gleichförmigen Parenchym am Querschnitte rundlicher Zellen. Die Innenrinde enthält im äusseren Theile starke Bündel dickwandiger Bastzellen, getrennt durch breite, der Mittelrinde ähnliche Parenchymmassen, welche einwärts dem Bastbündel zu einer continuirlichen Schicht sich vereinigen und einzelne weitere Milchsaftgefässe umschliessen. Der übrige Theil der Innenrinde ist vorwaltend Siebgewebe mit zahlreichen feineren Milchsaftgefässen, in eine ziemlich starke Cambiumschicht übergehend. Der Holzkörper ist schmal und besteht vorwaltend aus Reihen nicht sehr weiter Spiroiden und 1 Zelle breiten Markstrahlen. An seiner Markseite breitet sich eine sehr starke Siebgewebsschicht aus, worin ein Kreis am Querschnitte kreisrunder, aus sehr zahlreichen meist engen Milchsaftge-

fässen und Siebröhren zusammengesetzter Stränge liegt. An beinahe jeden dieser Stränge schliesst sich nach einwärts ein weites Milchsaftgefäss an, das, wie der Längenschnitt und die Maceration lehrt, aus einer senkrechten Reihe meist kurzer und weiter Parenchymzellen zusammengesetzt wird. Das Mark ist ein weitzelliges Parenchym mit lufterfüllten Intercellulargängen.

Im unteren Theile des Stengels sind alle Elemente weiter; das Holz breit mit vorwaltenden radial gereihten Holzzellen und untergeordneten Spiroiden. Das Mark ist grösstentheils geschwunden. Die Milchsaftorgane sind hier also nur in der Innenrinde und an der Markseite des Holzkörpers zu finden; im Holzkörper selbst war nirgends Milchsaft nachweisbar.

Die Milchsaftgefässe stellen meist lange dünne cylindrische Röhren dar mit deutlich auffindbaren äusserst fein ausgezogenen Enden und zarten hyalinen Wänden. In den Stengelknoten zeigen sie reichliche, in den Internodien nur seltene Bifurcationen, stellenweise Verengungen und allmähliche Erweiterungen, kurze seitliche Vorsprünge und längere, zuweilen gegen einander wachsende Aeste. Sie sind stets von Siebröhren begleitet, welche sehr lange Glieder besitzen; nach der Maceration durch Kochen in Kalilauge ist ihre Aussenmembran ganz oder stellenweise verschwunden und nur der feine strangartige hyaline, an die meist horinzontalen fein durchbrochenen Siebplatten sich anheftende und hier erweiterte Innenschlauch vorhanden.

Der Stengel von Asclepias currassavica Lin. (blühende Pflanze) zeigt am Querschnitte, auf die Oberhaut folgend, eine aus etwa 8 Zellreihen bestehende Mittelrinde, wovon die äusserste einen rothen Saft, die übrigen Blattgrün mit Amylum führen. In eingestreuten Zellen kommen Krystalldrusen vor. Die Innenrinde, mehr als doppelt so breit als die Mittelrinde, enthält im äussersten Theile rundliche starke Complexe dickwandiger Bastfasern, welche durch ein in die Mittelrinde übergehendes, wie jene, Chlorophyll und Amylum führendes Parenchym getrennt werden. An der Innenseite der Bastbündel findet sich eine Schichte etwas tangential gestreckter, ebenfalls Chlorophyll und Amylum oder letzteres allein und hie und da Krystalldrusen führender Zellen. Der übrige Theil der Innenrinde besteht aus Siebgewebe.

Das Holz ist ein dichtgeschlossener Cylinder, fast $1^1/_2$ mal breiter als die Innenrinde, der aus Holzzellen, Spiroiden und 1 Zelle breiten Markstrahlen zusammengesetzt wird. An seiner Markseite

findet sich ein ähnlicher Kreis dicht stehender, den Bastbündeln entsprechender Siebgewebsstränge wie bei Asclepias Cornuti, doch sind sie hier meist durch bloss eine Zelle breite Parenchymreihen von einander getrennt. Das Mark ist ein weitzelliges, Amylum führendes Parenchym.

Die Milchsaftorgane kommen bei Asclepias currassavica in der Mittel- und Innenrinde, sowie im Marke reichlich vor. Die zahlreichsten, aber feinsten, finden sich im Siebgewebe der Innenrinde und in den markständigen Siebgewebssträngen; die weitesten im Marke. Jedes dieser Bündel ist auf seiner Markseite abgeschlossen durch mehrere senkrechte Reihen kurzer weiter Parenchymzellen, die strotzend mit Milchsaft gefüllt sind, so dass hier so zu sagen das Hauptdepot dieses Stoffes zu suchen ist. Bei näherer Untersuchung dieser Zellreihen hier, sowie der einfachen von Asclepias Cornuti, findet man deutliche Spuren einer Fusion derselben zu kurzen und selbst stellenweise zu längeren Röhren, und da ich auch in den weiten Milchsaftgefässen der Mittelrinde und des Markes von A. currassavica hie und da eine Querscheidewand fand, so zweifle ich nicht, dass die Milchsaftgefässe dieser Gewebstheile aus diesen oder ähnlichen Parenchymzellreihen hervorgehen. Die Milchsaftgefässe von A. currassavica sind lange, beiderseits spitz endende röhrenförmige, sehr dünnwandige Schläuche. Meist sind sie einfach, ihre Wandung vollkommen glatt, an manchen Stellen, wie regelmässig in den Stengelknoten, zeigen sie einfache Astbildung. Zuweilen sieht man ihre Aeste mit benachbarten anastomosiren (Mittelrinde).

Zu ihrer Isolirung eignet sich sehr verdünnte Salzsäure besser, als verdünnte Kalilauge, da erstere den Milchsaft coagulirt. letztere ihn dagegen grösstentheils löst, wodurch die allein zurückbleibenden leeren durchsichtigen Schläuche sich leicht dem Auge entziehen. Am deutlichsten sieht man sie, wenn man die durch Kochen in Salzsäure macerirten Theile in Jodglycerin bringt und mit der Nadel zerlegt. Der Milchsaft wird hierdurch goldgelb oder braungelb gefärbt und erscheint in kurzen cylindrischen Stücken coagulirt; durch Jod und Schwefelsäure färben sich die hyalinen Wände schön blau. In den Bastfasern findet man nach diesem Verfahren stets einen centralen Strang feinkörniger goldgelber Masse, die offenbar mit dem Milchsafte nichts zu thun hat, da dieser hiebei vollkommen homogen wird.

Die Siebröhren von A. currassavica bieten ein ähnliches Aus-

sehen dar, wie jene von A. Cornuti. Mitten unter ihnen trifft man bei sorgsamer Untersuchung hie und da neben den Milchsaftgefässen lange, mit Milchsaft gefüllte Röhren an von der Weite der Siebröhren, an denen mehr weniger deutlich noch die Scheidewände sichtbar sind, so dass es mir zweifellos zu sein scheint, dass die Milchsaftgefässe der Innenrinde und des markständigen Telienchyms den Siebröhren ihren Ursprung verdanken.

Im blühenden Stengel von Gomphocarpus angustifolius Link, welcher einen ähnlichen Bau besitzt, wie Asclepias currassavica, stehen auf allen Seiten der starken Bastbündel, oft knapp sich an dieselben anschliessend oder mitten darin Milchsaftgefässe vom Durchmesser der Bastfasern (0,006 W. L.), ausserdem finden sich einzelne derartige Organe sowohl im Rinden- als im markständigen Siebgewebe, sowie im Marke selbst. Zahlreiche Holzelemente führen Milchsaft.

Durch Maceration in verdünnter Schwefelsäure isolirt erscheinen die Milchsaftgefässe als cylindrische etwas wellige meist ziemlich derbwandige Schläuche von 0,0048—0,012 im Durchmesser. Ihre Länge bestimmte ich bei einzelnen auf 1,4—1,8 W. L. Gegen ihre Enden zu verschmälern sie sich allmählich, zeigen ziemlich häufige Bifurcationen und unter rechtem Winkel abgehende blinde, oft gablige Aeste. Im Marke sind sie oft so dickwandig, wie die Milchsaftgefässe gewisser Euphorbieen. Häufig verlaufen sie dicht an Spiralgefässen und Bastfasern, welche letztere hier ausserordentlich schön rosenkranzförmig und mitunter in sehr lange unmessbar feine Enden ausgezogen sind. Eine Communication derselben mit Holzelementen war mir jedoch eben so wenig hier, wie bei den übrigen Asclepiadeen zu finden möglich.

