© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Beiträge
zur
Anatomie und Histologie
der unterirdischen Theile von
Convolvulus arvensis Linné.

Von

Dr. August Vogl,

Assistent beim Lehrfache der Botanik an der k. k. Josefsakademie.

Mit drei Tafeln (Tab. VI—VIII).

Vorgelegt in der Sitzung vom 4. März 1863.

Welche Zellen sind es, die sich theilen und in welcher Richtung findet die Theilung statt, das sind die Angeln, um die sich wesentlich die anatomische und morphologische Beschaffenheit der Pflanzentheile dreht. *(Naegeli.)*

Einleitung.

Wenn ich zum Gegenstande einer speciellen Untersuchung die unterirdischen Theile einer Pflanze wähle, welche gerade nicht zu den Seltenheiten unserer heimischen Flor gehört, und eben darum vom Botaniker wenig beachtet wird, während sie dem Landwirth und Gartenfreund viel Verdruss und gar manche Verlegenheiten bereitet; so möge mich der Umstand rechtfertigen, dass ich mit der näheren anatomischen und histologischen Untersuchung der für die Heilkunde wichtigen Convolvulaceen beschäftigt, für dieselbe unter unseren einheimischen Windengewächsen nach einem Ausgangspunkte suchte. Die Wahl war natürlich nicht schwer, da wir von dieser in den warmen Gegenden der Erde so reichlich vorhandenen Pflanzenfamilie so zu sagen nur zwei einheimische Arten besitzen, die gemeine Ackerwinde (*Convolvulus arvensis* Lin.) und die Zaunwinde (*Calystegia sepium* R. Brown.) Von beiden empfahl sich erstere durch die leichte Zugänglichkeit und die Möglichkeit der Beischaffung eines reichlichen Unter-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

suchungsmaterials. Mehr oder weniger reich an einem Milchsaft, der mehrere, vielleicht nahe verwandte purgirend wirkende Harze enthält, sind gewisse Convolvulaceen durch diese Eigenschaft in der Medicin sowohl, wie in weiteren Kreisen allbekannt. Auch unsere Ackerwinde gehört zu den milchenden, purgirend wirkenden Convolvulaceen, und ihre oberirdischen Theile standen als *Herba Convolvuli minoris* zu einer Zeit im Gebrauche, bevor noch die verschiedenen Jalapa-Droguen in der Medicin die herrschenden Abführmittel wurden.

Der Milchsaft nun, der Träger der wirksamen Stoffe, findet sich zunächst am reichlichsten in den unterirdischen Theilen, der Wurzel und den in dieser Pflanzenfamilie wie es scheint sehr häufig vorkommenden unterirdischen Sprossen. Letztere zeigen besonders bei *Convolvulus arvensis* einige morphologische Eigenthümlichkeiten, indem sie zum grossen Theile aus Adventivknospen der Wurzel entspringen. Der eigentlichen anatomischen Untersuchung schicke ich desshalb eine kurze morphologische Betrachtung der unterirdischen Theile voran. Da bereits Thilo Irmisch[1]) darüber ausführlich berichtet hat, so fasste ich mich hiebei so kurz als möglich, und suchte namentlich alle jene Merkmale hervorzuheben, die einem etwaigen pharmakognostischen Interesse von Nutzen sein könnten.

Der darauf folgende Abschnitt umfasst meine eigentliche Aufgabe, die Untersuchung des anatomischen Baues der betreffenden Theile im allgemeinen sowie ihrer näheren Structur. Zum Behufe derselben liess ich, nachdem ich schon im Sommer des verflossenen Jahres hierher bezügliche Untersuchungen gemacht hatte, im Herbste und später im Winter Monat für Monat grosse Partien von *Convolvulus arvensis* herausheben. Der diessmal so auffallend milde Winter war meinem Unternehmen sehr günstig. Der anatomische Bau wurde an Längen-, Tangential- und Querschnitten an allen möglichen Stellen und an den verschiedenartigsten Stöcken studiert. Die Resultate dieser Untersuchung enthält die erste Abtheilung dieses Abschnittes; die sich hier bietende Gelegenheit benützte ich zur Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Wurzeladventivknospe.

Zur genauen Erschliessung der histologischen Verhältnisse wendete ich neben der Maceration durch Fäulniss jene durch Kochen im Wasser, durch Kochen in Kalilauge und durch die Schulze'sche Methode an. Die Maceration durch Fäulniss und jene durch anhaltendes Kochen im Wasser gibt über die Structurverhältnisse der Rinde den besten Aufschluss; zur Isolirung der Gefässbündelelemente ist das Verfahren nach Schulze nothwendig.

Die auf diese Art isolirten Gewebe und Gewebstheile prüfte ich mit allen möglichen mikrochemischen Reagentien, wobei ich ein besonderes Augenmerk auf die in dieser Richtung gemachten neuesten Entdeckungen hatte.

---

[1]) Botanische Zeitung. 1857.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Ich ging hiebei die einzelnen anatomischen Systeme der Reihe nach durch und theile auch in dieser Art die gewonnenen Resultate in einer besonderen Abtheilung mit. Viel des Interessanten bot sich hier dar.

Zu meinem Vorhaben standen in nächster Beziehung vor allem die Behälter des Milchsaftes. Diese Gebilde, über deren Entstehung trotz der zahlreichen Arbeiten der tüchtigsten Pflanzenanatomen und trotz der hierüber geführten endlosen Controversen, noch immer nicht die Acten geschlossen sind, wie schon der Umstand beweist, dass erst in jüngster Zeit die Harlemer Gesellschaft auf die endgiltige Entscheidung der Frage nach der Entstehung der Milchsaftgefässe einen Preis setzte; zeigen hier sehr einfache Verhältnisse und gestatten eine leichte Uebersicht ihrer Entwicklungsgeschichte. Das Studium derselben war aber nicht möglich, ohne damit jene der verschiedenen Fasergebilde der Rinde zu verbinden. Von diesen sind besonders die Baströhren dadurch bemerkenswerth, dass sie von gewisser Seite her mit den Milchsaftgefässen identificirt werden. Es lag daher nahe, auch die Entwicklungsgeschichte der Baströhren auf das sorgfältigste zu untersuchen. Ich kam hiebei zu einem Resultate, welches mit den gegenwärtig allgemein verbreiteten Ansichten über die Entstehung dieser Gewerbsform geradezu im Widerspruche steht und einer alten, von allen Seiten bekämpften Anschauung das Wort redet.

Da die Milchsaftgefässe zum Theile auch in naher Beziehung zur Parenchymzelle stehen, so unterzog ich auch diese einer näheren Untersuchung. Hier war es namentlich der Inhalt, der meine Aufmerksamkeit in Anspruch nahm und da meine Untersuchungen sich über den grössten Theil des Jahres ausdehnten, so war es mir möglich durch Berücksichtigung der Veränderungen vor allem der geformten Bestandtheile desselben, auch einige, obwohl nur lückenhafte Beiträge der Pflanzenphysiologie zu liefern.

Etwas ferner lag mir die nähere Betrachtung der verschiedenen Elemente der Gefässbündel und deren Entwicklungsgeschichte; doch suchte ich alles zu berücksichtigen, soweit meine Kräfte es gestatteten.

Durch die auf diesem Wege ausgeführte Untersuchung kam ich zunächst zu einer klaren Anschauung jener Gesetze, welche die Entstehung und Entwicklung eines Gewebes, welche das Wachsthum der Pflanzentheile beherrschen. Und wenn ich schliesslich diese für die untersuchten Theile von *Convolvulus arvensis* zu entwickeln versuchte, so mögen dadurch jene Worte gerechtfertigt erscheinen, welche ich, einem bekannten, eben so klaren als geistreichen Vortrage Nägeli's[1]) entnommen, meiner Arbeit voransetzte.

Meine Untersuchungen führten mich aber auch zu Resultaten, die, vielleicht nicht ganz ohne Werth, auch einige allgemeine Schlüsse für die Anotomie und Histologie der Pflanzen erlauben. Diese suchte ich am Schlusse meiner Arbeit kurz zusammenzufassen.

---

[1]) C. Nägeli, die Bewegung im Pflanzenreiche. 1860.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Dadurch, und weil ich das Geschene so treu als möglich zu beschreiben, vorurtheilsfrei zu deuten und durch Zeichnung anschaulich zu machen suchte, glaube ich hoffen zu können, dass diese kleine Arbeit als das aufgenommen werde, wozu sie bestimmt ist, als bescheidener Beitrag zur Anatomie und Histologie der Gewächse.

Schliesslich erlaube ich mir die Bemerkung, dass die beigefügten Zeichnungen zum Theile mit Hilfe des Sömmering'schen Spiegels, zum Theile aus freier Hand aufgenommen wurden. Leider war ich bei der Herausgabe derselben nur auf bescheidene Grenzen angewiesen. Die Messungen wurden mittelst Glasmikrometer vorgenommen; wenn sie auch auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch machen, se erlauben sie doch leicht relative Vergleichungen. Bei der Untersuchung überhaupt bediente ich mich bloss Plössl'scher Instrumente, von diesen sind besonders die neuesten, von mittlerer Grösse, durch die grosse Kraft ihrer Auflösung ausgezeichnet. Von den untersuchten Pflanzentheilen bewahre ich zahlreiche mikroskopische Präparate auf; als Verschlussmittel bei Anfertigung derselben finde ich ganz vorzüglich eine dicke Lösung von feinem Siegellack in Alkohol.

I. Morphologisches.

Das unterirdische Achsensystem unserer gemeinen Ackerwinde ist sehr complicirt und schwer in eine kurze treffende Beschreibung zusammenzufassen. Man muss weithin den Boden aufwühlen, um sämmtliche, einer einzigen Pflanze zugehörige unterirdische Theile in ihrer natürlichen Verbindung zu erhalten. Dieses ist besonders auf Culturflächen: in Gärten und auf Aeckern der Fall, wo die Entwicklung der Pflanze fortwährenden Störungen unterworfen ist, während an Rainen und Wegrändern, wo zu der ungestörten Entwicklung noch der durch die mehr weniger dichte Grasdecke gebotene Schutz gegen die Winterkälte hinzukommt, sich die Verhältnisse auch einfacher gestalten.

In solchen Fällen, sowie überhaupt bei jungen Pflanzen findet man eine sich mehr weniger verästelnde, sehr tief senkrecht in den Grund dringende, höchstens 1 W. L. dicke, in der Regel cylindrische, seltener nach abwärts sich verjüngende Hauptwurzel, die bald reichlicher, bald sparsamer mit sehr dünnen und ästigen Nebenwurzeln besetzt ist. Aus ihrem oberen, etwas verdickten Ende entspringen mehrere Sprosse, die in senkrechter oder schiefer Richtung zur Oberfläche gelangen und oberirdische Achsen entwickeln.

Bei älteren Pflanzen, namentlich auf bebautem Lande, bildet die Hauptwurzel, in der Regel tief im Grunde bald senkrecht, bald schief, bald horizontal liegend, gleichsam einen Hauptstock, von dem theils Nebenwur-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

zeln, theils Sprosse ausgehen, die wiederum Ausgangspunkte neuer Sprossen- und Wurzelbildung sind.

Dieser Hauptstock, — wenn ich diese Bezeichnung bloss des leichteren Verständnisses wegen gebrauchen darf — unterscheidet sich schon durch seine Stärke und Farbe von den aus ihm entspringenden Sprossen. Selten ist er gestreckt, meist gekrümmt und gebogen; seine Krümmungen zuweilen wurmförmig in einander geschlungen. Gewöhnlich ist seine Länge nicht bedeutend, 4 Zoll bis 1 Fuss; seine Dicke etwa 2 W. L., die grösste Dicke, die ich finden konnte, betrug 3 W. L. Auf seiner Oberfläche, welche braun und wie sammtartig erscheint, finden sich zahlreiche Adventivknospen in allen möglichen Entwicklungsstufen. Dieselben sind namentlich auf der einen Seite häufiger und oft stehen hier zwei oder drei in geringeren Distanzen beisammen. Auf Ende December des verflossenen Jahres ausgegrabenen Stöcken fand ich bloss stumpfe, halbkugelige Erhebungen der Wurzeloberfläche, Mitte Jänner dieses Jahres waren schon einzelne Knospen aus der Rinde hervorgebrochen und Anfangs Februar zeigten sich bereits einzelne davon zu kurzen Trieben entwickelt.

Durch diese unentwickelten Adventivknospen erhält der Stock ein eigenthümliches holperiges Aussehen, das an eine sogenante Radix dentata erinnert.

An seinem oberen Ende ist der Hauptstock verbreitert und entsendet von hier aus, ähnlich einer radix multiceps in verschiedener Anzahl aufsteigende Sprosse.

Diese sind langgestreckt, gewöhnlich über 1 Schuh lang, schlängelig gebogen, blassgelblich, ohne oder mit sparsamen Nebenwurzeln, dagegen mit spiralständigen, in Distanzen von $1/2$ — 1 Zoll und darüber auf einander folgenden konischen, von stumpfen Niederblättern gestützten Knospen versehen. Sie sind bald einfach, und erzeugen an ihrem oberen Ende zahlreiche Knospen und oberirdische Achsen, oder ästig, wo dann jeder Ast sich an seinem oberen Ende wie der Muttersprossverhält. An älteren Sprossen findet man neben den eigentlichen Knospen auch Adventivknospen, die selbst an Nebenwurzeln auftreten. Durch diese excessive Knospenbildung, die sowohl an Wurzel-, als auch an unterirdischen Achsentheilen vorkommt, vermehrt und erneuert sich ganz vorzüglich unsere Ackerwinde Jahr für Jahr, wie dieses Thilo Irmisch[1]) nachgewiesen hat und diese Reproduktionsweise, wodurch eine so mächtig ausgedehnte unterirdische Sprossfolge ausgebildet wird, aus welcher nur als letzte Generation die mit Blättern und Blüthen gezierten Stengel sich über die Erdoberfläche erhehen, ist auch die Ursache ihrer immensen Verbreitung im kultivirten Lande und der grossen Hartnäckigkeit, womit sie der Ausrottung widersteht. Durch einfaches Umgraben des Bodens, ohne sorgfältige Entfernung aller freigelegten Theile, wird die Entwicklung und namentlich Ausbreitung dieser Pflanze

[1]) Bot. Zeit. 1857. Ueber Keimung und Erneuerungsweise von *Convolvulus sepium* und *arvensis*.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

eher gefördert und selbst bei noch so sorgsamer Entfernung aller ausgegrabenen unterirdischen Theile ist die Garantie einer erfolgreichen Vernichtung derselben nicht gegeben, da einerseits gewiss einzelne Theile sich dem Auge entziehen, andererseits der Spaten nicht bis zu jener Tiefe reicht, wo noch einzelne Reste tief verborgen liegen. Und doch genügt ein kleines Würzelchen oder ein Stückchen eines Sprosses, um nächstens wieder neue Sprosse in und über dem Boden zu erzeugen.

Die jüngeren Sprosse und Wurzeln sind im frischen Zustande saftig und fleischig; auf Querschnitten von selbst im Winter gesammelten Stücken dringt eine nicht unbedeutende Menge eines weissen, süsslich schmeckenden, etwas klebrigen, sauer reagirenden Milchsaftes hervor. Getrocknet schrumpfen sie sehr bedeutend ein; die Oberfläche der Wurzeln wird der Länge nach, die der Sprosse spiralig gerunzelt. Durch das Trocknen werden die Theile sehr brüchig, die im Herbste und Winter gesammelten am Bruche eben, mehlig. Im Alter werden sowohl die Hauptwurzel als auch einzelne Sprosse holzig.

Mehrere Stunden lang gekocht und dann der Luft ausgesetzt, färben sich sämmtliche Rindenpartien blau; das Kochwasser, anfangs farblos nimmt eine olivengrüne Färbung an und schmeckt auffallend süss. Mit Säuren versetzt, gibt es eine schön burgunderrothe Flüssigkeit; bei Neutralisation durch Alkalien kehrt die grüne Färbung sogleich wieder.

II. Anatomie.

A. Anatomischer Bau im Allgemeinen.

Untersucht man den Querschnitt knospenfreier Stellen der Wurzel- und Sprossentheile, so bemerkt man schon mit unbewaffnetem Auge, besonders deutlich nach Befeuchtung mit Jodsolution, von einem feinen braunen Streifen eingefasst, eine etwa $1/3$ — $1/2$ W. L. breite, durch Jodsolution violett werdende Rinde, die einen im Durchmesser etwa $3/4$ — 1 W. L. betragenden gelben, kreisrunden, elipsoidischen oder abgerundet-fünflappigen Holzkörper einschliesst, dessen Gefässöffnungen mit der Loupe sehr deutlich sichtbar sind. Mit Hilfe dieser erkennt man auch in der Mitte des Holzringes einen verschieden entwickelten Markkörper.

Betrachtet man dünne Querschnitte bei schwacher, etwa 20fachen Vergrösserung, so findet man bei der Wurzel an Stellen, wo keine Adventivknospen entspringen oder Nebenwurzeln abgehen, einen kreisrunden oder abgerundet fünflappigen Holzkörper, der 5 — 6 und mehr Reihen weiter Gefässöffnungen enthält und ein sehr regelmässig in 5 breite Markstrahlen auslaufendes Markgewebe einschliesst. Diese Markstrahlen verschmälern sich während sie den Holzkörper durchdringen rasch und enden fast unmerklich werdend an dessen äusserem Rande. In ihrer breiten Mündung im

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Marke liegen in einer radialen Reihe mehrere (4 — 5) nach innen zu an Weite zunehmende Gefässöffnungen. Durch diese Anordnung erscheint der Holzkörper in 5 regelmässige, gleich grosse, abgerundet keilförmige Portionen getheilt.

An der Ursprungsstelle einer Knospe oder einer Nebenwurzel ist ein oder sind 2 — 3 auf einander folgende Markstrahlen mehr weniger auffallend verbreitert, bald nach aussen geöffnet, bald nach innen zu erweitert, dadurch die von ihnen getrennten Holzkeile ganz unregelmässig am Querschnitte vertheilt, indem 3 oder 4 von den regelmässigen, nach aussen im Holzkörper sich verlierenden Markstrahlen durchsetzt, vereinigt sind, während die eine oder die zwei andern Holzportionen, gewöhnlich stark verschmälert oder ganz unregelmässig gestaltet, zwischen den erweiterten Markstrahlen liegen, deren Gewebe sich in jenes der Knospe fortsetzt.

Ich habe die Entwicklungsweise der Adventivknospen sorgfältig studiert und theile hier in Kürze die gefundenen Resultate mit.

Wie schon früher erwähnt, liegen die Adventivknospen oft dicht beisammen, jedoch wie es scheint, niemals zwei auf gleicher Höhe, in der Regel auf der einen Wurzelseite häufiger und gedrängter. Durch Querschnitte überzeugt man sich bald, dass jedesmal der Ursprungsort einer Knospe einem Markstrahle entspricht, ein Verhältniss, welches schon Th Irmisch[1]) vermuthet und auf welches auch H. W. Reichardt be *Linaria genistifolia* Mill. [2]) aufmerksam macht.

Hat man den Schnitt mitten durch eine Knospe geführt, so findet man den betreffenden Markstrahl nach aussen unverhältnissmässig weit geöffnet und mit seinem Gewebe in jenes der Knospe übergehen. Sind keine weiteren Knospen in der Nähe, so sind die andern 4 Markstrahlen nach aussen geschlossen. Stehen dagegen solche nahe an der durchschnittenen Knospe, so sind auch die angrenzenden Markstrahlen mehr weniger erweitert. Es scheint hier überhaupt als Gesetz zu gelten, dass drei auf einander folgende Adventivknospen auch drei aufeinander folgenden Markstrahlen entsprechen. Denn führt man bei drei nahe beisamen stehenden Knospen den Schnitt durch die mittlere derselben, so findet man am Querschitte den dieser Knospe entsprechenden Markstrahl am breitesten und sein Gewebe setzt sich direkt in jenes der Knospe fort. Die beiden benachbarten Markstrahlen sind ebenfalls geöffnet und verbreitert, aber in Beziehung auf einander in entgegengesetztem Sinne, so zwar, dass derjenige Markstrahl, welcher der tiefer stehenden Knospe entspricht, nach aussen erweitert, der andere, der höher liegenden Knospe entsprechende, in demselben Sinne verengert ist.

Ein Tangentialschnitt, durch den Ursprungsort einer Knospe geführt, zeigt deutlich, dass hier die Gefässbündel der Wurzel zu einer oben und

[1]) a. a. O.

[2]) Verhandlungen des zool.-bot. Vereins. VII. 1857. p. 238.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

unten sich verengenden Schlinge auseinander treten, durch deren Mitte die Gefässbündel der Knospe in zur Längenachse der Wurzel senkrechten Richtung gegen das Mark hin ziehen. Durch diese Thatsache ist das oben erwähnte Verhalten der Markstrahlen leicht erklärlich. Fig. 11 auf Taf. VI. mag in schematischer Darstellung die Sache anschaulich machen, wobei AB die Linie der Schnittführung angibt. Man sieht, dass die seitlichen Schlingen wovon uu der tieferen, oo der höheren Knospe entspricht, von dem Schnitte in entgegengesetztem Sinne getroffen werden.

Mit diesen Verhältnissen im engsten Zusammenhange steht die Entwicklungsgeschichte der Adventivknospe.

Da jederzeit, besonders aber an im Winter gesammelten Wurzeln alle möglichen Entwicklungsstufen der Adventivknospen, gewöhnlich an einem und demselben Stocke zu finden sind, so ist es nicht schwierig, die Entwicklungsreihe zusammenzustellen und zu übersehen.

Oft trifft man an Längen- oder Querschnitten ganz zufällig auf die ersten Entwicklungzustände der Knospe, da, wo äusserlich noch gar keine Erhebung der Wurzeloberfläche zu sehen ist. Man findet da im Parenchym der Mittelrinde eine mehr weniger kuglige oder eiförmige Partie von durchaus gleichartigen, sehr kleinen, 0,003 — 0,007 W. L. im Durchmesser betragenden, dünnwandigen mit Proteinstoffen gefüllten Zellen, die sowohl durch ihre Grösse, als auch durch ihren Inhalt sich sehr auffallend von den sie umgebenden grossen und dickwandigen Stärkmehl führenden Zellen unterscheiden. Sie sind offenbar durch Verflüssigung und Umwandlung des Inhalts und darauffolgende Theilung nach allen möglichen Richtungen des Raumes aus letzteren hervorgegangen.

Diese kuglige Zellenmasse hängt durchaus nicht mit dem Cambium der Wurzel zusammen, ist sogar von diesem durch das Gewebe der Innenrinde getrennt.

Zunächst nimmt nun diese erste Knospenanlage allenthalben im Umfange zu, wie es scheint, durch weitere Zelltheilung, zugleich aber auch auf Kosten der äussern Schichten der Innenrinde. Dadurch wird die Knospe an dem gegen das Centrum der Wurzel gewendeten Theile verbreitert, während der nach aussen gewendete Theil sich zuspitzt. Ein weiteres Stadium bezeichnet die Sonderung von verschiedenen Gewebsformen innerhalb der ersten Knospenanlage. Während die Zellen an der Spitze in dem ursprünglichen Zustande verharren, strecken sich sämmtliche andere Zellen etwas; jene der äusseren Region und der Mitte theilen sich alsbald wieder nach allen möglichen Richtungen, die äusserste Zellenschicht wird etwas abgeplattet, ihre Zellen am Querschnitte fast quadratisch; die zwischen der äusseren Schichte und der Mitte liegenden Zellen fahren inzwischen fort sich zu strecken, zugleich tritt in ihnen Längstheilung ein; in einzelnen derselben sieht man jetzt schon das Entstehen der Spiralfaser. Während dessen waren unterhalb der Knospenspitze zwei oder mehrere Blätter entstanden,

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

die am Längenschnitte durch die Knospe sichelförmig gebogen die Knospenspitze decken. Um diese Zeit tritt schon die Knospe als stumpfer Höcker an der Wurzeloberfläche hervor.

Auf einer nächsten Stufe haben sich schon die Gefässbündelstränge schärfer geschieden und lassen leicht Rinde vom Mark unterscheiden. Die äusserste Zellenlage tritt deutlich als Epidermis hervor und begrenzt sehr scharf die Knospe von dem umgebenden Parenchym der Wurzelrinde. Inzwischen hat auch die Knospenbasis an Ausdehnung zugenommen und ist bis an die Cambialschicht der Wurzel vorgedrungen, deren Gewebe konvergirend in das Knospencambium übergeht, während die Innenrinde der Wurzel sich in jene der Knospe fortsetzt. Die Epidermis der Knospe endet am Aussenrande der Innenrinde der Wurzel.

Während die angelegte Knospe nun nach aussen sich streckt und weiter fortbildet, öffnet sich der ihr entsprechende Markstrahl, wohl dadurch, dass seine Zellen sich durch Theilung in tangentialer Richtung vermehren und die angrenzenden Gefässbündel auf die Seite drängen, vielleicht auch durch Umwandlung der an den Markstrahl grenzenden Elemente der Holzbündel. Dadurch tritt das Markstrahlgewebe in Verbindung mit dem Gewebe der Knospenbasis, es streckt sich aber zugleich in radialer Richtung. Von dem Cambium der Markscheide aus geht die Bildung von Cambialzellen und aus diesen entstehenden Gefässzellen nach aussen hin im Markstrahle vorwärts; die so entstandenen Gefässbündelstränge des Markstrahls setzen sich schliesslich mit jenen der Knospe in Verbindung. Diese die Gefässbündel der Knospe mit der Markscheide der Wurzel verbindenden Gefässbündel erscheinen am Querschnitt in der Mündung des Markstrahls im Marke. (p. 263).

Indem die angelegten Gewebe der Knospe sich theils strecken, theils durch Theilung weiter bilden, erfolgt endlich das Hervorbrechen der Knospe aus dem Periderm der Wurzel, welches dieselbe in Form eines Schlitzes umgibt. (Taf. VI Fig. 2, A und B). Anfangs ragt die Knospe aus diesem als stumpfe Warze hervor, bald jedoch entfaltet sie ein Niederblatt und wächst nun rasch zum Wurzelspross aus.

Erwähnen will ich hier noch, dass ich bei einer alten Wurzel fast das ganze Mark von einem centralen, fast durchaus aus Holzröhren und spärlichen Spiroiden bestehenden Holzkern ausgefüllt fand. Derselbe war fünfstrahlig, seine Strahlen passten genau in die Markstrahlen hinein. Vom eigentlichen Gefässbündelkreise war er durch das Cambium der Markscheide getrennt und zeigte zwischen seinen verholzten Elementen einzelne zerstreute cambiale Partien. Die Wurzel war sehr stark und mit mehreren entwickelten Sprossen versehen. Es scheinen demnach bei dem Auswachsen der Adventivknospe zum Spross mit der Neubildung von Gefässen innerhalb seiner Gefässbündel gleichzeitig auch neue Gefässe innerhalb des ihm entsprechenden Markstrahls und des dazu gehörenden Theiles der cambialen

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Markscheide zu entstehen, wodurch endlich das ganze Mark von diesen Gefässen ausgefüllt wird.

Die Nebenwurzeln besitzen einen centralen Holzkörper ohne Mark mit zahlreichen weiten Gefässen. In die Aeste derselben geht ein Theil der Gefässbündel über.

Bei den Sprossen findet sich an knospenfreien Stellen ein einfacher schmaler ringförmiger Holzkörper, der gewöhnlich nach der einen Seite hin sich bedeutend verschmälert und bei nicht sehr alten Sprossen höchstens 2 — 4 Reihen weiter Gefässöffnungen am Querschnitte zeigt; bei ganz jungen Sprossen fehlen letztere ganz. Das Mark ist ellipsoidisch oder ganz unregelmässig, in der Richtung des einen Durchmessers gestreckt. Markstrahlen in der Art, wie sie bei der Wurzel vorkommen fehlen ganz, ebenso findet man am Querschnitte keine Gefässöffnungen im Marke. Hat man diesen durch einen Knospenursprung geführt, so sieht man an dieser Stelle den Gefässbündelring durchbrochen.