Im Marke waren die Milchsaftgefässe sehr reich an Stärkemehl. —

Der abgeblühte Stengel von Euphorbia Lathyris Lin. besitzt unter der mit rothem Farbstoff gefüllten Epidermis eine aus 5—6 Zelllagen bestehende Mittelrinde. Die Zellen derselben sind kurzcylindrisch, am Querschnitte tangential gestreckt (T = 0,02, R = L = 0,018 W. L.), Chlorophyll führend, im äusseren Theile collenchymähnlich, in inneren Theile mit luftführenden Zwischen-Zellräumen, dünnwandig. Im ersteren finden sich einzelne Milchsaftgefässe eingestreut.

Ein unterbrochener Kreis, am Querschnitte tangential gestreckter Bündel nicht sehr dickwandiger, wandfaltiger Baströhren, zwischen

denen meist kleine Gruppen weiter und engerer Milchsaftgefässe stehen (T = 0,015; R = 0,009; — T = 0,036; R = 0,018 W. L.), trennt die Mittelrinde von der Innenrinde. Diese letztere, eben so breit wie die erstere, enthält einwärts der Bastbündel ein tangential gestrecktes Parenchym, im inneren Theile dagegen ein undeutlich radial gereihtes Siebgewebe mit protoplasmatischem Inhalte.

Der Holzkörper nimmt den grössten Theil des Stengels ein und besteht der Grundmasse nach aus nicht dickwandigen Holzzellen, welche durch 1—2 Zellen breite Markstrahlen in schmale Holzkeile abgetheilt sind, in denen zu 2 bis mehrere gruppirte weitere und engere Spiroiden (0,006—0,018 W. L. im Durchm.) stehen. In einzelnen der letzteren, sowie hie und da in Holzzellen, trifft man Milchsaft an. Das grosszellige Mark ist grossentheils resorbirt.

In der Wurzel sind die Holzzellen und Spiroiden ungleich weiter, erstere auch dünnwandiger als im Stengel; ein Markkörper fehlt; die Elemente der Innenrinde sind bedeutend weiter, die Siebzellen radial gereiht und durch 1 Zelle breite Markstrahlen unterbrochen; der äussere Theil der Innenrinde ist ein lockeres, grosszelliges Parenchym, das ohne Grenzen in das ähnliche Gewebe der Mittelrinde übergeht. Ein starkes braunes mehrschichtiges Peridcrm schliesst diese nach aussen ab. Nirgends in der Wurzel fand sich eine Spur von Amylum; Milchsaft war spärlich in vereinzelten Elementen der Innenrinde, häufig dagegen in den Holzelementen zu finden.

Die Milchsaftgefässe von Euphorbia Lathyris sind gerade cylindrische dünnwandige Röhren ohne absehbares Ende; sehr selten trifft man im Stengel, häufiger im oberen Theile der Wurzel, sehr reichlich jedoch in der Fruchtschale dichotomische Verästelung; im letzteren Pflanzentheile sind diese Gefässe sogar sehr ästig und verlieren sich mit sehr feinen Enden im lockeren Parenchym.

Bringt man die durch Kochen in verdünnter Kalilauge isolirten Milchsaftgefässe des Stengels von E. Lathyris in Jodglycerin, so zeigt der Milchsaft unter dem Mikroskop das Aussehen einer feingranulirten grauen zähen Flüssigkeit, in welcher einzelne oder stellenweise gehäufte eigenthümliche Stärkekörperchen liegen. Dieselben sind bald kürzer oder länger, gerade stäbchenförmig, oder gekrümmt, wurmförmig, einerseits oder beiderseits mit kopf- oder keulenförmig angeschwollenem Ende, zuweilen schneckenförmig eingerollt. Sie liegen bald parallel der Längenachse des Milchsaftgefässes, bald kreuzen sie dieselbe; an manchen Stellen sind sie so gehäuft, dass

sie das Lumen desselben auf eine längere oder kürzere Ausdehnung hin, fast vollkommen verstopfen.

Man trifft dieselben Körperchen, welche durch Jod eine schöne violette Farbe annehmen und bei einem ungefähren Breitendurchmesser von 0,0018 W. L. eine Länge von 0,009 W. L. und darüber besitzen, auch im frisch ausgeflossenen Milchsafte. In gleicher Art habe ich sie bei keiner der untersuchten Euphorbieen wieder gefunden.

Der Stengel von Euphorbia Wulfenii Hoppe (aus Dalmatien) zeigt am Querschnitte unter der Gerbstoff führenden Oberhaut 2—3 Lagen ebenfalls Gerbstoff führender Collenchymzellen, weiterhin mehrere Lagen am Querschnitte rundlicher etwas tangential gestreckter Zellen mit zum Theile luftführenden Intercellularräumen. Ein Kreis tangential gestreckter, aus dickwandigen Elementen zusammengesetzter Bastbündel, welche durch tangential gestrecktes Parenchym verbunden sind, eröffnet das Gewebe der Innenrinde, welche im übrigen Theile fast durchaus aus sehr engzelligem Siebgewebe besteht.

Rings um die Bastbündel oder auch mitten zwischen den Bastfasern derselben, stehen zahlreiche weite Milchsaftgefässe von T = 0,012—0,018; R = 0,006—0,009 W. L. Durchmesser.

Der Holzkörper hat einen mit jenem von E. Lathyris übereinstimmenden Bau.

Ganz ähnlich wie E. Wulfenii verhält sich Euphorbia portlandica Lin. (aus England); in den Epidermiszellen und in meist gruppenweise vereinigten Zellen der Mittelrinde findet sich ein durch Eisenvitriol schwarzblau, durch Kalilauge braungelb sich färbender Inhaltsklumpen (Gerbstoff). —

Die Milchsaftgefässe der beiden zuletzt genannten Wolfsmilcharten stimmen mit jenen von E. Lathyris überein, doch besitzen sie im Allgemeinen eine stärkere Wandung, die selbst hie und da an Dicke jenen der Bastfasern gleichkommt; auch findet man an ihnen ausser ziemlich häufigen Bifurcationen hie und da einen queren Verbindungsast. Bei E. portlandica verlaufen dicht unter der Oberhaut, den Interstitien ihrer Zellen entsprechend, Milchsaftgefäss-Stämme, welche ungleich schwächer sind, als jene der Innenrinde, aber zahlreiche Aeste abgeben, welche unter rechtem Winkel entspringend in die nächsten Interstitien dringen, daselbst einen den Hauptstämmen parallelen Verlauf annehmen und ebenso wie diese

immer feinere Aeste abgeben, die sich selbst wieder wie sie verhalten.

Hie und da findet sich an der Vereinigungsstelle mehrerer Aeste oder Stämme eine Erweiterung, eine Art Cisterne, wie ich sie ähnlich auch bei Asclepiadeen angetroffen habe.

Im Milchsafte, der sich in Kalilauge als graue körnige Masse darbot, konnte ich die Gegenwart von Amylum nicht nachweisen.

Einen im Allgemeinen der E. Wulfenii entsprechenden Bau zeigt der Stengel von Euphorbia Characias Lin. (England, getrocknet). In der Mittelrinde finden sich jedoch zahlreiche Milchsaftgefässe; Bündel dickwandiger Bastfasern fehlen, statt ihrer nimmt den äusseren Theil der Innenrinde eine aus 3—4 Kreisen von Milchsaftgefässen, die durch spärliches engzelliges Gewebe verbunden sind, gebildete Schicht ein.

Die Milchsaftgefässe, ganz in der Art wie in E. Wulfenii und portlandica, sind häufig ziemlich dickwandig und kommen auch im Markkörper eingestreut vor. Sie haben einen Durchmesser von T = 0,018—0,024; R = 0,015 W. R. —

Die Mittelrinde im Stengel von Euphorbia prunifolia Jacq. (blühende Pflanze) besteht im äusseren Theile aus einem 2—3 Zellen breiten Collenchym, im inneren Theile aus rundlichen kurzcylindrischen, mit Amylum strotzend gefüllten Zellen und enthält Milchsaftgefässe eingestreut. Die Innenrinde wird innerhalb der tangential gestreckten, durch Parenchym getrennten Bastbündel aus den Holzbündeln entsprechendem Siebgewebe und dazwischen gelagertem Parenchym zusammengesetzt. Im ersteren finden sich einzelne engere Milchgefässe, im letzteren verläuft jedem Markstrahl entsprechend ganz nahe am Holzkörper ein weites Milchsaftgefäss.