Dort, wo zwei Knospen auf gleicher oder nahezu gleicher Höhe entspringen, wie dieses nicht selten vorkommt, findet man zwei Durchbruchsstellen des Ringes vor und durch sie ist letzterer in zwei sehr ungleiche Hälften getheilt. Denkt man sich in den Gefässbündelring ein gleichseitiges Dreieck verzeichnet, so entsprechen die beiden Durchbruchsstellen etwa den Ecken an der Basis, der Scheitel des Dreieckes fällt in die Mitte der grösseren Holzportion, die kleinere liegt zwischen den beiden Durchbruchsstellen.

Die Knospen der Sprosse entstehen in den Achseln von Niederblättern, (Taf. VI Fig. 1 A). Auf Längenschnitten durch Niederblatt und Knospe sieht man deutlich, wie ein Theil der Gefässbündel des Sprosses in letzteres abbiegt und in demselben eine Schlinge bildet, deren oberer Schenkel sich bogenförmig mit dem zunächstliegenden Gefässbündelstrange der Knospe vereinigt. (Taf. VI Fig. 1 B).

Seitlich und von oben dringen Gefässbündelstränge von dem Holzringe des Sprosses in die Knospe und schliessen sich an die in dieser entstandene Gefässbündelzone an. Indem so an der Ursprungsstelle einer Knospe die ihr entsprechende Gefässbündelpartie des Sprosses trichterförmig in sie übergeht, muss am Querschnitte an dieser Stelle eine Lücke im Holzringe des Sprosses zu finden sein, durch welche das Markgewebe des letzteren in jenes der Knospe übergeht.

Die Entstehungsweise der echten Knospen am Sprosse ist also wesentlich verschieden, von jener der Adventivknospen an der Wurzel; die echte Knospe entsteht jedesmal in der Achsel eines Blattes, in sie tritt eine ganze Partie der Gefässbündel des Sprosses über; die Adventivknospe entsteht frei im Parenchym der Rinde und setzt sich erst später durch den geöffneten Markstrahl mit dem Cambium der Markscheide und dem Marke in Verbindung.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Knospe selbst ist von mehreren spiralständigen Niederblättern bedeckt, in deren Achseln man schon kleine Knöspchen findet. In der Regel sitzt ein solches auch unter der entwickelten Knospe in der Achsel des diese stützenden Blattes.

Die Entwicklung der Adventivknospen an den Sprossen, sowie an den Nebenwurzeln konnte ich an dem im Herbste und Winter gesammelten Materiale nicht studieren.

B. Histologie.

Untersucht man einen Querschnitt durch Wurzel oder Spross [1]) bei stärkerer Vergrösserung, so übersieht man leicht folgende Schichtenfolge der Gewebe:

Zu äusserst eine Aussenrinde, bestehend aus einer Epidermis oder einem Periderm und den dazu gehörigen Mutterzellen. Auf sie folgt eine Mittelrinde, auf diese eine Innenrinde, scharf abgesetzt von dieser zumal bei den Sprossen, wo die äusserste Grenze der letzteren ein Bastring bezeichnet. Auf die Innenrinde folgt ein Holzring, aussen und innen von Cambium begleitet. Die Mitte nimmt ein Mark mit oder ohne breite Markstrahlen ein.

Zur klaren Uebersicht der Schichtenfolge der Gewebe am Quer- und Längenschnitte ist besonders die Anwendung von Cochenilleauszug zu empfehlen. Tränkt man feine Schnitte zuerst mit Kalilauge und setzt dann einen Tropfen eines koncentrirten Cochenilleauszugs, in der von Maschke [2]) angegebenen Weise bereitet, zu, so färben sich die einzelnen Gewebe in sehr verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Nüancen roth. Während nämlich alle jugendlichen dünnwandigen Zellen sich schon nach kurzer Zeit und sehr intensiv blauviolett färben, tritt dieselbe Färbung, jedoch erst später bei den Zellen der Innenrinde, Mittelrinde und des Markes ein, obwohl in geringerer Intensität. Die Baströhren und die Elemente des Holzringes widerstehen oft Tage lang dem Eindringen des Farbestoffes und dann färben sie sich zunächst blassroth, fast weinroth, später sehr intensiv karminroth. Die Epidermis- und Peridermzellen nehmen keinen Farbstoff auf.

Hat man einen dünnen Querschnitt in dieser Weise behandelt, so findet man vorzüglich drei Zonen der itensivsten blauvioletten Färbung, nämlich die Schichte der Periderm-Mutterzellen und die beiden Cambialzonen. Die Mittelrinde ist blasssr gefärbt als die Innenrinde; die Farbe der letzteren geht allmälig in die intensive der Cambialschicht über. Wendet

[1]) Im Allgemeinen besitzen Wurzel und Spross dieselben Gewebsformen. Wo Unterschiede vorkommen, werden sie am betreffenden Orte angegeben.

[2]) Botan. Zeitung. 1859. pag. 22.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

man statt Aetzkali verdünnte Schwefelsäure an, so färben sich die Gewebe burgunderroth mit ähnlichen Abstufungen der Farbe.

Nach dieser kurzen Uebersicht über die Schichtenfolge der Gewebe, gehe ich zur näheren Schilderung und Charakterisirung der einzelnen Gewebsformen über.

a. Das Gewebe der Aussenrinde.

Die Aussenrinde besteht bei jüngeren Sprossen bloss aus einer einschichtigen Epidermis; bei älteren Sprossen und bei der Wurzel wird sie aus einem mehrschichtigen Periderm zusammengesetzt. Knospen und Niederblätter besitzen ebenfalls eine Epidermis, welche mit Spaltöffnungen versehen ist.

Die Epidermis der Wurzelsprosse besteht aus im Ganzen tafelförmigen Zellen, welche von der Fläche gesehen, theils etwas gestreckt und dann rechteckig oder trapezoidisch, theils quadratisch erscheinen. Bei dieser Ansicht sieht man sie in spindelförmigen Complexen vereinigt, die mit ihren zugespitzten Enden sich in einander fügen (Taf. VI, Fig. 6). Ihre Dimensionen betragen im Mittel für die gestreckten L[1]=0,024—0,03 W. L., T=0,007—0,009 W. L. und R=0,005—0,009 W. L.; für die quadratischen L=T=0,012 W. L.; R=0,005—0,009 W. L.

Am Querschnitte erscheinen sie nach aussen gewölbt, und ihre Aussenwandung durch zahlreiche Kutikularschichten verdickt (Taf. VI, Fig. 4 a). Ihr Inhalt ist körnig, braun, ein deutlicher scheibenförmiger Zellkern vorhanden. Kalilauge löst ersteren mit goldgelber Farbe auf, nach längerem Kochen auch die Zellwandung bis auf eine zarte innerste Schichte, welche durch conc. Schwefelsäure aufgelöst wird. Durch Jod mit Schwefelsäure, sowie durch Chlorzinkjod werden diese Zellen nicht blau gefärbt, wohl aber die innerste Schichte nach dem Kochen in Aetzkali. Weder Cochenilleauszug, noch Carminlösung färbt sie roth.

Die Epidermis der Knospen und Niederblätter besteht aus sehr kleinen, 0,005—0.003 W. L. im Durchmesser betragenden, unregelmässig polyedrischen oder trapezoidischen Zellen (Taf. VI, Fig. 7).

Merkwürdig ist das Vorkommen von Spaltöffnungen in diesem Gewebe. Kocht man abgelöste Knospen der Sprosse kurze Zeit in Aetzkali, so kann man von denselben leicht grosse Partien der Aussenrinde ablösen und untersuchen. Man überzeugt sich leicht, dass die Epidermiszellen der Knospenspitze gegen deren Basis zu sehr allmälig an Grösse zunehmen und endlich die Form der Epidermiszellen des Sprosses annehmen. Ebenso leicht überzeugt man sich von der Anwesenheit von Spaltöffnungen und einer die Epidermis überziehenden Cuticula.

[1]) Der Kürze wegen bezeichne ich den Längendurchmesser mit L, den radialen Durchmesser mit R, den tangentialen mit T.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Was erstere anbelangt, so finden sie sich in allen möglichen Entwicklungsstufen und man übersieht deren Entstehung leicht, wenn man die Epidermis von der Spitze gegen die Basis der Knospe durchmustert. Die Epidermis der Knospenspitze zeigt zerstreute, in der Regel rundliche Lücken, welche von zwei gekrümmten Zellen begrenzt sind (Taf. VI, Fig. 7 xx). Letztere zeigen ausser ihrer differenten Gestalt keinerlei von den übrigen Epidermiszellen abweichende Eigenschaften. Die Lücke, welche sie begrenzen, ist sehr klein, bis 0.002 W. L. lang, in ihrer Tiefe liegt eine körnigen Inhalt führende Parenchymzelle (Fig. 9, C. a). Weiter nach abwärts sieht man allmälig Formen anftreten, wie sie Fig. 9 A. auf Taf. VI darstellt. In der von den beiden gekrümmten Epidermiszellen (b, b) eingeschlossenen Lücke liegen nur zwei Zellen (a, a), welche in der Mitte zu einer kleinen Oeffnung (t 0), dem ersten Anfang der Spaltöffnung auseinanderweichen. Noch weiter abwärts findet man Formen, wie sie auf Taf. VI, Fig. 9 B, C b und Fig. 10 abgebildet sind.

Diese stellen nun die vollkommen entwickelten Spaltöffnungen vor. Die Stomazellen sind hier mehr hervorgetreten, haben sich gestreckt und eine halbmondförmige Gestalt angenommen; zwischen ihnen befindet sich die sehr deutlich hervortretende Spaltöffnung. Die gekrümmten Epidermiszellen, welche früher die Lücke begrenzten, die nun von den Spaltöffnungszellen eingenommen wird, sind durch Theilung und Formveränderung fast ganz unkenntlich geworden (Fig. 9 B u. C b).

Die entwickelten Spaltöffnungen liegen mit ihrer langen Achse der Längenachse der Knospe parallel, unregelmässig zerstreut, zuweilen zwei oder mehrere einander genähert (Fig. 9 C). Ihre Schliesszellen enthalten Protoplasma oder Amylum und liegen tiefer als die Epidermiszellen. Ich erschliesse diess theils aus den Erscheinungen bei verschiedener Einstellung des Microscops, theils aus dem Verhalten der Cuticula. Diese bildet über den Epidermiszellen feine Längsstreifen, welche sehr deutlich über deren Contouren hinweglaufen; über den Stomazellen dagegegen erscheint ein äusserst zierliches System von Streifen oder Falten, welche von der Umrandung der Spaltöffnung nach aussen strahlenförmig divergiren. Ich erkläre diese Erscheinung aus dem Umstande, dass die Cuticula über die Stomazellen gegen die Spaltöffnung sich herabsenkt.

Dort wo die Epidermis der Knospe allmälig die Beschaffenheit jener des Sprosses annimmt, ist von Spaltöffnungen keine Spur mehr zu finden.

Sie sind hier jedenfalls nur transitorische Gebilde; wahrscheinlich werden sie durch die sich streckenden Epidermiszellen verdrängt. Detaillirtere Angaben muss ich einer weiteren speciellen Untersuchung überlassen. Im Allgemeinen genügt das Mitgetheilte zur Uebersicht der Entwicklungsweise dieser Spaltöffnungen auf unterirdischen Theilen. Im Ganzen scheint diese mit der Art der Entstehung der Spaltöffnungen auf oberirdischen

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Pflanzentheilen übereinzustimmen.[1]) Bei älteren Sprossen und bei der Wurzel ist die Epidermis abgestorben, dafür ein mehrschichtiges, aus dünnwandigen, verkorkten, einen braunen bröcklichen Inhalt führenden Zellen zusammengesetztes Periderm entwickelt (Taf. VI, Fig. 5 a b). Von der Fläche gesehen, erscheinen die Peridermzellen viereckig oder trapezoidisch, am Querschnitte fast quadratisch; sie sind etwas gestreckt und in der Richtung der Tangente zusammengedrückt (L=0,017—0,02 W. L.; T=0,009 W. L.; R=0,0119 W, L.). Sie stossen mit horizontalen oder schiefen Wänden aneinander und entstehen durch tagentiale Theilung aus einer einfachen oder doppelten Schichte von Mutterzellen, in welche sie nach innen zu übergehen (Taf. VI, Fig. 5 b). Diese Peridermmutterzellen führen körniges Protoplasma und werden durch Kalilauge und Cochenillauszug in kurzer Zeit blauviolett gefärbt.

b. Das Gewebe der Mittelrinde (Link)[2] und des Markes.

Die Mittelrinde besteht bei Wurzeln und Sprossen aus zwei deutlich von einander zu sondernden Gewebsschichten, einer äussern, in der Regel nur schwach entwickelten und einer inneren, mehr weniger mächtig ausgedehnten.

Die erstere wird aus wenigen (2—3) Lagen von mit einander wechselnden gestreckten, mit fast durchaus horizontalen Wänden anstossenden, am Querschnitte elipsoidischen oder kreisrunden Zellen gebildet, welche einerseits sich an die Peridermzellen anschliessen, anderseits allmälig in das Gewebe der eigentlichen Mittelrinde übergehen. Sie schliessen enge aneinander, haben ziemlich starke, durch Chlorzinkjod, sowie durch Jod und Schwefelsäure sich blau färbende Wände. Im Herbste führen sie Stärkmehl, im Winter neben diesem auch Proteinkörnchen.

Einzelne finden sich nach der Quere, andere nach der Tangente in Theilung begriffen. Ihre Dimensionen haben folgende Werthe: L=0,017—0,02, T=0,007—0014; R=0,005—0,009 W. L. In der Wurzel sind sie nach der Tangente gestreckter als im Spross; im letzteren dagegen länger. Am entwickeltsten ist diese Gewebsschicht bei jungen Sprossen. Durch Maceration erhält man aus ihr lange senkrechte Zellreihen mit abgerundeten oder schief zugespitzten Endzellen.

An der Grenze dieser Zellenformation finden sich einzelne Milchsaftzellreihen oder Milchsaftröhren, worüber später ausführlicher berichtet wird.

Der innere Theil der Mittelrinde, an Stärke den eben geschilderten äusseren in der Regel bei Weitem übertreffend, wird von einem Parenchym

[1]) Siehe A. Weiss, Beitrag zur Kenntniss der Spaltöffnungen. Verhandlungen des zool.-bot. Ver. in Wien. 1857. p. 191 ff.

[2]) Stratum parenchymaticum v. Mohl.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

gebildet, dessen Zellen sowohl durch ihre Grösse (L = 0,17 — 0,019; T = 0,023—0,028; R = 0,019 W. L.) als auch durch ihre Gestalt sich von jenen der äusseren Schichten der Mittelrinde und noch mehr von dem Gewebe der Innenrinde unterscheiden. Durch Maceration bekommt man aus diesem Theile der Rinde kurze, aus zwei bis höchstens 7 mit einander verbundenen Zellen bestehende, sehr verschieden gestaltete, im allgemeinen jedoch gestreckt ellipsoidische Complexe (Taf. VII, Fig. 1—9). Die einzelnen Zellen sind kuglig, eiförmig oder ellipsoidisch, am Querschnitte kreisrund oder elliptisch, auffallend stark verkürzt und vorwiegend nach der Tangente gestreckt.

Die in einem Complexe vereinigten Zellen stossen in der Regel mit horizontalen Wänden aneinander, doch finden sich auch häufig senkrechte und schiefe Scheidewände. Oft ist eine Zelle zunächst durch eine senkrechte Scheidewand in zwei Hälften getheilt, dann eine oder die andere Hälfte durch eine diagonale Scheidewand abermals abgetheilt. Häufig findet man eine ganz kurze Scheidewand, die von einer Wand zur nächsten Seitenwand geht (Fig. 3 und Fig. 8 auf Taf. VII) und so zwei sehr ungleiche Abtheilungen der Zelle erzeugt. In dem so entstandenen Zellwinkel findet sich dann in der Regel eine oder mehrere morgensternförmige Krystalldrusen (Fig. 3). Diese füllen auch einzelne Zellen ganz aus (Fig. 6 und 7), sonst enthalten diese Stärkmehl. Zuweilen wechseln in einem und demselben Complexe Amylumzellen mit Krystallzellen, oder mitten unter Amylumzellen liegt eine Krystallzelle (Fig. 6), oder die eine oder die andere Spitzenzelle des Complexes ist mit Krystalldrusen gefüllt (Fig. 7). Im Winter gesammelte Stücke liessen bei Betrachtung der Zellcomplexe unter Mandelöl bei Anwendung von Jodglycerin und Cochenilleauszug in jeder Zelle einen grossen Zellkern und ganz kleine Proteinkörner erkennen. In einzelnen fehlte das Stärkmehl ganz; statt desselben war reichlich Protoplasma vorhanden (Taf. VII, Fig. 1). Hat man die Zellcomplexe durch kurzes Kochen im Wasser isolirt, und übt auf das Deckgläschen einen leichten Druck aus, so überzeugt man sich von der Anwesenheit einer die Zellen der einzelnen Complexe umhüllenden Membran (Taf. VII, Fig. 1 und 10). Dieselbe wird ebenso wie die Membran jeder einzelnen Zelle durch Chlorzinkjod blau gefärbt; durch Kochen in Aetzkali wird sie aufgelöst (Taf. VII, Fig. 9). Tränkt man die Zellcomplexe mit Cochenilleauszug, dem man einen Tropfen Aetzkali zugesetzt hat, so färbt sich diese gemeinschaftliche Hüllhaut nach einiger Zeit schön blauviolett. Behandelt man auf dieselbe Weise einen dünnen Querschnitt, so überzeugt man sich bei sehr starker Vergrösserung, dass die eigentliche Zellmembran gar nicht, oder verhältnissmässig nur schwach roth gefärbt wird, während die sie umschliessende Hüllhaut, sowie eine innerste Schicht in jeder Zelle sehr intensiv gefärbt erscheint. Setzt man zu den durch Kochen in Kalilauge isolirten Zellcomplexen Cochenillelösung zu, so bleibt die Zellmembran farblos, durchsichtig (die Hüllhaut ist

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

entfernt), während der ganze Innenraum der Zellen auf das prachtvollste blauviolett gefärbt ist. Untersucht man einen mit Kali und Cochenilleauszug behandelten Querschnitt bei starker Vergrösserung, so erblickt man in den Zellenhöhlen der Mittelrinde ein herrliches blauviolettes Netzwerk, dessen farblose Maschen bald rund sind und den Eindruck einer porösen Membran erregen, bald gestreckt, das schönste Adernetz nachahmend. Bei Anwendung von Chlorzinkjod, besonders schön, wenn man früher die Pflanzentheile längere Zeit in doppelt chromsaurem Kali hatte liegen lassen, erscheint das Netzwerk tief blau auf blässerem Grunde. Offenbar ist diese Erscheinung, die sich auch bei den Parenchymzellen der Innenrinde und des Markes findet, Folge der stärkeren Färbung der innersten (Verdickungs-) Schichten durch das betreffende Reagens.

Auf Längenschnitten treten die Zellcomplexe der Mittelrinde nur bei jüngeren Sprossen hervor; bei älteren Sprossen und Wurzeln ist es geradezu unmöglich, sie auf Längenscheitten zu erkennen. Bei ersteren sind auch die Zellcomplexe länger, bei letzteren kürzer, die einzelnen Zellen breiter. Zuweilen trifft man hier bei ältern Wurzeln auf einzelne Steinzellen. Sie stehen vereinzelt, zeigen die Form und Grösse der Einzelnzellen, sind sehr stark verdickt und verholzt und mit weiten cylindrischen oder spaltenförmigen Porenkanälen versehen. — Die Zellcomplexe liegen ganz lose neben und in einander (wenigstens im Herbste und Winter), am Quer- und Längenschnitte erscheinen die Intercellularräume zwischen ihnen gross und mit Luft gefüllt.

Das Gewebe des Markes stimmt mit jenem der Mittelrinde vollkommen überein, auch hier finden sich zwei verschiedene Zellenlagen, eine der äusseren Mittelrinde (pag. 270) entsprechende, in langen Zellcomplexen sich trennende, daher faserig erscheinende, welche sich an das Cambium der Markscheide anschliesst, und eine der eigentlichen Mittelrinde correspondirende, wie diese durch kürzere Zellcomplexe und grosse weite Zellen charakterisirt, welche die Mitte der Wurzel oder des Sprosses einnimmt.

Im Gewebe der Mittelrinde, sowie des Markes eingestreut, kommen einzelne Milchsaftröhren oder Milchsaftzellreihen vor.

Fassen wir das, was wir von den Zellcomplexen der Mittelrinde kennen gelernt haben, zusammen, so müssen wir sie offenbar für Familien zu einander gehöriger, aus einer Mutterzelle durch Theilung entstandener Tochterzellen ansehen. Die Membran der Mutterzelle umhüllt sie noch, sie im gemeinsamen Verbande erhaltend. Wenn wir uns erinnern, dass diese Membran einerseits durch Chlorzinkjod, sowie durch Jod-Schwefelsäure blau gefärbt, anderseits durch Kochen in Kalilauge aufgelöst wird und den Farbstoff der Cochenille sehr begierig aufnimmt; so müssen wir sie nach dem, was wir über das Verhalten des Zellstoffs gegen mikrochemische Reagentien wissen, für eine Modification desselben ansehen.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Reine Zellulose nimmt Farbstoffe nicht auf[1]; das Vermögen, sich zu färben, erhält sie durch Infiltration von Seite gewisser Substanzen aus dem Zellinhalt. Hierher gehören vor allem andern, wie Wigand[2]) namentlich nachgewiesen hat, die Glucoside, Alkaloide etc. Es scheint demnach diese Hüllhaut der Complexe, ursprünglich die Wand der Mutterzelle bildend, mit irgend einem der oben erwähnten Stoffe infiltrirt und chemisch in der Art verändert zu sein, dass sie in kochender Kalilauge löslich ist. Wir finden diese äussere Membran in derselben Art auch bei den Complexen der äusseren Schichten der Mittelrinde, obwohl sie sich nicht leicht durch Ablösung von den Zellen darstellen lässt; auch bei den Epidermiszellen ist sie gewiss vorhanden, aber noch weiter modificirt, indem sie die Eigenschaft, Farbstoff aufzunehmen, verloren hat. Dass sie bei allen diesen Zellformationen vorhanden ist, dafür spricht der Umstand, dass die Zellen derselben nach dem Kochen in Kalilauge ganz dünnwandig erscheinen, während ihre Wandungen früher auffallend verdickt sich darstellten. Dieses mit den Erscheinungen zusammengehalten, welche ein mit Cochenille-Auszug gefärbten Querschnitt zeigt (pag. 271) spricht dafür, dass bloss die eigentlichen Zellwandungen (der Tochterzellen) aus nahezu reiner Zellulose bestehen, während die Hüllhaut der Zellcomplexe und die Verdickungsschichten der einzelnen Zellen, erstere einer wesentlich modificirten, letztere mindestens einer mit einem oder mehreren Stoffen stark infiltrirten Zellulose angehören.

Ganz übereinstimmend damit sind die Erscheinungen, welche die verschiedenen Zellenformen der Innenrinde und zum Theile auch des Holzkörpers zeigen, worüber weiter unten das Nöthige folgt. Nach meinen bisher gemachten Erfahrungen scheint es mir mehr als wahrscheinlich, dass diese äusserste Hülle der Zellencomplexe das Materiale liefert für die sogenannte Intercellularsubstanz. Doch werde ich noch später auf diesen Punkt zurückkommen.

Hier scheint es mir passend, einiges über das Stärkmehl, wie es sich im Herbste und Winter in der Rinde und dem Marke der unterirdischen Achsen und der Wurzeln von *Convolvulus arvensis* findet, zu erwähnen.

Das Herbstamylum erscheint theils in einfachen, theils in zu 2, 3 und 4, seltener zu mehreren zusammengesetzten Körnern. Die componirten herrschen vor und zeigen in ihrer Zusammensetzung die grösste Aehnlichkeit mit dem Amylum der sogenannten *Stipites Jalapae* (Wurzelstock von *Ipomaea orizabensis* Pellet) oder der *Radix Bryoniae*[3]). Die

---

[1]) O. Maschke, Pigmentlösung als Reagenz bei mikroskopisch-phisiologischen Untersuchungen. Bot. Zeitg. 1859. pag. 25.

[2]) Ueber das Verhalten der Zellenmembran zu den Pigmenten. Bot. Zeitg. 1862. St. 17.

[3]) Vergl. Bernatzik, Pharmakologische Studien über die knollige und stengelige *Jalapa* des Handels etc. Medic. Jahrb. Zeitschr. d. k. k. Gesellsch. d. Aerzte in Wien. 1862. Fig. 18.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

zu dreien verbundenen Körner stehen nach den Ecken eines Dreiecks, die zu vieren nach den Ecken eines Tetraeders etc. (Taf. VII, Fig. 11).

Die Einzelkörner sind fast durchaus kuglig (Fig. 11 g), die Theilkörnchen an den Berührungsflächen natürlich abgeflacht, selbst ausgehöhlt, paukenförmig (Fig. 11 d); sehr selten sind elliptische Formen. Die grössten Einzelkörner messen 0,00438—0,00309 W. L. im Durchmesser, sehr viele bloss 0,00185, die kleinsten 0,00061 W. L. und darunter. Die Körner sind opak, weiss, alle zeigen eine doppelte Contour und eine deutliche Querspalte.

Im Jänner gesammelte Stücke zeigten bloss einfache Körner. Die grössten davon waren elliptisch, eiförmig, stark zusammengedrückt, fast flach; daneben fanden sich runde scheibenförmige, linsenförmige, abgerundet dreieckige fast herzförmige, keilförmige; die kleinsten waren kuglig, walzenförmig, stabförmig, einzelne schwach gekrümmt. (Fig. 11, k, l, m, n). Die elliptischen ergaben 0,00247 — 0,00370 W. L. in der Breite und 0,00438 — 0.00740 W. L. in der Länge, waren also auffallend grösser als die grössten Einzelkörner des Herbstamylums; die scheibenförmigen massen bis 0,00493 W. L. im Durchmesser, die kleineren bis 0,00234, die kleinsten 0,00185 W. L.

Alle Körnchen waren farblos, durchsichtig; die Spalte fehlte fast durchaus, dagegen traten die doppelten Contouren scharf hervor.

Diese begrenzen bei allen Körnern eine breite Aussenschicht (Fg. 11, i), welche einen centralen Kern einschliesst. Letzterer erscheint bei sehr starker Vergrösserung und excentrischer Stellung des Spiegels etwas opaker als die Aussenschichte. Aetzkali löst die Körner augenblicklich; die Auflösung erfolgt, wie man unter dem Mikroskope deutlich sieht, von innen nach aussen; eine äusserste Schichte widersteht derselben am längsten.

Jodsolution, in geringer Menge zugesetzt, färbt die Körner blau; die grösste Intensität der Färbung fällt auf die den beiden Contouren entsprechenden Schichten, von da nach innen zu nimmt sie allmählig ab; in grösserer Menge zugesetzt, färben sie sich schwarzblau.

Chlorzinkjod löst das Herbstamylum rasch auf. Setzt man davon sehr wenig zu, so quellen die Körner stark auf und färben sich violett. Die Färbung lässt deutlich erkennen, dass hier Schichten von verschiedenen Substanzen vorkommen, denn, violett gefärbt wird eigentlich nur eine äusserste Schichte und der Kern, dieser an seiner Periferie am intensivsten, während die Substanz zwischen den beiden Contouren farblos bleibt, mit einem Stich in's Gelbliche. Jodglycerin lässt diese gelbliche, wie glasartig erscheinende Schicht ebenfalls deutlich hervortreten. Cochenilleauszug färbt die Körner erst nach längerer Einwirkung des Kochens im Wasser oder nach vorangegangener Behandlung mit Aetzkali.