Das Holz besteht aus radialen Reihen von Spiroiden, die von wenigen Holzfasern umgeben und durch eine Art Markstrahlgewebe verbunden sind, dessen senkrecht gestreckte verholzte Zellen nach einwärts zu allmählich weiter werdend, in das Mark übergehen.

Die Milchsaftgefässe finden sich hier also in der Mittelrinde, und hier vorzüglich im inneren Theile derselben an der Aussenseite der Bastbündel; ferner in der Innenrinde inmitten des Siebgewebes und in jedem Markstrahl der ersteren ein besonderes weites dickwandiges, von welchem aus zahlreiche, den Intercellulargängen folgende und sich allmählich verfeinernde Aeste entspringen, ohne jedoch in den Holzkörper einzudringen, in welchem überhaupt keine Spur von

Milchsaft aufgefunden werden konnte. Das Mark enthält keine Milchsaftorgane.

Die Wurzel von Euphorbia Gerardiana Jacq. (blühende Pflanze von der Türkenschanze) besitzt ein starkes, die ganze Mittelrinde abgliederndes Periderm. Unter ihm folgt sogleich die Innenrinde, welche zu äusserst einen Kreis kleiner Bastbündel, im übrigen Theile radial gereihte feine Siebröhren und Siebparenchym enthält, welches Gewebe allmählich in das stark entwickelte Cambium übergeht. Reichliche vereinzelte weitere und engere Milchsaftgefässe, sowie einzelne Bastfasern durchsetzen das Gewebe der Innenrinde.

Der Holzkörper besteht aus radial gereihten Spiroidengruppen, welche von dickwandigen Holzzellen umgeben und zu fast ununterbrochenen Bändern verbunden sind; das ganze ist in eine Grundmasse eingetragen, welche aus dünnwandigen langgestreckten Zellen zusammengesetzt wird.

Die Milchsaftgefässe sind dünnwandig, bis 0,012 W. L. weit und haben nicht sehr häufige, mitunter aber äusserst feine Aeste. Einzelne treten ganz nahe an die kaum entstandenen Spiroiden im Cambium heran, ohne dass irgend eine Spur einer gegenseitigen Einmündung aufzufinden wäre.

Im Milchsafte finden sich hie und da rundliche Stärkekörnchen, die reichlich in allen Parenchymzellen der Wurzel enthalten sind.

Der Stengel derselben Wolfsmilchart zeigt einen ähnlichen Bau wie die Wurzel, doch ist die Mittelrinde stark entwickelt, zahlreiche Milchsaftgefässe enthaltend. Zwischen den starken tangential gestreckten Bastbündeln stehen weite, im übrigen Theile der Innenrinde nur spärliche feinere Milchsaftgefässe. Das Holz ist geschlossen, dicht, und enthält radiale Reihen von Holzzellen, im inneren Theile mit engen Spiroiden, durch 1 Zelle breite Markstrahlen in regelmässige Holzkeile abgetheilt.

Ein dünnes Aststück eines Herbariumexemplars von Hippomane Mancinella Lin. zeigte unter dem mehrreihigen braunen Periderm eine sehr breite Mittelrinde, ein Amylum führendes Parenchym mit eingelagerten zahlreichen Längsreihen Gerbstoffzellen, einzelnen Milchsaftgefässen und häufigen Krystallzellen (Krystalle rhomboëderähnlich). Die verhältnissmässig schwach entwickelte Innenrinde enthielt im äusseren Theile starke Bastbündel mit sehr dickwandigen engen Bastfasern, eine fast ununterbrochene Schicht bildend, aussen und seitlich von zahlreichen Milchsaftgefässen umgeben.

Die übrige Innenrinde bestand aus Sieb- und Markstrahlgewebe mit einzelnen Gerbstoffzellen und engeren Milchsaftgefässen.

Der schmale dichte Holzcylinder, vorherrschend aus dickwandigen Holzzellen mit spärlichen Spiroiden und 1 Zelle breiten Markstrahlen zusammengesetzt, zeigte an seiner Markseite einzelne oder gruppirte Gerbstoffzellen, aber keine Milchsaftgefässe, die auch in dem weiten, aus grossen porösen gelben Zellen zusammengesetzten Marke fehlten.

Die isolirten Milchsaftgefässe von Hippomane sind cylindrisch, mit sehr seltener Zweigbildung, ziemlich dickwandig, im Durchmesser von 0,012 W. L. bis auf 0,003 W. L. herabsinkend.

Die Milchsaftgefässe von Hura crepitans Lin. haben die grösste Aehnlichkeit mit jenen der fleischigen Euphorbien, sie sind dickwandig, ihre Wand erscheint nach der Behandlung mit Kalilauge geschichtet; sie zeigen häufige Bifurcationen, ihre Aeste sind bald kurz, häufig am Ende kolbig angeschwollen, bald lang. Ihr Inhalt führt sehr reichlich Amylum. —

Die Milchsaftorgane der Euphorbiaceen gehören, wie die mitgetheilten Untersuchungen zeigen, zu den einfach verzweigten Milchsaftgefässen. Sie treten überall sowohl in der Mittel- als Innenrinde auf, doch ist unverkennbar die Region um die Bündel dickwandiger Bastfasern herum ihr Hauptstandort. Hier erreichen sie auch ihre grössten Dimensionen und vertreten sogar zuweilen die fehlenden Bastfasern (Euphorbia Characias).

Im Markkörper fand ich Milchsaftgefässe mit Sicherheit nur bei E. Characias (von den untersuchten Arten), während sie bei den fleischigen Wolfsmilcharten daselbst sehr reichlich angetroffen werden. In den Elementen des Holzkörpers fand sich häufig Milchsaft vor, doch konnte eine Einmündung von Milchgefässen in die erstgenannten Gewebselemente nirgends beobachtet werden. —

Am nächsten verwandt den Milchsaftgefässen der Euphorbiaceen sind jene der Moreen. —

Morus nigra Lin. (2‴ dicker Ast, im August) zeigt unter dem mehrschichtigen Korke mehrere Lagen eines Chlorophyll und Gerbmehl führenden Collenchymgewebes (R = 0,004, T = 0,009 W. L.), dann ein Parenchym aus grossen rundlichen Zellen im äusseren Theile mit Intercellularsubstanz, im inneren mit lufterfüllten Interstitien (R = T = 0,012—0,018 W. L. oder R = L = 0,018; T = 0,026 W. L.). Darauf folgt ein fast zusammenhängender Kreis sehr dickwandiger rundlicher Steinzellen (R = T = 0,012—0,018; L = 0,018—0,024 W. L.) mit Krystallzellen, dann ein breites Parenchym, ähnlich jenem

an der Aussenseite des Steinzellenringes, meist Gerbmehl führend mit zahlreichen Milchsaftgefässen von der Weite der umgebenden Zellen.

Die Innenrinde besitzt zu äusserst Bündel dickwandiger wandfaltiger, durch Chlorzinkjod weinroth bis violett sich färbender Bastfasern (T = 0,006, R = 0,004 W. L.), welche einen beinahe geschlossenen Kreis bilden und auf ihrer Innenseite von Siebröhren und einzelnen Krystallzellen begleitet werden. Weiter nach einwärts folgt eine 2—3 Lagen mächtige Schicht tangential gestreckter, Amylum führender Parenchymzellen (R = 0,005; T = 0,009 W. L.); der innere Theil der Innenrinde besteht aus am Querschnitte viereckigen Feldern von Siebgewebe mit tangentialen Reihen dickwandiger Bastfasern oder mit eingestreuten Bastfasern und Milchsaftgefässen, — und 1—2 Zellen breiten, Stärkmehl führenden Markstrahlen, welche letztere nach aussen in das Amylumparenchym übergehen. Alle Elemente sind hier radial gereiht und gehen in eine 5—6 Zellen breite Cambialschicht über, an der noch, jedem Baststrahl entsprechend, 2—3 weitere Milchsaftgefässe stehen.

Das Holz besteht seiner Grundmasse nach aus Holzzellen, aus Holzparenchym in falschen Jahrringen, sehr weiten und engeren gruppirten Spiroiden und 1—2 Zellen breiten, Amylum führenden Markstrahlen. Das Mark enthält sehr weite poröse inhaltslose polygonale Zellen (0,048 W. L. im Durchm.).

Die Milchsaftorgane kommen in Morus nigra also vor: a) in der Mittelrinde zwischen dem Steinzellen- und Bastringe häufig; b) in der Innenrinde zwischen dem letzteren und dem Holze von Siebgewebe umgeben, mit Bastfasern wechselnd oder sie ersetzend. Weder im Holze noch im Marke fand sich Milchsaft vor.