Im Dezember und Jänner gesammeltes Amylum zeigte einen bemerkenswerthen Unterschied darin, dass die Körner durch Chlorzinkjod sehr langsam aufgelöst wurden.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Mit Speichel bei einer Temperatur von 30° behandelt, verloren die Körner ihre Löslichkeit in Chlorzinkjod noch mehr, widerstanden sogar Tage lang der Einwirkung dieses Reagens. Die Amylumkörner erschienen nach der Einwirkung des Speichels wie eingeschrumpft, (Fig. 11, o) oder wie eingesunken; die doppelte Contour war ganz verschwunden oder wenigstens die Aussenschichte sehr schmal, dabei die äussere Contour sehr fein, die innere auffallend stark. Es schien als ob die Substanz des Kernes verschwunden wäre. Die gelbliche Färbung der Aussenschicht trat deutlicher hervor. Bei Zusatz von geringer Menge Jodsolution färbten sich die Körner lichtviolett, durch Chlorzinkjod blassblau mit fast ganz entfärbtem Centrum; die tiefste Intensität der Färbung trat an der Periferie des Innenraumes (Kernes) hervor. Concentrirte Schwefelsäure löste sie augenblicklich und nach Zusatz von Jodsolution erschienen rein blaue Flocken.

Ich constatire diese Thatsachen, welche einmal zu beweisen scheinen, dass das Stärkekorn selbst einer und derselben Pflanze je nach der Vegetationsperiode einer Schwankung in Grösse und Gestalt unterliegt, welche Veränderung möglicherweise der förmlichen Auflösung oder Umwandlung in Dextrin vorangeht, dann, dass dasselbe jedenfalls aus in chemischer Beziehung wenn auch vielleicht nicht in bedeutendem Grade verschiedenen Stoffen aufgebaut ist, — ohne mich in weitere Conjecturen einzulassen über einen Gegenstand, der selbst durch die ausgedehnte Monografie Naegeli's[1]) über die Amylumkörner und die neueste Arbeit darüber von v. Mohl[2]) nicht endgiltig erledigt wurde.

c. Das Gewebe der Innenrinde[3]) und des Cambiums.

Die Innenrinde erscheint am Querschnitte von der Mittelrinde scharf abgesetzt, zumal bei den Wurzelsprossen, wo ihre äusserste Grenze durch eine gewöhnlich einfache Reihe stark verdickter Baströhren markirt ist. Aber auch bei der Wurzel, wo statt der hier fehlenden Baströhren eine Reihe tangential gestreckter, am Querschnitte elliptischer Zellen an der Grenze der Innenrinde zu finden ist, tritt die Sonderung scharf hervor, vorzüglich schon durch das von der Mittelrinde an Grösse und Form der einzelnen Elemente differente Gewebe, das bei gänzlichem Mangel an lufterfüllten Intercellularräumen am Querschnitte ein Netzwerk von im Ganzen polyedrischen Zellen zeigt, welches nach innen zu allmälig kleinzelliger wird, und endlich in regelmässig radiale Zellenreihen übergeht,

[1]) Die Amylumkörner. Monographie. 1858.
[2]) Ueber den vorgeblichen Gehalt der Stärkekörner an Cellulose. Bot. Zeitg. 1859.
[3]) Bast. Stratum fibrosum.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

die sich an die entsprechenden Cambialzellenreihen anschliessen. Taf. VI, Fig. 3 und 8 [1]).

Wir können am Querschnitte zwei Schichten unterscheiden, eine äussere, an Stärke überwiegende, die eigentliche entwickelte Innenrinde, ausser den oben erwähnten Baströhren in den Sprossen und den diesen korrespondirenden tangential-gestreckten elliptischen Zellen in der Wurzel, durch grössere, weitere, besonders im äusseren Theile ohne bestimmte Ordnung gestellte Zellen charakterisirt, zwischen denen in einfachen oder mehrfachen mit den Gefässbündeln concentrischen Kreisen weite Milchsaftgefässe liegen; und einen innern, weniger ausgedehnten Theil, ausgezeichnet durch radiale Anordnung der theils quadratischen oder überhaupt viereckigen tangential-gestreckten, theils radial-gestreckten Zellen, und eingestreuten engen Milchsaftgefässen. Letzterer Theil bildet zum Theile das eigentliche Cambium, zum Theile den cambialen Theil der Innenrinde, beide lassen sich nicht sondern, sowie auch letzterer allmälig in die eigentliche Innenrinde (Bast) übergeht.

Durch Kali und Cochenilleauszug wird der innere Theil der Innenrinde am intensivsten gefärbt; die Intensität der Färbung nimmt nach aussen zu allmälig ab.

Im allgemeinen ist die Innenrinde der Wurzel breiter als jene der Sprosse; bei letzteren nimmt die Breite derselben mit dem Alter zu. Junge Sprosse besitzen die relativ am stärksten entwickelte cambiale Zone der Innenrinde. Bei der Wurzel sind die einzelnen Elementarorgane dieses Gewebes grösser.

Kocht man die Pflanzentheile durch mehrere Stunden im Wasser, so löst sich nicht bloss die gesammte Rinde sehr leicht vom Holzkörper los, sondern man kann auch mit grosser Leichtigkeit die Innenrinde in Form von bandförmigen Streifen von der Mittelrinde trennen.

Untersucht man die so isolirte Innenrinde, so überzeugt man sich von der grossen Mannigfaltigkeit ihrer Gewebselemente. Von diesen lassen sich folgende unterscheiden: Cambialzellen und Cambialfasern, Siebfasern und Siebröhren, Krystallkammerfasern, [2]) Milchsaftgefässe, Baströhren und Parenchymzellreihen.

Der innere (cambiale) Theil der Innenrinde wird vorzüglich von Cambialfasern, Siebfasern, Siebröhren und Milchsaftgefässen gebildet; daneben finden sich die den Markstrahlen entsprechenden Parenchymzellreihen. Im äusseren Theile herrschen Parenchymzellen vor, die an Grösse und Gestalt mannigfaltig, theils senkrechte, theils horizontale Reihen bilden. Zwischen ihnen liegen grosse Milchgefässe. Im Spross kommen, wie schon erwähnt, Baströhren in verschiedenen Entwicklungsstufen hinzu.

---

[1]) Man vergleiche hiezu die Erklärung der Figuren am Schlusse.

[2]) Da mir Hartig's grössere Werke unzugänglich sind, so weiss ich nicht, ob ich mit diesen Namen die von Hartig eingeführten gleichnamigen Gewebs-Elemente richtig bezeichne.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

1. Cambialzellen und Cambialfasern.

Das Cambium besteht aus zweierlei Zellformen, die sich durch ihren Inhalt, durch die Zartheit ihrer Wandung, ferner durch die Grösse und Gestalt leicht von den übrigen Gewebselementen unterscheiden. Die eine Form enthält langgestreckte, beiderseits abgerundet zugespitzte oder schief abgestutzte 0,04 — 0,05 W. L. lange, 0,003 — 0,004 W. L. breite Zellen, die sich mit ihren Endflächen berühren und so senkrechte Reihen bilden, oder sich seitlich mit ihren Enden aneinanderlegen. Die andere Form enthält bei weitem kürzere aber breitere parallelepipedische Zellen, die in ihrer Verbindung einander vollkommen entsprechen, so dass ihre Verbindungsstellen sowohl in verticaler als horizontaler Richtung gerade Linien bilden.

Beiderlei Zellenformen enthalten reichlich Protoplasma und zeigen Längstheilung. Setzt man zu den durch Kochen im Wasser isolirten Cambialzellen Cochenilleauszug, so färbt sich der contrahirte Inhalt blau violett. In den kurzen Zellen erscheint ein seitlich gestellter 0.002 W. L. im Durchmesser haltender, scheibenförmiger Zellkern mit derselben aber äusserst intensiven Färbung. Die letzt erwähnten Zellen stellen die Cambialform der Markstrahlzellen dar, sie gehen, indem sich zur Längstheilung auch jene nach der Quere hinzugesellt in letztere über. Die langgestreckten Cambialzellen liegen in den von je zwei Markstrahlen seitlich begrenzten Theile des Cambiums. Sie theilen sich der Länge nach; oft sieht man hier sehr deutlich innerhalb einer Mutterzelle zwei schon ausgebildete Tochterzellen. An sie schliessen sich gleichgestaltete und gleichbreite, aber viel längere (0,085 W. L.) protoplasmaführende Zellen an. (Cambialfasern). Sie zeigen Quertheilung und stellen einerseits die ersten Producte der reproductiven Thätigkeit der Cambialzellen, anderseits den Ausgangspunkt sämmtlicher Faserbildungen der Innenrinde dar.

2. Siebfasern und Siebröhren.

Ich glaube zu dieser von Hartig in die Histologie der Gewächse eingeführten Gewebsform, Faserzellen und Zellreihen rechnen zu müssen, welche zu Bündeln vereinigt den dominirenden Bestandtheil des cambialen Theiles der Innenrinde ausmachen und beinahe eine besondere Schichte bilden [1]), während sie in den äusseren Partien nur einzeln, den anderen Elementen eingestreut und namentlich an die Milchsaftgefässe sich haltend, vorkommen.

Die Siebfasern, wie sie hier vorkommen, stimmen fast vollkommen mit jenen eigenthümlichen Zellen in der Cambiumschicht überein, welche

[1]) Telienchym Hartig's.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Unger[1]) von *Carica microcarpa* Jacq., Schacht[2]) von *Carica Papaya* beschreibt. Ersterer identifizirt sie mit Mohl's Gitterzellen[3]), letzterer hält sie für die Anfänge der Milchsaftgefässe und Bastzellen. Die Siebfasern bestehen aus zwei mit schiefer Fläche verschmolzenen, an der Verbindungsstelle angeschwollenen langgestreckten, schmalen, äusserst zartwandigen, beiderseits allmälig sich zuspitzenden Zellen. Ihre Länge beträgt 0,124—0,160 W. L., ihre Breite 0,003—0,009 W. L. Ihre Wand färbt sich durch Chlorzinkjod sehr schön blau; einigemale sah ich bei Anwendung dieses Reagens an der einen Längswand eine senkrechte Reihe von wenigen rundlichen Löchern. Ihr Inhalt ist spärliches Protoplasma oder Milchsaft; nie ist es mir gelungen in demselben, selbst bei jungen Siebfasern einen Zellenkern zu entdecken. Dagegen mache ich hier auf ein Factum aufmerksam, das bei der späteren Betrachtung der Milchsaftgefässe von Wichtigkeit erscheint. Tränkt man nämlich die durch Maceration mittelst Kochen im Wasser isolirten Siebfasern mit Cochenilleauszug, so erblickt man nach einigen Tagen innerhalb ihrer vollkommen farblosen, durchsichtigen, äusserst zarten Membran einen auf das prächtigste violettroth gefärbten, von der Wandung zurückgezogenen faltigen, zuweilen wie spiralig gedrehten Schlauch. (Taf. VII, fig. 26[4]). Ist dieses der Primordialschlauch, dann kann es kein glänzenderes Zeugniss für dessen Existenz geben!

Von besonderem Interesse ist jene Stelle, wo die beiden, zu einer Siebfaser vereinigten Zellen, aneinanderstossen, oder besser gesagt, hier verschmolzen sind.

Diese Stelle erscheint wulstförmig oder wie Unger sehr treffend beschreibt, polsterförmig verdickt, zeigt eine deutliche gelbliche Färbung und einen Glanz, der etwa an arabisches Gummi erinnert. Betrachtet man sie von der Fläche, so stellt sie sich bald als dicker flacher elipsoidischer Ring dar (Fig. 16 und 17 auf Taf. VIII), bald als ein im ganzen ebenso gestalteter ringförmiger Wulst (Taf. VIII, Fig. 18). Bei jugendlichen Siebfasern ist er besonders kompakt, die Mitte wie eingesunken und hier mit einer spaltenförmigen Oeffnung oder wenigstens mit einer von einer zarten Membran verschlossenen Vertiefung, von der zuweilen strahlenförmige Risse nach aussen verlaufen (Taf. VIII, Fig. 18) versehen. Hier kommt man gewiss nicht auf den Gedanken diese Stelle für eine Auflockerung zu halten (Schacht), vielmehr muss man dieselbe für eine und zwar mächtige Verdickung (Unger) ansehen. Untersucht man aber ältere Siebfasern und besonders Siebröhren, dann verhält sich die Sache anders. Der ringförmige Wulst ist da in der Regel sehr geschwunden, nur mehr weniger schmal;

---

[1]) Denkschriften der k. Akad. d. Wissensch. XIV. Bd. Wien. 1859.
[2]) Monatsberichte der k. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1856. p. 515.
[3]) Mohl, einige Andeutungen über den Bau des Bastes. Bot. Zeitg. 1855. p. 873.
[4]) Die Zeichnung kann das leider nicht wiedergeben.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

die von ihm begrenzte Scheidewand, sowie auch die in ihm sich vereinigenden Seitenwände in seiner nächsten Umgebung äusserst fein und dicht wie siebförmig durchlöchert (Taf. VIII, Fig. 14, 15). Oft zeigt der Wulst selbst Risse oder Stellen, die auf einen Substanzverlust hindeuten.

Wendet man Chlorzinkjod an, so färbt sich der Verdickungswulst erst nach geraumer Zeit blau. Die entwickelten Siebfasern färben sich augenblicklich rein blau bis auf einzelne zerstreute, wie knotenförmige Stellen, welche dem Wulste entsprechen. Diese widerstehen der Färbung etwas länger, werden aber schliesslich auch blau gefärbt. Bei diesem Verfahren erscheinen sehr deutlich die Sieblöcher sowie die früher erwähnten runden Löcher in der Seitenwand, erstere als weisse Pünktchen, letztere als weisse runde Scheiben auf blauem Grunde. Diese Erscheinung veranlasst mich, sie für wirkliche Löcher zu halten. [1])

Durch Cochenilleauszug werden diese Wülste nicht gefärbt.

In ganz gleicher Weise verhalten sich die Siebröhren, welche senkrechte Reihen in ganz ähnlicher Weise mit einander verbundener jedoch kürzerer cylindrischer Zellen (Siebzellen) bilden. (Taf. VIII, Fig. 11).

Die Entstehung der Siebfasern sowohl wie der Siebröhren ist leicht zu verfolgen. Schon der unmittelbare Anschluss ihrer Bündel an die Reihen der Cambialzellen und Cambialfasern, besonders aber die Gestalt ihrer Elemente (Siebzellen) und deren Aneinanderreihung, resp. Verbindung, dann ihre mit den Elementen des Cambiums übereinstimmenden Grössenverhältnisse, lassen es ausser Zweifel, dass die Siebröhren aus der Verschmelzung von Reihen der Cambialzellen, die Siebfasern durch eine solche von Cambialfasern hervorgehen. Aber man kann ihre Entstehung direkt verfolgen. Schon die Cambialzellen und Cambialfasern, wenn sie noch reichlich Protoplasma führen, zeigen die charakteristische Verdickung der Berührungsflächen. Diese wächst zuerst an; später verschwindet sie in dem Maasse, als sich der eigentliche protoplasmatische Inhalt verliert oder dem Milchsafte Platz macht. Es scheint, dass zunächst von jeder Zelle auf die Scheidewand eine ringförmige oder scheibenförmige Absonderung erfolgt, später beide Verdickungsplatten zu einer Masse verschmelzen, welche schliesslich wenigstens stellenweise aufgelöst wird. Was mich zu dieser Anschauung veranlasst, ist der Umstand, dass es durch anhaltendes Kochen im Wasser leicht gelingt, jugendliche Siebröhren oder Siebfasern in ihre Glieder zu trennen, wobei man bald an jedem von diesen die scheibenförmig oder ringförmig verdickte Endfläche, bald dieselben ohne letztere, dafür die polsterförmige, aus der Verschmelzung beider Endflächen entstandene Verdickung (Taf. VIII, Fig. 18) vollkommen isolirt erhält, während an vollkommen entwickelten Siebröhren eine Trennung in die einzelnen Bestandtheile nicht gelingt. Es scheint mir nach allem diesen ge-

[1]) Vergleiche die von einander abweichenden Ansichten von v. Mohl (bot. Zeitg. 1855. Einige Andeutungen über den Bau des Bastes) und Hartig.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

rechtfertigt, die Siebröhren und Siebfasern, wenigstens wie sie hier auftreten, zu den Fusionsgebilden zu rechnen, wobei die Ausscheidung der beschriebenen Verdickungsschicht die Verschmelzung einleitet.

Interessant ist der Umstand, dass, wie man leicht beobachten kann, oft eine Zelle, welche mit ihrem oberen Ende an zwei andere stösst, mit beiden eine Verbindung eingeht (Taf. VIII, Fig. 13[1]) und dass zuweilen selbst seitlich zwischen zwei benachbarten Zellen eine ähnliche Verdickung sich bildet.

3. Krystallkammerfasern.

Es sind langgestreckte, äusserst dünnwandige Zellen von der Gestalt der Cambialfasern, mit denen sie auch bezüglich der Dimension so ziemlich übereinstimmen (0,098 W. L. lang, 0,005 W. L. breit, doch bei gleicher Breite auch kürzer).

Ein wesentlicher Unterschied von diesen liegt in der Beschaffenheit und dem Inhalte ihres Zellenraumes. Sie sind nämlich durch unendlich feine Querwände in eine Reihe von übereinander liegenden regelmässig quadratischen Räumen (Kammern) getheilt; in jeder derselben liegt eine seltener mehrere morgensternförmige Krystalldrusen (Taf. VII, Fig. 13). Der Mitte der Faser entsprechend, findet sich eine stärkere Scheidewand, woraus man schliessen kann, dass diese Gewebselemente aus Cambialfasern hervorgehen, die eben ihre erste Quertheilung erfahren haben. Die den Spitzen der Fasern entsprechenden Kammern (Spitzenkammern) sind häufig leer (Fig. 13 a), oder statt mit einer einzigen Krystalldruse, mit zahlreichen kleinen pyramidischen Einzelnkrystallen angefüllt. Die Krystallkammerfasern stehen selten vereinzelnt inmitten der aus Cambialfasern und Siebröhren oder Siebfasern gebildeten Bündeln, meist liegen sie in langen vertikalen Reihen, sowie die entsprechenden Cambialfasern übereinander. Ihre Membran färbt sich durch Chlorzinkjod, sowie durch Jod-Schwefelsäure blau.

Was die Krystalldrusen anbelangt, so stimmen sie ganz überein mit den gleichen Gebilden, wie wir sie schon in einzelnen Zellen der Mittelrinde gefunden haben und wie sie überhaupt in der Rinde fast sämmtlicher Pflanzen zu finden sind.[2])

Bei *Convolvulus arvensis* kommen sie ausserdem im Marke und in einzelnen Zellen des Markstrahlparenchyms der Innenrinde vor, wo sie in letzterem Falle in ähnlicher Weise in Kammern eingeschlossen sind, wie bei den Krystallkammerfasern, nur sind hier die kurzen Parenchymzellen durch

[1]) Währscheinlich gehört einer solchen Verbiudung der Doppelwulst an, den ich einmal isolirt auffand und in Taf. VIII, Fig. 18 b darzustellen versuchte.

[2]) Vergleiche: Schleiden, Wissenschaftliche Botanik. edit. 2, I. pag. 165. — Unger, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 1855. p. 123 und 124. Fig. 30.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

eine Längs- und mehrere Querscheidewände in eine Anzahl von 4, 6—8 Kammern getheilt (Krystallkammerzellen) (Taf. VII., Fig. 14, 15). Die Krystalldrusen halten 0,0043—0,0061 W. L. im Durchmesser, haben die Gestalt eines Morgensternes und zeigen gewöhnlich eine dunkle Mitte, aus welcher die durchsichtigen Krystallzacken hervorragen. In Wasser, Alkohol, Essigsäure sind sie unlöslich, löslich in Mineralsäuren, namentlich leicht in verdünnter Schwefelsäure. Bei Anwendung der letzteren erscheinen an ihrer Stelle zahlreiche lange, nadelförmige Krystalle (schwefelsaurer Kalk?). Durch Kochen in Aetzkali zerfallen sie in die einzelnen Krystalle; zuweilen gelingt es bei Anwendung von Karminlösung die Mitte der Drusen röthlich zu färben. Die Krystalle scheinen demnach einem proteinhaltigen Klümpchen aufgewachsen zu sein.

4. Milchsaftgefässe.

Der Milchsaft kommt bei *Convolvulus arvensis* theils in senkrechten Zellreihen (Milchsaftzellreihen), theils in mehr weniger langen Röhren (Milchsaftröhren) vor.

Erstere treten in doppelter Art auf, indem die einzelnen Milchsaftzellen entweder mit horizontalen oder schiefen Wänden übereinanderstehen (Taf. VII, Fig. 16) oder mit ihren Enden sich seitlich an einander legen (Taf. VII, Fig. 17—19). Milchsaftzellreihen finden sich vorzüglich im Gewebe der Innenrinde sowie in der Mittelrinde und dem Markparenchym der hervorbrechenden Knospe; Milchsaftröhren dagegen vorzüglich im Marke und der Mittelrinde der entwickelten Sprosse, seltener im Gewebe der Innenrinde.

Die Form der einzelnen Milchsaftzellen ist da, wo sie mit horizontalen Flächen an einander stossen, mehr weniger cylindrisch oder prismatisch; da, wo sie sich mit ihren Enden seitlich an einander legen, stellen sie gewöhnlich kurze, beiderseits verschmälerte Schläuche dar.

Ihre Grössenverhältnisse bieten grosse Variationen dar. Am kleinsten sind sie im allgemeinen im Cambium selbst, an ihrem Ursprungsorte, wo ihre Länge zwischen 0,05—0,07, ihre Breite zwischen 0,008—0,0095 W. L. schwankt.

Ihre grösste Weite erreichen sie in den äusseren Partien der Innenrinde, wo diese bis 0,0285 W. L. und darüber beträgt. Die grösste Länge besitzen die Milchsaftröhren im Parenchym der Mittelrinde und des Markes, welche in dieser Hinsicht gewiss oft den Baströhren nicht nachstehen.

Sehr kurze, aber breite Milchsaftzellen finden sich in der Knospe mit einer Länge von 0,02 und einer Breite von 0,02—0,014 W. L.

Die Wand der Milchsaftzellen zeigt ein merkwürdiges Verhalten. Stellt man sich durch Maceration mittelst Kochen im Wasser eine Partie des Siebfasergewebes dar, so kann man leicht mit Hilfe der Präparirnadel

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

einzelne Milchsaftzellreihen isoliren. Uebt man auf das Deckgläschen einen leichten Druck aus, so tritt der Inhalt aus diesen zum Theil hinaus; man erhält so leere, zusammengefallene, äusserst dünnwandige, durchsichtige Schläuche. Tränkt man sie mit Cochenilleauszug, so werden sie gar nicht gefärbt; durch Chlorzinkjod, sowie durch Jod-Schwefelsäure färben sie sich augenblicklich schön blau. Untersucht man das mit Cochenilleauszug versetzte Präparat nach einigen Tagen, so findet man in den farblosen durchsichtigen Schläuchen eine zusammengezogene, faltige, herrlich blauviolett gefärbte Membran, ganz in derselben Art wie bei den Siebröhren (pag. 278).

Untersucht man die weiten Milchsaftschläuche, wie sie sich in den äusseren Partien der Innenrinde vorfinden, so kommt man zu ganz anderen Resultaten. Die Membran dieser Schläuche, eben so zart, farblos und durchsichtig, wie jene der jugendlichen Milchsaftzellen des Siebfasergewebes wird von Chlorzinkjod gar nicht oder nur sehr wenig, wie oberflächlich, gebläut, durch Cochenilleauszug dagegen sehr schön blauviolett, durch Carminlösung sehr rasch, intensiv und bleibend carminroth gefärbt, ein Verhalten, welches weder die Parenchymzellen, noch die Baströhren zeigen. Versetzt man einen feinen Querschnitt durch Wurzel oder Spross mit einem Tröpfchen Aetzkali und darauf mit Cochenilleauszug oder Carminlösung, so färben sich die Wände der durchschnittenen Milchsaftgefässe im äusseren Theile der Innenrinde gleichzeitig mit den Zellen des Cambiums, ja oft noch früher, während die umgebenden Zellenformen noch gar nicht gefärbt sind, und zwar carminroth (die Cambiumzellen werden blauviolett).

Hat man Milchsaftschläuche durch Fäulniss macerirt, so färben sie sich mit den auf das Objectgläschen gebrachten Parenchymzellen durch Aetzkali und Cochenille gleichzeitig roth, aber intensiver als letztere. Ihre Färbung bleibt, wie ich an Präparaten zeigen kann, noch nach Monaten unverändert, während jene der Parenchymzellen verblasst ist und einer graublauen Färbung Platz gemacht hat. Tränkt man die Milchsaftschläuche mit doppeltchromsaurem Kali, so wird ihre Membran stark gebräunt.

Aus dem Gesagten könnte man folgern, dass die Milchsaftzellen in jüngeren Entwicklungszuständen eine doppelte Wandung besitzen, eine äussere, Farbstoff nicht aufnehmende, durch Chlorzinkjod sich bläuende (Zellstoffhülle) und eine innere, den Inhalt zunächst umgebende, Farbstoff aufnehmende (Primordialschlauch); dass bei der weiteren Entwicklung erstere verschwindet, vielleicht zur Bildung von Intercellularsubstanz verwendet wird, und die innere bloss die Wandung bildet, wahrscheinlich stark getränkt von gewissen Bestandtheilen des Inhalts (Gerbsäure oder einem verwandten Stoff), welche ihre Kraft der Farbenaufspeicherung steigern.

Der Inhalt der Milchsaftgefässe zeigt ausser den schon auf Seite 262 angedeuteten Eigenschaften noch folgende, unter dem Microscope zu beobachtende Eigenthümlichkeiten.

Er stellt eine mit Körnern, Körnchen und Bläschen dicht gefüllte, graue,

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

flüssige Masse dar; bei sehr starker Vergrösserung bemerkt man eine äusserst lebhafte Molecularbewegung an den kleinen Körnchen, welche die Hauptmasse bilden. Dieselben wimmeln und tanzen äusserst lebhaft herum und bringen durch Anstossen an die grösseren Körner und Bläschen diese in eine allerdings trägere schaukelnde Bewegung. Diese grösseren Körner sind kuglig, viele davon zeigen eine deutliche Membran, welche einen (flüssigen?) Inhalt und einen Kern einschliesst. Diese letzteren Gebilde, wohl besser als Bläschen bezeichnet, färben sich, wenn man die betreffenden Pflanzentheile durch Kochen macerirt und der Luft ausgesetzt hatte, grün und sind wahrscheinlich die Ursache der lauchgrünen Färbung des Milchsaftes bei dieser Manipulation. Durch Carminlösung werden sie bis auf den Kern roth gefärbt (siehe pag. 294).

Alkohol, Aether, Benzin und Glycerin lösen den Milchsaft auf. Dasselbe thut Aetzkali und Aetzammoniak mit goldgelber Farbe.

Verdünnte Schwefelsäure löst ihn augenblicklich mit hellgelber Farbe. Ebenso Jodsolution, doch trifft hier die Lösung vorzüglich die kleinen Körnchen, die Bläschen werden gelb gefärbt. Concentrirte Mineralsäuren sowie Chlorzinkjod verwandeln ihn in eine goldgelbe oder orange glasige, oder harzige, fadenziehende Masse. Bei Anwendung von conc. Schwefelsäure erscheinen einzelne morgenrothe oder goldgelbe Fett- oder Harztröpfchen im Gesichtsfelde. Jodglycerin bewirkt eine Lösung mit blassgelber Farbe; Amylum konnte ich damit im Milchsafte nicht nachweisen.