Durch Kalilauge isolirt erscheinen die Milchsaftgefässe als sehr lange, äusserst dünnwandige Röhren mit ungleichem, stellenweise verengtem und erweitertem Lumen und ohne absehbare Enden. Sie zeigen häufige Bifurcationen und zumal in dem Stengelknoten verschieden lange blinde Aeste. Ihr Durchmesser schwankt von 0,006—0,018 W. L. Der Milchsaft erscheint farblos, grobkörnig, voll Oeltropfen.

Ein 2jähriger Ast von Broussonetia papyrifera Vent. (September) enthält unter der Oberhaut 3 Lagen Korkzellen, dann eine Schicht cylindrischer Chlorophyllzellen, welcher ein starkes Parenchym mit eingestreuten Krystallzellen (Drusen) und ziemlich derbwandigen Milchsaftgefässen folgt.

Die Innenrinde, $^1/_2$ der Mittelrinde betragend, besteht aussen aus relativ starken Bündeln nicht sehr dickwandiger Bastfasern, innen aus Siebgewebe, das in eine Cambialschicht übergeht, und von schmalen Markstrahlen mit luftführenden Interstitien und eingestreuten Krystallzellen durchschnitten ist. Im Siebgewebe bis knapp ans Cambium stehen die meisten Milchsaftgefässe; einzelne derselben trifft man auch mitten zwischen den Bastfasern an.

Das Holz enthält radial gereihte Holzfasern und Amylum führendes Holzparenchym mit weiten Spiroiden, von denen zahlreiche Milchsaft enthalten. Einwärts wird der Holzkörper von einem Gewebe kurz cylindrischer poröser verholzter, Amylum führender Zellen abgeschlossen, worin vereinzelte Milchsaftgefässe stehen.

Das Mark besteht aus dünnwandigen polygonalen luftführenden Zellen mit einzelnen Krystallzellen.

Bei Broussonetia papyrifera kommen also Milchsaftgefässe in der Mittelrinde, am häufigsten im Siebgewebe der Innenrinde, und vereinzelt selbst an der Markseite des Holzkörpers vor.

Ganz ähnlich vertheilt fanden sich die Milchsaftgefässe von Ficus Carica Lin.

Bei Ficus bengalensis Lin. findet sich unter dem starken Periderm eine Steinzellenschicht und dann erst die eigentliche Mittelrinde, ein Parenchym aus tangential gestreckten Zellen, welche Gerbmehl enthalten, und mit eingestreuten Milchsaftgefässen. Die Innenrinde enthält im äusseren Theile kleine Bündel von 8—30 engen vollkommen verdickten glasigen Bastfasern, welche durch Gerbstoffparenchym getrennt sind, das sich in die Markstrahlen der Innenrinde fortsetzt. Zwischen den letztern finden sich wechselnde Schichten von Siebröhren und Bastfasern mit deutlichem Lumen mit Parenchym und Milchsaftgefässen, die auch um die Bastbündel zerstreut stehen.

Eine nicht starke Cambiallage trennt die Innenrinde vom Holzkörper, welcher radial geordnete Holzfasern, Holzparenchym, weite gruppirte Spiroiden und 1 Zelle breite, Gerbmehl führende Markstrahlen enthält.

Das Mark ist ein ähnliches Parenchym wie die Mittelrinde und enthält wie diese reichliche Gerbmehl- und Krystallzellen. In ihm stehen die stärksten und meisten Milchsaftgefässe. Ganz ähnlich verhält sich Ficus stipulata Thbg.

Soweit die untersuchten Pflanzen einen Schluss gestatten, zeigen also die Milchsaftorgane der Moreen eine ähnliche Vertheilung wie

jene der Euphorbiaceen. Sie kommen theils in der Mittel-, theils in der Innenrinde vor; im äusseren Theile der letztern, an der Innenseite der Bastbündel sind sie am reichlichsten. In der Mittelrinde scheinen sie nicht so weit peripherisch vorzudringen, wie bei den wolfsmilchartigen. Wo sie im Marke vorkommen (Ficus bengalensis, stipulata) erreichen sie die höchste Entwicklung daselbst. —

Ich gehe nun zur Darstellung des Baues einiger Pflanzen über, bei denen die Milchsaftgefässe durch reichliche Anastomosenbildung und durch die Vereinigung zu geschlossenen netzförmigen Systemen ausgezeichnet sind, derartige netzförmige Milchsaftgefässe besitzen die Lobeliaceen, Campanulaceen und Cichoriaceen.

Der Stengel von Lobelia urens Lin. (blühende Pflanze aus England) zeigt am Querschnitte unter der Oberhaut zunächst eine ziemlich starke Chlorophyllschicht, dann ein Parenchym aus derbwandigen tangential gestreckten Zellen ohne Milchsaftgefässe. Eine einfache Schicht stark tangential gestreckter Zellen (Stärkeschicht) trennt die Mittelrinde von der Innenrinde, welche vorwaltend aus Siebröhren und wenig Parenchym besteht, und im inneren Theile, oft ganz nahe am Holzkörper, einzelne Milchsaftgefässe enthält.

Der Holzkörper ist stark, dicht, etwa $2^1/_2$- bis 3mal breiter als die Rinde, und zeigt radial gereihte, dickwandige, durch 1 Zelle breite Markstrahlen in meist 3 Zellen breite Holzkeile abgetheilte Holzfasern mit spärlichen Spiroiden.

Das Mark ist grösstentheils resorbirt.

Im Stengel von Lobelia fulgens Willd. (blühende Pflanze) folgt unter der Oberhaut eine starke Mittelrinde, welche im äusseren Theile ein dichteres Chlorophyll mit Amylum führendes, im inneren Theile ein lockeres lückiges Gewebe darstellt. Die Innenrinde, $^1/_3$ der Mittelrinde, von letzterer durch eine undeutlich hervortretende Stärkeschicht getrennt, besteht fast ausschliesslich aus Siebgewebe mit 1—3 Zellen breiten Markstrahlen. Im innersten Theile des ersteren, ganz nahe am Holzkörper findet sich ein Kreis zu kleinen Gruppen gestellter feiner Milchsaftgefässe.

Der Holzkörper ist locker, enthält fast radial gereihte nicht sehr dickwandige Holzzellen und nicht weite Spiroiden mit undeutlichen Markstrahlen. Die Elemente desselben gehen einwärts allmählich in das weitzellige schlaffe Mark über.

Weder im Marke noch in der Mittelrinde finden sich hier, eben so wenig wie bei Lobelia urens, Milchsaftgefässe. Im Holzkörper wurde kein Milchsaft gefunden. Die Milchsaftorgane sind also bloss

auf den innersten Theil der Innenrinde beschränkt. Durch Kalilauge isolirt, stellen sich dieselben als gerade oder etwas schlängelige sehr dünnwandige Röhren dar von 0,0018—0,0048 W. L. Durchmesser mit sehr zahlreichen Copulationszweigen und stellenweise reichlicher Verzweigung in tangentialer Richtung. Oft zeigen sie noch eine deutliche Gliederung, entsprechend den Cambiumzellen, aus deren Verschmelzung sie hervorgegangen sind. Aestige und häufige kurze seitliche Protuberanzen zeigend, sind die Milchsaftgefässe von L. urens, die sich dadurch jenen der Campanulaceen nähern.

In den Nebenwurzeln von Campanula Trachelium Lin. findet man eine nur schmale Rinde, welche einen Kern umschliesst, der wesentlich aus einem nicht verholzten Gewebe besteht, zusammengesetzt aus radialen Reihen cylindrischer, am Querschnitte runder oder elliptischer Zellen; in dieses Grundgewebe eingeschlossen erscheinen wenige Holzbündel, welche am Cambiumringe aus wenigen Spiroiden bestehen, denen in weiten Abständen in der Richtung gegen das Centrum andere Spiroiden folgen. Die vordersten Spiralgefässe sind von einem nicht verholzten Parenchym begleitet; das Centrum wird von einigen Spiroiden ausgefüllt.

Ein nur wenige Zelllagen besitzendes Cambium umschliesst zunächst den Kern. Nach aussen folgt dann eine nur schwach entwickelte, vorherrschend aus sehr feinen Siebröhren gebildete Innenrinde, welche ohne Grenze in die nur wenige Zellreihen breite Mittelrinde, ein aus cylindrischen, am Querschnitte tangential gestreckten Zellen zusammengesetztes Parenchym, übergeht. Ein schwaches braunzelliges Periderm bildet die äusserste Umhüllung.

In der Hauptwurzel ist der Bau des Kernes ein ähnlicher, nur findet sich hier eine aus verholzten Parenchymzellen bestehende, Spiroiden einschliessende Holzröhre entwickelt. Das Centrum ist resorbirt.

Die Innenrinde besteht aus in tangentialer Richtung wechselnden Lagen von Parenchym und Siebröhren, welche selbst wieder in radialer Richtung von Markstrahlen durchsetzt werden.

Die Mittel- und Aussenrinde zeigt eine ähnliche Struktur wie in den Nebenwurzeln, natürlich mit stärkerer Entwicklung.

Die Zellwände sind mit Ausnahme der Peridermzellen farblos; unter Wasser betrachtet stark aufgequollen und namentlich in der Mittelrinde eine deutliche, stellenweise ausserordentlich entwickelte Intercellularsubstanz zeigend. Erwärmt man dünne Schnitte in Was-

ser, so löst sich diese Intercellularsubstanz und zum Theile auch die äusserste Zellhautschicht auf; noch leichter geschieht dieses in verdünnten Säuren (selbst organischen) und Alkalien. Nach der Behandlung mit letzteren färbt sich die Zellwand durch Jod und Schwefelsäure blau (die verholzten Theile gelb).

Durch Kochen im Wasser, in verdünnten Säuren und in Alkalien lassen sich daher die Elementarorgane der Wurzel sehr leicht isoliren, wobei man sich deutlich überzeugen kann, dass hier die Intercellularsubstanz durch die primären Zellmembranen gebildet, resp. dargestellt werde, ganz in derselben Art, wie ich dieses für die Wurzel des Löwenzahns (l. c. pag. 9) gezeigt habe. In gleicher Art, wie dort, haben wir es auch hier mit einer Pectinmetamorphose der Zellwand zu thun.

Als Inhalt aller Zellen, wenn wir vom Milchsaft, vom Periderm und von den verholzten Elementen absehen, tritt in der frischen Wurzel eine farblose feinkörnige Flüssigkeit auf.

Betrachtet man dünne Schnitte aus der getrockneten Wurzel unter Oel, so findet man in den Zellen eine weisse homogene klumpige Masse. Zusatz von Eisensalzlösungen bewirkt eine Lösung derselben ohne jedwede Färbung, nur spärliche Mollecularkörnchen bleiben in jeder Zelle zurück. Unter Alkohol erscheint der Inhalt im ersten Momente als ein homogener weisser Klumpen, später zerfällt dieser unter Vacuolenbildung; lässt man nun einen Tropfen Wasser unter das Deckglas eintreten, so verschwindet der Inhalt spurlos. In den Zellen, welche die Hauptmasse des Holzkerns bilden, sowie auch hie und da in den Zellen der Markstrahlen und der Mittelrinde, ja in den Nebenwurzeln in allen, selbst in den Prosenchymzellen der Innenrinde bleibt hierbei in jeder Zelle ein Körper zurück, der sogleich durch seine sonderbare Gestalt auffällt. Es ist ein kugliger Zellkern, dem seitlich ein stäbchenförmiges Gebilde angeheftet ist. Im ersten Augenblicke der Wassereinwirkung erscheinen beide opak; ersterer einem Oeltropfen gleichend; bald jedoch löst sich die Mitte desselben unter Vacuolenbildung auf und lässt ein deutlich und scharf begrenztes Bläschen zurück, welches dem unverändert gebliebenen Stäbchen meist in dessen Mitte aufsitzt (Fig. 6 u. 7). Dieses Stäbchen ist bald vollkommen gerade, beiderseits zugespitzt, spindelförmig, oft von der halben Länge der Zelle, oft nur kurz, beiderseits stumpf, bald ist es halbmondförmig gebogen.

Jodsolution färbt Bläschen und Stäbchen, sowie spärliche

körnig-flockige Reste in den Zellen schön gelb. Chlorzinkjod lässt in jeder Zelle einen feinen protoplasmatischen Wandbeleg, sowie vom Zellkerne und Stäbchen ausgehende, äusserst feine Fäden erkennen.

Wendet man auf dünne Längsschnitte die Trommer'sche Zuckerprobe an, so findet man in allen Zellen rothe Körnchen; die Zellkerne sind bläschenförmig ausgedehnt und umschliessen einige wenige orangenrothe Körnchen, die Stäbchen sind grösstentheils spurlos verschwunden.

Cochenilleauszug färbt die Zellkerne und Stäbchen rasch roth; nach längerer Zeit werden erstere feinkörnig und lösen sich allmählich von innen nach aussen auf. Die Hülle dehnt sich aus, berstet und lässt den feinkörnigen Inhalt heraustreten. Die Stäbchen widerstehen der Lösung.

In Kalilauge und Aetzammoniak dehnen sich die Zellkerne zu grossen Blasen aus; zum Theile werden sie gelöst; die Stäbchen zerfallen körnig. Zusatz von Cochenille färbt die Zellkernbläschen und die aus dem Zerfall der Stäbchen stammenden Körnchen rasch roth. In manchen Zellen sieht man hierbei zwei Bläschen oder einen einzigen fast den ganzen Zellraum ausfüllenden rothgefärbten Schlauch.

In salpetersaurem Quecksilber-Oxydoxydul löst sich der Zelleninhalt mit prachtvoller rosenrother Farbe auf; die Zellkerne erscheinen als gelbliche Fetttröpfchen; die Stäbchen zerfallen unter Bildung von Fetttröpfchen.

Kupferoxyd-Ammoniak löst Zellkerne und Stäbchen spurlos; in den Zellen trifft man bloss spärliche farblose Körnchen. In Chlorzinkjod erscheinen beide Gebilde anfangs gelblich, homogen, wie aufgequollen, dann verblassend, voll Vacuolen, endlich sich lösend. Zusatz von Jod-Alkohol lässt hie und da statt des Zellkerns ein leeres goldgelbes Bläschen erkennen.

In Wasser tritt augenblickliche Lösung des Inhaltsklumpens auf unter Bildung gelber Flocken; die Zellkerne werden zum grossen Theile ebenfalls gelöst, die Stäbchen erst nach Zusatz von Alkohol, wobei im Gesichtsfelde und in den Zellen sofort ein feinkörniger Niederschlag sich bildet. Bei Zusatz von Aether und Alkohol entstehen später sehr kleine spiessige Krystalle.

In Essigsäure löst sich zunächst der Inhalt der Zellkerne und die Stäbchen; beim Erwärmen auch die Hülle der ersteren.

Die mitgetheilten mikrochemischen Reactionserscheinungen lassen

wohl keinen Zweifel darüber, dass der wichtigste und vorwiegendste Inhalt der Zellen hier Zucker ist (in der frischen Pflanze in Lösung, in der getrockneten als weisser homogener Klumpen); derselbe Stoff scheint auch im Zellkerne aufzutreten, der uns hier so schön in seiner Bläschennatur (Kernbläschen) entgegentritt. Schwieriger ist die Entscheidung über die chemische Zusammensetzung der Stäbchen, die, soweit ich mich zu erinnern weiss, in ähnlicher Weise noch nirgends beobachtet wurden. Doch scheinen einzelne der angeführten Reactionserscheinungen hinzudeuten, dass sie wesentlich aus Proteïnsubstanz und Fett zusammengesetzt sind, Körper, welche auch in die Zusammensetzung des Zellkerns und des Protoplasma's hier eingehen dürften. Welche Bedeutung diese sonderbaren, mit dem Zellkerne in Verbindung stehenden Stäbchen haben, wage ich nicht zu entscheiden. —

Was nun die Milchsaftorgane der Wurzel von Campanula Trachelium betrifft, so finden sich in den feinsten Nebenwurzeln nur milchsaftführende Siebröhren, welche mit gewöhnlichen Siebelementen zu Bündeln vereinigt, den einzelnen Holzbündeln entsprechen. Sie verlaufen vollkommen geradlinig und zeigen keinerlei Aeste und Verbindungen mit benachbarten Bündeln, so dass hier kein um den Holzkern herumlaufendes geschlossenes Milchsaft-Gefässsystem existirt. Weder in der Mittelrinde, noch im Holzkörper der feinen Nebenwurzeln kommen Milchsaftgefässe vor, dagegen ist beachtenswerth, dass hier fast sämmtliche Spiroiden, deren Glieder bei einem Durchmesser von 0,004—0,008 W. L. eine Länge von 0,08 W. L. besitzen, mit Milchsaft gefüllt angetroffen werden und zwar nicht streckenweise, sondern ihrer ganzen Länge nach. Je stärker die Nebenwurzel, desto stärkere und zahlreichere Milchsaftgefässe treten in der Innenrinde auf, und im oberen Theile der Hauptwurzel bilden sie in diesem Gewebstheile mehrere mit Parenchymschichten wechselnde Lagen, deren einzelne Bündel allerdings den Holzbündeln entsprechend am stärksten sind, jedoch auch durch seitliche Bündel und Verzweigungen unter einander in Verbindung stehen, so dass sie hier mehrere geschlossene Systeme um den Holzkörper bilden (Fig. 4). Hier, in der Hauptwurzel kommen aber auch in der Mittelrinde Milchsaftgefässe vor und zwar vorzüglich knapp unter dem Periderm und nahe am Uebergange der Mittel- in die Innenrinde. Sie zeigen da besonders zahlreiche und starke Verzweigungen, welche den Intercellularräumen mit besonderer Vorliebe in tangentialer Richtung folgen (Fig. 2 u. 3).