Lässt man der Länge nach halbirte Wurzel- oder Sprossenstücke durch 8—14 Tage in einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali stehen, und untersucht dann Quer- und Längenschnitte aus diesen Theilen, so findet man den Milchsaft in den Zellen in eine dunkel rothbraune dichte Masse verwandelt. Dieses würde nach Sanio[1]) für die Anwesenheit von Gerbstoff sprechen.

Ueber die chemischen Bestandtheile des Milchsaftes kann natürlich das geschilderte Verhalten desselben gegen Reagentien unter dem Microscope keinen zureichenden Aufschluss geben. Ein solcher erfordert eine genaue chemische Analyse des ausgepressten Saftes von frischen, im Sommer gesammelten Pflanzentheilen. In dieser Beziehung verweise ich auf eine später erscheinende Arbeit.

Die Milchsaftzellreihen, sowie sie geschildert worden sind, und die Milchsaftröhren liegen nur lose in dem sie umgebenden Gewebe und lassen sich schon durch mehrstündiges Kochen im Wasser, besonders schön aber durch Maceration mittelst Fäulniss isoliren. Man bekommt da Zellreihen, die sich in ihrer Länge gar nicht übersehen lassen. Gewöhnlich stehen die Reihen nicht einzeln, sondern zwei bis mehrere in einem Bündel beisammen,

[1]) Einige Bemerkungen über den Gerbstoff und seine Verbreitung bei den Holzpflanzen. Bot. Zeitg. 1863. St. 3.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

wie man diess auf Querschnitten, die man mit Kali und Cochenille behandelt hat, am deutlichsten sieht.

Die einzelnen Milchsaftzellen selbst zeigen, was ihre gegenseitige Verbindung anbelangt, ein verschiedenes Verhalten. Während manche, namentlich jene mit seitlicher Vereinigung (Taf. VII, Fig. 19) gewöhnlich nur lose aneinanderhängen, so dass sie durch längeres Kochen leicht sich trennen lassen, trifft man andere, wo dieses nicht mehr ohne Schwierigkeiten gelingt. In solchen Fällen findet man häufig die Stelle der Berührung siebförmig durchlöchert oder kreisförmig durchbrochen. Es ist hiebei eine förmliche Verschmelzung der sich berührenden Wände mit nachfolgender Auflösung derselben in grösserem oder geringerem Umfange erfolgt. Die Contouren der Zellen gehen aber an dieser Stelle nicht ununterbrochen in einander über, sondern verlieren sich in der Verschmelzungsstelle. Dass eine wirkliche Communication zwischen zwei aneinander schliessenden Zellen erfolgt, beweisen jene Fälle, wo aus isolirten Zellen der verdickte Inhalt in Gestalt eines Pfropfes hervorragte, deutlich umgrenzt von einer glatten kreisförmigen Oeffnung (Taf. VII Fig. 21). Löst man diesen durch Aetzammoniak auf und setzt Cochenilleauszug zu, so kann man bei günstiger Beleuchtung selbst die freie Oeffnung sehen (Taf. VII, Fig. 24). Schon der blosse Anblick einer Milchsaftzellreihe lässt oft die Existenz einer Communication zwischen einzelnen Zellen derselben vermuthen. Der Milchsaft zeigt nämlich häufig die Eigenthümlichkeit, dass er nicht als continuirliches Fluidum den Zellenraum ausfüllt, sondern wie erstarrt, in verschieden grosse Partien getheilt erscheint, die sich aneinander schliessen, und wovon einzelne deutlich und verschieden weit von der Wand abgehoben erscheinen (Fig. 22 auf Taf. VII.). Häufig nun fällt eine solche Partie mit ihrer Mitte in die Vereinigungsstelle je zweier Zellen und stösst mit ihrem oberen Ende an die tiefste Milchsaftportion der oberen, mit ihrem unteren Ende an die oberste Portion der unteren Zelle (Taf. VII, Fig. 22 x).

Als vollendete Fusionsgebilde erscheinen endlich die Milchsaftröhren im Parenchym der Mittelrinde und des Markes. Davon sind die langen Röhren aus einer vollkommenen Verschmelzung von senkrechten Milchsaftzellreihen hervorgegangen, wie diess einzelne von ihnen durch die Gegenwart von Durchbruchsstellen in Gestalt von Ringen sehr deutlich zeigen. (Taf. VII Fig. 23). Diese liegen bald horizontal, bald schief; die Contouren der verschmolzenen Zellen gehen an diesen Stellen ohne Unterbrechung in einander über.

Aus dem eben Mitgetheilten ist es klar, dass die unterschiedenen beiden Formen der Milchsaftgefässe, wie wir sie bei *Convolvulus arvensis* finden, zwei verschiedene Stufen von Fusionsgebilden darstellen; eine niedere Stufe bei den Milchsaftzellreihen der Innenrinde, eine höhere, vollendetere bei den Milchsaftröhren des Parenchyms der Mittelrinde und

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

des Markes. Beide haben aber auch eine verschiedene Entstehungsweise.

Bevor ich auf diese näher eingehe, erlaube ich mir in Kürze den gegenwärtigen Stand der Ansichten über die Milchsaftgefässe der Pflanzen anzudeuten.

Unger [1]) lehrte zuerst, dass sie aus dem Zusammenfliessen von Zellreihen entstehen. Seine Darstellung dieser Gewebselemente ist gewiss die klarste und richtigste.

Schleiden [2]) widerspricht dieser Ansicht; dagegen spricht ihr Caspary [3]) das Wort.

Ein Ungenannter [4]) lässt die Milchsaftgefässe ans Intercellulargängen entstehen, eine Ansicht, die Reissek [5]) zu wiederholten Malen vertheidigt hat.

Letzterer und Schacht [6]) indentificiren die Milchsaftgefässe mit den Bastfasern.

Schacht [7]) weist in seiner Arbeit über *Carica Papaya* nach, dass hier die Milchsaftgefässe (sowie auch bei den Cichoraceen) aus der Verschmelzung von Cambiumzellen entstehen.

Gegen die Entstehung aus Intercellularräumen sprechen sich fast sämmtliche Pflanzenanatomen (Unger, Schacht, C. H. Schultz, Caspary etc.) aus.

Die letzte Ansicht, wie ich glaube, und die neueste ist jene von Hartig. [8]) Nach ihm sind Siebröhren und Milchröhren identisch.

Ich lasse nun meine Erfahrungen über die Entstehung dieser Gebilde bei *Convolvulus arvensis* folgen.

Untersucht man den cambialen Theil der Innenrinde, so findet man schon hier, sich unmittelbar an die Cambiumzellen anschliessend, zwischen den Bündeln der Cambialfasern und Siebröhren, senkrechte Zellreihen, die in Gestalt und Aneinanderfügung der einzelnen Zellen ganz einer Milchsaftzellreihe, wie wir sie weiter nach aussen in der Innenrinde antreffen, entsprechen. Nur sind die einzelnen Zellen kleiner und mit körnigen durch Cochenilleauszug sich färbenden Stoffen gefüllt.

Anderseits stellen sie nur Reihen erweiterter Cambiumzellen dar; untersucht man sie genau, so findet man dieselben Verdickungen an den Stellen, wo je zwei Zellen zusammenstossen. Sie sind demnach nichts

---

[1]) Grundzüge der Botanik. 1843. p. 40. — Anat. und Phisiolog. d. Pflanzen. p. 157. 1855.
[2]) Grundzüge der wissensch. Botanik.
[3]) 33. Versamml. deutsch. Naturf. und Aerzte zu Bonn 1857.
[4]) Bot. Zeitg. 1846.
[5]) Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wiss. 1848. — Denkschriften der k. Akad. d. Wiss. 1852.
[6]) Die Pflanzenzelle etc. 1852.
[7]) Monatsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin.
[8]) Ueber die Bewegung des Saftes in den Milchsaftgefässen. Bot. Zeitg. 1862. St. 13.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

anderes als Siebröhren, deren einzelne Glieder durch reichlicheren Inhalt ausgedehnt sind. Die Cambiumzellen vereinigen sich zu Siebröhren, in einigen derselben entsteht aus dem ursprünglich protoplasmatischen Inhalte Milchsaft. Diese werden zu Milchsaftgefässen, indem wie aus dem auf Seite 282 erörtertem Verhalten ihrer Membran erhellet, zuerst die Zellstoffhülle und die Verdickungen aufgelöst werden und so die den Milchsaft zunächst einschliessenden Primordialschläuche mit einander in directe Verbindung treten. Anfangs liegen diese lose an und übereinander, später erfolgt die Herstellung der Communication zwischen dem Inhalte je zweier Zellen, oder es verschmelzen je zwei Zellen mit ihren Primordialschläuchen vollkommen mit einander zu einem längeren Schlauche.

Diese Entwicklungsweise der Milchsaftgefässe stelle ich aus den Beobachtungen zusammen, wie ich sie früher schon (pag. 282—284) ausführlich mitgetheilt habe. Alle Verhältnisse stimmen damit überein. Die Milchgefässe der Innenrinde sind also, wenigstens in ihrem Entstehen identisch mit den Siebröhren, von denen sie sich durch ihren Inhalt und durch die differente Weiterbildung unterscheiden. Was diese anbelangt, so findet jedenfalls eine mächtige Ausdehnung der Schlauchmembran bei den Milchsaftgefässen statt, welche das eigentliche Wachsthum derselben überflügelt. Alle Milchsaftzellen, besonders aber jene im äusseren Theile der Innenrinde sind strotzend gefüllt mit Milchsaft; werden sie entleert, so fällt ihre Membran, sich stark zusammenziehend, zusammen und legt sich in Längsfalten, zuweilen in zierlich gestellte Spiralfalten. Die Ausdehnung findet demnach vorzüglich in radialer und tangentialer Richtung statt, während jene nach der Länge verhältnissmäsig unbedeutend ist, wie eine Vergleichung der betreffenden Dimensionen der Milchsaftzellen im cambialen und jener im äusseren Theile der Innenrinde zeigt. Die kolossale Weite, welche die Milchsaftgefässe an dem zuletzt angegebenen Orte erreichen, führte mich anfangs zu der Vermuthung, ob nicht dieselben aus einer seitlichen Verschmelzung von Cambialzellen hervorgehen, in ähnlicher Art etwa, wie dieses Schacht für die verzweigten Milchsaftgefässe von *Carica Papaya* nachgewiesen hat. Ich konnte hier einen solchen Vorgang nicht auffinden, obwohl an den Seitenwänden einzelner Cambiumzellen ähnliche knotige, selbst leistenförmige Verdickungen vorkommen. Ebenso wenig konnte ich Verbindungen zwischen benachbarten Milchsaftgefässen durch quere oder schiefe Aeste auffinden, obgleich Andeutungen zur Bildung von Verzweigungen häufig sind. (Taf. VII, Fig. 20). Diese erklären sich leicht aus der ursprünglichen Lagerung der Cambiumzellen, oder dadurch, dass selbst einem Milchsaftgefäss benachbarte Zellenreihen oder einzelne Zellen der Markstrahlen oder des Bastparenchyms mit zu ihrer Bildung verwendet werden. Für letzteres spricht einerseits das Vorkommen von auffallend kurzen Zellen in mitten einer Milchsaftzellreihe, anderseits der Umstand, dass man nicht selten unter dem Parenchym der

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Markstrahlen und der Innenrinde überhaupt einzelne mit Milchsaft gefüllte Zellen oder Zellcomplexe findet. In letzterer Beziehung ist bemerkenswerth, dass bei der Untersuchung zuweilen Zellencomplexe aufstossen, welche neben einer in der Mitte desselben gelegenen Krystalkammerzelle, aus Milchsaftzellen bestehen. Solche Zellcomplexe sind dann jedesmal äusserst dünnwandig und ihre mit Milchsaft gefüllten Zellen förmlich aufgedunsen.

Entstehen nach dem bisher Mitgetheilten die Milchgefässe der Innenrinde direct oder indirect aus dem Cambium, so ist dieses bei den gleichen Gebilden der Mittelrinde und des Markes nicht der Fall. Diese haben mit dem Cambium nichts zu thun.

Untersucht man nämlich die hervorbrechende Knospe, so findet man schon zu einer Zeit, wo in derselben die jungen Gefässbündelstränge erst entstehende Spiralgefässe, aber noch gar keine Spur von Siebröhren und Milchsaftgefässen enthalten, in ihrer Mittelrinde und in dem Markparenchym senkrechte Reihen von auffallend kurzen und breiten (pag. 281) mit Milchsaft gefüllten Zellen, welche in ihrer Lagerung ganz den späteren Milchsaftgefässen dieser Gewebe entsprechen. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich diese Zellreihen als die Ursprungsstätte der Milchsaftgefässe in dem Parenchym der Mittelrinde und des Markes anspreche, in der Weise, dass sie der Streckung der Knospe durch vorwiegendes Längenwachsthum nachkommen und später verschmelzen und dass weiterhin von ihnen aus immer neue Zellreihen, die aus dem Urparenchym der Knospenspitze entstanden, sich an sie in senkrechter Richtung anschliessen, in Milchsaftzellreihen verwandelt werden. Durch Theilung scheinen sich diese Milchsaftzellreihen, sowie überhaupt alle, die ich bisher zu untersuchen Gelegenheit hatte, nicht zu vermehren [1]).

Jedenfalls ist es sicher, dass bei *Convolvulus arvensis* nicht ein ähnliches geschlossenes Milchsaftgefässsystem existirt, das bestimmte, den Gefässbündeln folgende Hauptstämme besitzt, von denen aus Zweige in der Rinde erscheinen, wie dieses Schacht für *Carica Papaya* gezeigt hat, und wie solches auch bei den Ligulifloren vorzukommen scheint. Wenn Schacht daraus den allgemeinen Schluss zieht, dass sämmtliche Milchsaftgefässe den Gefässbündeln angehören und aus dem Cambium derselben hervorgehen, so ist dieses wenigstens für *Convolvulus arvensis* nicht ganz richtig, insoferne als die Milchsaftgefässe des Parenchyms der Mittelrinde und des Markes niemals aus dem Cambium der Gefässbündel hervorgehen, sondern sogar in der Knospe noch früher auftreten, als die Milchsaftgefässe der Cambialschichte der Gefässbündel.