Im Mittelstocke und im untersten Theile des Stengels, woselbst ein Markkörper besteht, treten einzelne Milchsaftgefässe auch im Markcylinder auf. Es finden sich nämlich hier, wie man sich leicht an jedem Querschnitte überzeugen kann, an der Markseite des Holzkörpers einzelne abgeschlossene und von einander getrennte Stränge von Siebröhrengewebe, von denen einzelne stets mehrere Milchsaftgefässe enthalten. Die Angabe Hanstein's (l. c. pag. 74), dass bei den Campanulaceen im Marke keine Milchsaftgefässe vorkommen und dass diese bloss auf die Rinde beschränkt seien, würde darnach für unsere Pflanze nicht zutreffen. —

Die Milchsaftgefässe von Campanula Trachelium zeigen in ihrer Form eine grosse Uebereinstimmung mit den gleichen Organen der Cichoraceen. Wie diese, gehören auch sie zu den sehr verzweigten, netzförmigen. Ihre Entstehung und Entwicklung ist die nämliche wie bei Taraxacum, Podospermum etc. Ursprünglich findet man in der Innenrinde nur Milchsaft führende Siebröhren, deren Glieder in den feinen Nebenwurzeln sehr dünn und sehr lang (0,08 W. L.) sind. Ueberall zeigen sie meist schief geneigte einfache Verdickungspolster und eine geringe Auftreibung an ihren beiden Enden. Anfangs besitzen sie durchaus keine seitlichen Aeste; bündelweise vereinigt durchsetzen sie als zarte Röhren und Schlauchreihen die Innenrinde in senkrechter Richtung. Aber schon in den stärkeren Nebenwurzeln, besonders aber in der Hauptwurzel sind sie in dem grössten Theile der Innenrinde so ausgebildet, dass man an ihnen keine Spur einer Entstehung aus Zellen nachweisen kann. Durch Maceration isolirt, stellen sie sich als vielfach und unregelmässig ästige und anastomosirende Röhren dar, die an zahllosen Stellen kürzere papillöse und längere astartige, meist rechtwinklig abgehende Hervortreibungen besitzen (Fig. 1), welche, wie man sich an Quer- und Längenschnitten durch die Wurzel überzeugen kann, in die Zwischenzellräume eindringen (Fig. 5 u. 6). Sie besitzen eine deutliche farblose aufgequollene hyaline Hülle, wenn man sie durch Kochen in Wasser isolirt hat. Dieselbe färbt sich durch Jod und Schwefelsäure blau und löst sich nach längerem Kochen in verdünnten Säuren und Alkalien auf. Bemerkenswerth ist, dass die kürzeren und selbst manche der längeren seitlichen Zweige sich nach der Maceration in kochendem Wasser als hüllenlos darstellen. Ich vermuthe daher und gestützt auf die Erscheinungen, welche ihre Hülle überhaupt bei der Behandlung mit kochendem Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien darbietet und auf die oben beschriebenen Eigen-

schaften der Intercellularsubstanz, resp. der primären Zellmembranen, dass diese letztere bei der Bildung der Verzweigungen eine ähnliche wichtige Rolle spiele, wie ich dies für Taraxacum und Podospermum (l. c. pag. 20 ff.) darzustellen bemüht war. Auch die vorwaltende Ausbildung dieser Verzweigungen gerade in jener Richtung, in welcher die Intercellularsubstanz am stärksten entwickelt ist, dürfte in dieser Beziehung als ein Umstand von besonderer Bedeutung anzusehen sein. Es gilt dieses vorzüglich von der Mittelrinde, in deren äussersten Partien man die grössten und zahlreichsten Verzweigungen antrifft. Hier aber entstehen die Milchsaftgefässe, wie man sich schon an Längenschnitten durch verschiedene Theile der Wurzel überzeugen kann, aus der Verschmelzung von senkrechten Parenchym-Zellreihen, wie bei den Convolvulaceen. Ein bemerkenswerther Unterschied scheint mir jedoch hier, abgesehen von der Anwesenheit der Astbildung, darin zu liegen, dass bei Campanula Trachelium (ähnlich wie bei Taraxacum, Podospernum und anderen Cichoraceen) in den sich entwickelten Milchsaftgefässen der Mittelrinde kein Innenschlauch nachweisbar ist, derselbe scheint hier vielmehr gleichzeitig mit dem Schwunde der Scheidewände in die Milchsaftbildung aufzugehen und nur die eigentliche Zellmembran zur Hülle der Milchsaftgefässe verwendet zu werden.

Der Milchsaft von Campanula Trachelium stellt eine granulöse Flüssigkeit dar, welche, sowie der Zelleninhalt, Zucker enthält; er ist zum Theile in Wasser und Alkohol löslich, seine Körnchen werden durch Farbstofflösungen gefärbt; durch Jod-Alkohol wird er in eine homogene goldgelbe Masse verwandelt.

Da in der Wurzel dieser Glockenblume in vielen Spiroiden und im obersten Theile derselben selbst in Holzfasern Milchsaft angetroffen wird; da dieses namentlich für die im innersten Theile des Holzkörpers befindlichen Elemente gilt, und da endlich in den daran grenzenden markständigen Siebröhrenbündeln Milchsaftgefässe, diese also in nächster Nachbarschaft der Holzelemente vorkommen: so glaubte ich hier, wo die Milchsaftorgane im Gegensatze zu jenen der Convolvulaceen reichliche Verzweigungen besitzen, ungleich leichter als dort eine Communication dieser Organe mit Elementen des Holzes auffinden und nachweisen zu können, um so mehr, als ich im obersten Theile der Wurzel von den markständigen Milchsaftgefässen aus, reichliche Verzweigungen gegen die zunächst gelegenen Holzelemente vordringen sah, in einer Weise, dass mir auf den ersten Anblick eine gegenseitige Verbindung zweifellos schien. Indess die

nähere sorgfältige Untersuchung solcher Stellen ergab auch hier ein negatives Resultat. Ich konnte keinerlei Communication auffinden. Ich will deshalb nicht behaupten, dass in gewissen Fällen eine derartige Verbindung nicht vorkomme, denn die so wahrheitsgetreue Darstellung Treculs scheint eben nicht aus der Luft gegriffen zu sein, und selbst Hanstein giebt das Vorkommen einer derartigen Verbindung zu (l. c. p. 66); sie aber als eine normale, gesetzmässige anzusehen, halte ich schon nach den wenigen hier mitgetheilten Beispielen für ungerechtfertigt. Wenn eine solche Verbindung wirklich vorkommt, so wird sie gewiss nur zufällig und nur bei solchen Pflanzen zu finden sein, welche verzweigte Milchsaftgefässe besitzen. —

Die Untersuchung anderer Campanulaceen und einiger Cichoraceen brachte mich zu demselben Resultate.

Die Wurzel von Campanula thyrsoidea Lin. (vom Schneeberg) zeigt im Baue eine grosse Aehnlichkeit mit C. Trachelium. Unter dem Periderm findet man eine Mittelrinde mit stark entwickelter Intercellularsubstanz und reichlichen Milchsaftgefässen, deren Stämme quer verlaufen. Dieselbe geht unmittelbar in das Gewebe der Innenrinde über, welche durch ihre ganze Breite eine Menge zu Gruppen vereinigter und durch häufige Queranastomosen verbundener Milchsaftgefässe besitzt. Einzelne der letztern stossen an Spiroiden an.

Das Holz ist locker und enthält in einem dünnwandigen langgestreckten Grundparenchym weite treppenartige, ziemlich langcylindrische Spiroiden, in denen ich nirgends Milchsaft beobachten konnte. Die Milchsaftgefässe sind bei dieser Glockenblume äusserst complicirt. Schon dicht unter dem Periderm bilden sie ein so dichtes Netzwerk, wie man es kaum verwickelter bei Cichoraceen finden kann. Durch kurzes Kochen im Wasser isolirt, erscheinen ihre Wände ungeheuer aufgequollen, hyalin, ganz in derselben Art wie bei C. Trachelium.

Die Wurzel von Campanula alpina Jacq. (vom Schneeberg) und jene von Campanula Cervicaria Lin. (aus Mähren) besitzt einen mit der Wurzel von C. thyrsoidea übereinstimmenden Bau und eine ganz gleiche Entwicklung der Milchsaftgefässe, nur enthält bei letzterer der Holzkörper zahlreiche weite netzförmige Spiroiden in einem dünnwandigen verholzten Grundparenchym. Die Wurzel von Campanula glomerata Lin. dagegen stimmt fast vollkommen mit C. Trachelium überein, nur sind die Milchsaftgefässe ungleich feiner und zumal in der Innenrinde nicht so stark und nicht so reich-

lich entwickelt wie bei dieser. Auch hier finden sich an der Markseite des Holzkörpers abgeschlossene Partien von Siebgewebe mit Milchsaftgefässen, wie bei C. Trachelium (o. p. 59).

Bei allen diesen Campanuleen, besonders deutlich und kolossal entwickelt bei C. thyrsoidea findet sich dicht unter dem Periderm ein Milchsaft-Gefässnetz, dessen querliegende starke Stämme, welche durch äusserst zahlreiche, mitunter höchst feine senkrechte Aeste anastomosiren, die Längsstämme der Milchsaftgefässe der übrigen Rinde unter rechten Winkeln kreuzen.

Der unterste Stengeltheil von Phyteuma spicatum Lin. (blühende Pflanze) zeigt am Querschnitte eine aus grossen tangential gestreckten Zellen zusammengesetzte Mittelrinde ohne Milchsaftgefässe. Eine deutlich erkennbare Stärkeschicht trennt die Mittelrinde von der Innenrinde, welche wie bei den Campanuleen reichliche Milchsaft-Gefässgruppen enthält. Der Holzkörper besteht im äusseren Theile aus radial gereihten ziemlich dickwandigen Holzzellen mit spärlichen nicht sehr weiten Spiroiden, im inneren Theile aus einem kleinzelligen zartwandigen Gewebe mit radialen Gruppen, häufig mit Milchsaft gefüllten Spiroiden. Im Umfange des weiten, aus dünnwandigen Zellen zusammengesetzten Markes findet sich ein starker Ring cylindrischer verholzter grobporöser Zellen.

Die Wurzel hat einen ähnlichen Bau, wie C. Trachelium. Die engen Spiroiden stehen zerstreut in einem dünnwandigen, radial gereihten Grundparenchym. Sowohl die Mittel- als die Innenrinde besitzt äusserst zahlreiche Milchsaftgefässe mit starken Hauptstämmen, die im übrigen das gleiche Verhalten zeigen, wie jene der Campanuleen.

Bei Phyteuma orbiculare Lin. (blühende Pflanze) sind alle Elemente kleiner, die Rinde ist breiter, der Holzkörper dichter.

Einen mit C. Trachelium gleichfalls übereinstimmenden Rindenbau zeigt die Wurzel von Specularia hybrida DC. (blühende Pflanze). Die meisten Milchsaftgefässe finden sich hier im äusseren Theile der Innenrinde, doch rücken einzelne selbst bis an den Holzkörper vor. Dieser ist breit und dicht und enthält radial gereihte dickwandige Holzzellen, nicht weite Spiroiden und eine Zelle breite Markstrahlen. Zahlreiche Spiroiden, besonders im innersten Theile des Holzkörpers sind mit Milchsaft gefüllt. Das Centrum ist resorbirt.

Der Stengel von Symphyandra pendula DC. (blühende Pflanze) besitzt bloss in der stark entwickelten Innenrinde Milchsaftgefässe, die in den Stengelknoten, da wo ein Markstrahl geöffnet ist, hie und

da in diesen eindringen, ohne sich jedoch weit verfolgen zu lassen, und ohne irgend welche nachweisbare Communication mit den Elementen des Holzes zu zeigen, obwohl diese nicht selten mit Milchsaft gefüllt sind. Das Mark, welches aus verholzten porösen Zellen besteht, enthält keine Milchsaftgefässe, dagegen lassen sich an der Markseite des dichten Holzkörpers da, wo in einem dünnwandigen Gewebe Gruppen von Spiralgefässen stehen, stellenweise Milchsaft-Gefässbündel auffinden.

Die Milchsaftgefässe der beiden zuletzt besprochenen Pflanzen stimmen in ihren Eigenschaften mit jenen der übrigen Campanulaceen überein, obwohl sie im Ganzen keine so excessive Zweig- und Anastomosenbildung bemerken lassen. —

Die Wurzel von Crepis tingitana (?) (blühende Pflanze) zeigt unter dem Periderm eine Mittelrinde aus dünnwandigen, tangential gestreckten Zellen, im inneren Theile mit lufterfüllten Interstitien, im äusseren Theile mit zahlreichen, von Intercellularsubstanz begleiteten Milchsaftgefässen. Die Innenrinde, viel stärker als die Mittelrinde, besteht aus Bast- und Parenchymstrahlen. Erstere enthalten durch Parenchym gesonderte, von Siebröhren begleitete Milchsaft-Gefässbündel; letztere sind Fortsetzungen des äusseren Rindenparenchyms. Der centrale, von einer schwachen Cambiumlage umgebene Holzkern besteht aus radial gereihten Elementen, Holzzellen und zahlreichen Spiroiden, die durch meist mehrzellige Markstrahlen in ziemlich breite Holzkeile abgetheilt sind. Milchsaft findet sich im Holzkörper nicht.

Die Milchsaftgefässe zeigen in den Stengelknoten ausserordentlich reichliche seitliche Hervorragungen und Zweige, welche in radialer und tangentialer Richtung anastomosiren; in den Internodien dagegen sind sie fast ganz glatt, mit seltenen Aesten, wodurch sie einigermaassen jenen der Euphorbiaceen ähnlich sind. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,003—0,0048 W. L.

Der Stengel von Lactuca sativa Lin. (blühende Pflanze) zeigt am Querschnitte unter der Oberhaut eine aus wenigen Lagen tangential gestreckter rundlicher Zellen bestehende Mittelrinde (R = 0,006; T = 0,012—0,015 W. L.), die durch eine Art Kernscheide (Stärkeschicht?) aus stark tangential gestreckten Zellen (R = 0,006; T = 0,018 W. L.) von der Innenrinde gesondert wird. Diese letztere ist ein gleichförmiges Gewebe von Siebröhren und Siebparenchym, worin im äusseren Theile grössere, im inneren Theile kleinere Milchsaftgefäss-Gruppen ordnungslos eingestreut vorkommen.

Die Holzbündel bestehen aus ziemlich dickwandigen, radial gereihten Holzzellen und reichlichen weiten Spiroiden; die ins Mark vorspringenden stärkeren Holzbündel sind auf ihrer Innenseite mit einer Partie Siebgewebe mit Milchsaftgefässen versehen. Zwischen den Holzbündeln finden sich bald breite, bald schmale, bis 1 Zelle breite Markstrahlen. Das Mark ist ein schlaffes dünnwandiges weitzelliges Parenchym.

In der Wurzel wird die Mittelrinde von einem stark entwickelten weitzelligen Parenchym gebildet (R = 0,012; T = bis 0,03 W. L.), worin zahlreiche starke Milchsaftgefäss-Stämme vorkommen. Die Innenrinde, fast 2 mal so stark als die Mittelrinde, besteht aus wechselnden Bast- und Parenchymstrahlen, von denen die ersteren aus Siebgewebe mit zahlreichen Milchsaftgefäss-Bündeln, die letzteren aus dünnwandigen Parenchymzellen zusammengesetzt werden, welche lufterfüllte Interstitien zeigen und in das Gewebe der Mittelrinde übergehen. Die Holzbündel enthalten nicht dickwandige Holzzellen, weite Spiroiden und 2 bis mehr Zellen breite Markstrahlen. Je 2 oder mehr Holzbündel sind an ihrer Markseite vereinigt und besitzen daselbst, von Siebgewebe umgeben, Gruppen von Spiralgefässen und Milchsaftgefäss-Bündel.

Das Mark ist jenem des Stengels entsprechend.

Die Milchsaftgefässe von Lactuca sativa zeigen alle Charaktere jener der meisten anderen Cichoriaceen, z. B. von Taraxacum. Sie haben einen Durchmesser von 0,003—0,012 W. L. und sind stets von reichlich entwickelter Intercellularsubstanz umgeben, welche, wenigstens in der Wurzel, alle jene Eigenschaften besitzt, wie ich sie von jenen der Wurzel von Taraxacum, Podospermum, Campanula etc. dargestellt habe.

Jene der Innenrinde anastomosiren vorwaltend in radialer Richtung und stehen weder mit den Milchsaftgefäss-Stämmen der Mittelrinde, noch mit jenen der Markseite der Holzbündel in Verbindung. Die letzteren bilden für sich abgeschlossene Stränge, welche dort, wo ein Markstrahl in eine Nebenwurzel sich öffnet, mit den analogen Milchssaftorganen dieser letztern in Verbindung treten. Nirgends konnte ich hier eine Verbindung dieser Gefässe mit Elementen des Holzes nachweisen, obwohl in der Wurzel die markständigen Milchsaftgefässe ganz nahe an den Spiralgefässen stehen, von denen die meisten selbst mit Milchsaft gefüllt sind.

Verzeichniss der untersuchten Pflanzen.

Acer platanoides Lin.
Argemone mexicana Lin.
Asclepias Cornuti DC.
——— currassavica Lin.
Broussonetia papyrifera Vent.
Calystegia sepium R. Br.
——— Soldanella R. Br.
Campanula alpina Jacq.
——— Cervicaria Lin.
——— glomerata Lin.
——— thyrsoidea Lin.
——— Trachelium Lin.
Convolvulus sicculus Lin.
——— tricolor Lin.
Crepis tingitana.
Eschscholtzia californica Chms.
Euphorbia Characias Lin.
——— Gerardiana Jacq.
——— Lathyris Lin.
——— portlandica Lin.
——— prunifolia Jacq.
——— Wulfenii Hopp.
Ficus benghalensis Lin.
—— Carica Lin.
—— stipulata Thbg.
Gomphocarpus angustifolius Link.
Hippomane Mancinella Lin.
Hura crepitans Lin.
Ipomaea coptica Roth.
——— Turpethum R. Br.

Lactuca sativa Lin.
Lobelia fulgens Willd.
——— urens Lin.
Morus nigra Lin.
Pharbitis hispida Chois.
Phyteuma orbiculare Lin.
——— spicatum Lin.
Specularia hybrida DC.
Stilephorum cambricum Spr.
Symphyandra pendula DC.

Tafelerklärung.

Fig. 1—7. Campanula Trachelium (Wurzel).

Fig. 1. Partie des Milchsaft-Gefässsystems aus der Rinde.

Fig. 2. Partie eines Längenschnittes aus der Mittelrinde.

Fig. 3. Partie eines Querschnittes aus der Mittelrinde. ll Milchsaftgefäss.

Fig. 4. Theil des Querschnittes durch die Innenrinde. ll Milchsaftgefässe; ss Siebröhren; pp Parenchym.

Fig. 5. Längenschnitt aus der Mittelrinde unter Wasser, mit aufgequollener Intercellularsubstanz und zahlreichen darin liegenden durchschnittenen Milchsaft-Gefässästen.

Fig. 6. Partie eines Längenschnittes. In jeder Zelle liegt ein Zellkern mit angeheftetem stabförmigen Körper (pag. 60).

Fig. 7. Derartige Zellkerne mit dem Stabkörperchen isolirt dargestellt.

Fig. 8—11. Calystegia sepium (Wurzel).

Fig. 8. Parenchymzell-Complexe; die Zellen zum Theil in Fusion.

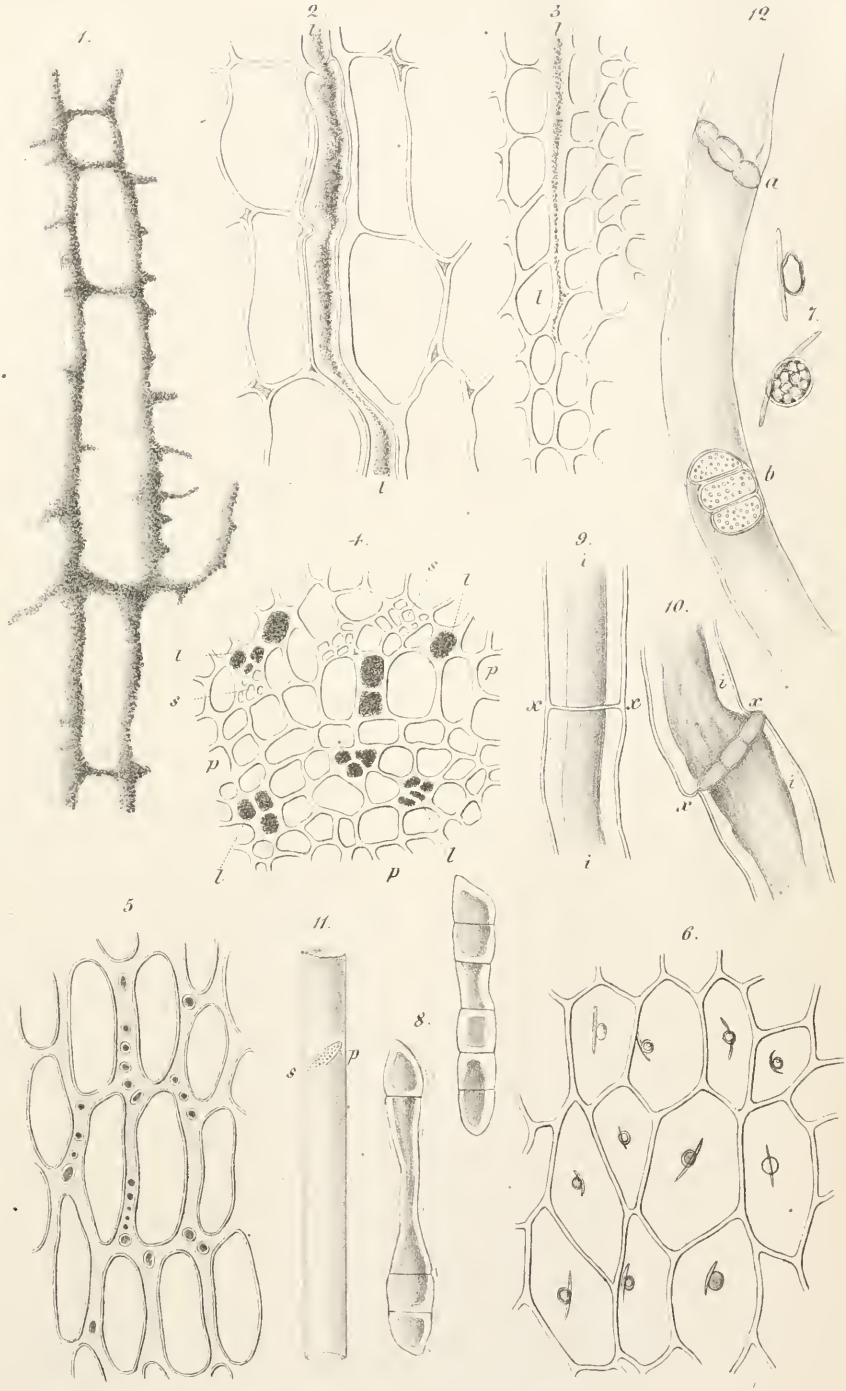
Fig. 9. Stück eines Milchsaftgefässes. Der Innenschlauch (ii) setzt sich ununterbrochen durch die Querscheidewand (xx) fort.

Fig. 10. Stück einer Siebröhre. Der Innenschlauch (ii) setzt sich an den Verdickungspolster (xx) fest.

Fig. 11. Stück eines Milchsaftgefässes. Die noch vorhandene Siebplatte (sp) deutet seine Entstehung aus Siebröhren an.

Fig. 12. Siebröhre aus der Turbithwurzel. a Verdickungspolster. b Siebplatte.

Wien im August 1865.



Vogl ad nat. del. C. Lane lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik

Jahr/Year: 1866-1867

Band/Volume: 5

Autor(en)/Author(s): Vogl August Emil von Fernheim

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntniss der Milchsaftorgane der Pflanzen. 31-71