Ueberhaupt scheint es mir wenig gerechtfertigt zu sein, wenn man von dem Verhalten einer Pflanze oder einiger Pflanzen aus allgemein giltige Gesetze proclamirt. Ich bin der Ueberzeugung, dass eben nicht alle Milchsaftgefässe im Pflanzenreiche nach einem und demselben Gesetze entstehen. In einem Falle ist es die Parenchymzelle, ein andersmal die Cambiumzelle

[1]) Ein gleiches gilt von den Zellen der Siebröhren.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

oder eines ihrer Derivate, wieder in einem andern Falle die Bastzelle, welche durch Differencirung ihres Inhalts zur Milchsaftzelle wird. Und insofern sind die Milchsaftgefässe bald identisch mit den Parenchymzellen, bald mit den Baströhren, bald mit den Siebröhren.

5. Baströhren.

Wie schon erwähnt, kommen diese Gewebselemente bloss den Sprossen zu. Hier stehen sie in einem dem Holzringe concentrischen, die Innenrinde von der Mittelrinde scharf sondernden Kreise. Dieser ist, wie man am Querschnitte sieht, nicht continuirlich, sondern die Baströhren stehen in schmalen, aus 2—3 Reihen gebildeten Bündeln, welche seitlich mit einander durch tangential gestreckte, am Querschnitte ellipsoidische Zellen verbunden sind.

Bei ganz jungen Sprossen sind die Bastbündel nur hie und da durch solche dünnwandige Zellen getrennt, so dass der Bastbündelkreis fast continuirlich erscheint; mit dem Alter des Sprosses tritt die Sonderung der Bündel immer deutlicher hervor.

Die Baströhren sind langgestreckt, gerade, schlängelig, oder streckenweise in regelmässigen Abständen eingeknickt, an den Einknickungsstellen mit Falten oder Runzeln versehen (Taf. VIII, Fig. 1—6). Sie enden bald beiderseits zugespitzt, oder es ist bloss das eine Ende zugespitzt, das andere Ende gerade abgestutzt, häufig ist das eine Ende schief, das andere Ende gerade abgestutzt (Fig. 1), seltener beide Enden von letzterer Art. Häufig ist ihre Spitze ganz kurz und dick (Fig. 6, 7), oder sehr lang, fein, haarspitzig.

Am Querschnitte erscheinen sie in der Regel elliptisch (Taf. VI, Fig. 8 b b), seltener kreisrund, zuweilen nierenförmig.

Ihre Länge ist fast durchaus sehr bedeutend. Die gewöhnliche Länge beträgt 1,14—2,25 W. L., häufig kommen auch Baströhren vor, die 2,76—3,15 W. L. lang sind. Seltener sind kürzere mit 0,9—0,675 W. L. Ihre Länge scheint mit jener des Internodiums in gleichem Verhältnisse zu stehen.

Im allgemeinen lassen sich zwei Haupttypen unterscheiden:

A. Sehr schmale, mit einem Durchmesser von 0,0019—0,003 W. L., in der Regel verholzt und sehr stark verdickt, oft bis nahezu zum Verschwinden des Innenraumes (Fig. 4, 5). Letzterer zeigt oft wechselnde Verengerungen und Erweiterungen. Oft sind diese Baströhren schlängelig oder in regelmässigen Abständen eingeknickt, fast zickzackförmig (Fig. 5). Sie sind beiderseits allmälig verschmälert und enden häufig haarspitzig.

B. Mehr weniger breite, mit einem Durchmesser von 0,005—0,009 W. L. und darüber, mit weitem, gleichförmigem Kanale, verhältnissmässig wenig verdickt, bald verholzt, bald unverholzt (Fig. 1. 2, 6). Sie enden bald beiderseits mit kurzer stumpfer Spitze (Fig. 6), oder sie haben eine solche Spitze bloss an dem einen Ende, während sie am anderen Ende mit

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

gerader Fläche enden (Fig. 2) oder sie enden beiderseits schief oder gerade abgestutzt. Ihre Seiten sind in der Regel glatt, seltener wellenförmig gebogen (Fig. 1) oder mit kurzen spitzen Vorsprüngen versehen. Ihre Wände zeigen längs- oder schiefgestellte, feine linienförmige Spalten (Fig. 1, 2). Wo das Ende gerade abgestutzt erscheint, zeigt hier die Wand einen oder mehrere Porenkanäle (Fig. 1, 2).

Eine seltene Erscheinung sind mit doppelter kurzer Spitze (zweihörnig) endende oder streckenweise angeschwollene Baströhren in der Art etwa, wie sie im Stamme von *Periploca graeca* zu finden sind.

Als besondere Eigenthümlichkeit trifft man bei sonst vollkommen geraden Baströhren auf der einen oder anderen Längenseite Unterbrechungen der Continuität in regelmässigen Abständen in Form von horizontalen Spalten (Fig. 6), welche mehr oder weniger tief in das Innere eindringen, während die andere Seite ununterbrochen verläuft.

Die Wand der stark verdickten Baströhren erscheint wie glasglänzend, farblos, durchsichtig. Am Querschnitte nimmt man bei starker Vergrösserung concentrische Verdickungsschichten wahr.

Die Wand der unverholzten Baströhren wird durch Chlorzinkjod schön blau, die der verholzten graublau gefärbt. Jodsolution färbt letztere hellgelb, besonders nach Zusatz von verdünnter Schwefelsäure.

Behandelt man die Baströhren mit Kali und Cochenilleauszug, so färben sie sich zuerst burgunderroth, nach längerer Zeit gesättigt carminroth.

Durch Cochenilleauszug allein werden sie nur schwach geröthet; die unverholzten intensiver.

Nur in letzteren trifft man einen spärlichen protoplasmatischen Inhalt; neben diesem oder ohne denselben zuweilen wirkliche Querwände oder Andeutungen derselben. In den verholzten ist kein Inhalt nachweisbar; auch hier trifft man, obwohl äusserst selten Spuren bestandener Querwände in Form von Ringen (Taf. VIII, Fig. 7).

Da junge sowie alte Sprosse die gleiche Bastschichte der Innenrinde zeigen, die nur durch die Entwicklung der einzelnen Baströhren (Verdickung, Verholzung) sich unterscheidet und trotzdem, dass die Innenrinde bei älteren Sprossen unverhältnissmässig entwickelter ist als bei jungen Sprossen, erstere keine weiter einwärts gelegenen Bastbündel zeigt, so ist es klar, dass Baströhren nur einmal im Leben des Sprosses angelegt werden. Dieser Umstand erschwert natürlich das Studium ihrer Entstehung, da man am entwickelten Sprosse niemals die allerersten Zustände derselben antrifft.

Mit dem Vorurtheile, das ich mir durch Untersuchung des entwickelten Bastes zahlreicher Pflanzen der verschiedensten Familien angeeignet habe, und das als allgemein giltiges Gesetz fast von allen Seiten angenommen wird, dass nämlich die Baströhren durch Streckung und Auswachsen von Cambiumzellen entstehen, machte ich mich an die Untersuchung der Baströhren bei *Convolvulus arvensis*, und wurde erst zweifelhaft in meiner An-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

sicht, als ich in Begleitung der entwickelten Baströhren stets eigenthümliche fadenförmige Complexe von in der Regel stark gestreckten Zellen beobachtete, die in ihrer Gesammtheit vollständig eine Baströhre darstellten. Diese Complexe zeigen alle Verhältnisse in Bezug auf Form, Länge und Breite, wie wir sie bei den entwickelten Baströhren finden. Ihre Spitzenzellen enden ganz in derselben Weise wie diese und zeigen oft dieselbe Ausfüllung ihrer äussersten Spitze, wie sie so häufig bei den Baströhren anzutreffen ist (Fig. 8, 9), ja oft sind sie haarspitzig. Die einzelnen diese Complexe zusammensetzenden Zellen sind bald mehr, bald weniger verdickt und führen körniges Protoplasma. Sie sind mit einander verschmolzen und lassen sich durch Maceration nicht von einander trennen; durch Aetzkali, und Cochenilleauszug färben sie sich in kurzer Zeit blauviolett. Sie begleiten die entwickelten Baströhren und stehen am Querschnitte betrachtet, zwischen und hinter denselben.

Meine Zweifel steigerten sich, als ich unter diesen Complexen solche fand, wo einzelne der durch je zwei aneinanderstossende Zellen gebildeten Querwände fehlten, und deren Wandungen schon ziemlich verdickt waren, als ich schliesslich in vollkommen entwickelten Baströhren die oben angegebenen Spuren von Scheidewänden sah.

Um zur Gewissheit zu gelangen, untersuchte ich sofort sich streckende, durch Aetzkali macerirte Knospen. Hier fand ich nun keine Spur der gewöhnlichen Baströhren, wie sie nach der allgemein üblichen Ansicht über ihre Entstehungsweise hätten aussehen müssen[1]), dafür aber an ihrer Stelle Bündel von ganz ähnlichen, jedoch kürzeren Zellencomplexen. Die Länge derselben betrug 0,14—0,22 W. L., ihre Breite 0,007—0,009 W. L. Sie bestanden aus Reihen von 2—4 langgestreckten Zellen und schlossen sich unmittelbar an die Cambialfasern an. Zu dieser Zeit zeigte das Knospengewebe erst sehr langgliedrige Spiral- und Ringgefässe im innersten Theile der aus längeren und kürzeren Cambiumzellen und Cambialfasern der Hauptmasse nach bestehenden Gefässbündelstränge, während im äusseren Theile neben Siebröhren die angegebenen Zellencomplexe sich fanden. Das Rinden- und Markparenchym zeigte schon die charakteristischen Zellcomplexe. Milchsaftgefässe fanden sich nur in diesen beiden letzteren Geweben.

Bei starker Vergrösserung erschienen in einzelnen jugendlichen Baströhren die Scheidewände hie und da verschwunden; an diesen Stellen war der Inhalt, körniges Protoplasma, unterbrochen. Sobald die Knospe nur etwas mehr sich gestreckt hat, erscheinen schon einzelne dickwandige Baströhren, zugleich mit ihnen treten im Cambium die ersten Milchsaftgefässe auf.

Nach dem Mitgetheilten scheint es mir zweifellos, dass wenigstens bei *Convolvulus arvensis* die Baströhren aus der Verschmel-

[1]) Vergl. unter anderen C. Sanio, einige Bemerkungen über den Bau des Holzes. Bot. Zeitg. 1860. pag. 210 in der Anmerkung.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

zung von senkrechten, aus einer Cambialfaser durch mehrfache Quertheilung hervorgegangenen Zellen entstehen.

Dieses überraschende Resultat, wodurch eine alte, vielfach angegriffene Behauptung, ich meine jene von Meyen[2]), wenigstens zum Theile in ihre Rechte eingesetzt wird, lässt uns die Baströhren geradezu als sehr vollendete Fusionsgebilde erscheinen. In welcher Art hier die Verschmelzung geschieht, wage ich nicht anzudeuten. Ob einmal der Umstand, dass die Baströhren ganz lose sowohl an einander, als in dem umgebenden Gewebe liegen und in ihrer Umgebung keine Spur von Intercelluarsubstanz zu finden ist, dann Formen, wie sie Fig. 6 darstellt, wo gleichsam die Fusion nur einseitig erfolgte, nicht dafür sprechen, dass hier die Hülle der Zellcomplexe, statt, wie bei anderen Zellcomplexen sich in Interzellularsubstanz zu umwandeln, vielmehr innig mit den Membranen der einzelnen Zellen verschmilzt?

Ich bin weit entfernt, die Entstehungsweise der Baströhren aus der Verschmelzung von senkrechten Zellreihen als allgemeines Gesetz anzusprechen. Vor der Hand bin ich bei *Convolvulus arvensis* meiner Sache gewiss. Darnach scheint mir bloss wahrscheinlich, dass zunächst die Baströhren verwandter Pflanzen, wie jene der Convolvulaceen und vielleicht alle sehr langen Baströhren überhaupt auf demselben Wege entstehen.

Die Entstehungsweise der Baströhren, wie sie bei *Convolvulus arvensis* sich zeigt, unterscheidet sich von jener, wie sie Schacht für die Baströhren von *Carica Papaya* nachweist, nur dadurch, dass im ersteren Falle die Baströhren aus den durch Quertheilung in Complexe senkrecht übereinander gestellter Zellen übergegangenen Cambialfasern, also gleichsam indirekt aus dem Cambium, im letzteren Falle direkt aus den Cambiumzellen entstehen. Kürzere und ganz kurze Baströhren oder Bastzellen können immerhin bloss mehr weniger gestreckte und ausgewachsene Cambiumzellen darstellen. Letzteres gilt namentlich von den kurzen Bastzellen, wie sie sich besonders schön in der Wurzel von *Dictamnus fraxinella* Pers., in der Rinde verschiedener Cinchonaceen etc. vorfinden.

In der Wurzel von *Convolvulus arvensis* fehlen die Baströhren gänzlich; ihre Stelle nehmen Längsreihen grosser cylindrischer oder prismatischer, am Querschnitte elliptischer (Taf. VI, Fig. 3 b b), mehr weniger gestreckter, mit horizontalen oder schiefen Wänden übereinander gestellter Zellen ein. Durch Maceration bleiben sie in mehr weniger langen Complexen vereinigt, welche in ihrer Gestalt an die Baströhren erinnern. Die Wände ihrer Zellen sind porös; sie führten im Herbste und Winter Stärkmehl. Diese Complexe haben offenbar denselben Ursprung aus Cambialfasern durch Quertheilung derselben, wie die Baströhren, nur bleibt hier die Fusion aus, wie dieses nicht selten auch in Achsentheilen vorzukommen scheint. So

[2]) Wiegmann's Archiv. 1838.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

findet man unter andern z. B. bei der echten Jalapa (*Ipomaea Purga* Wender.) in stengelartigen Stücken, die der gegenwärtig im Handel erscheinenden Waare sehr häufig beigemengt sind, und die, nach dem Vorkommen von seitlichen Knollen, die sie oft tragen, zu urtheilen [1]), Theile unterirdischer Sprosse sind, — neben langen Baströhren von gewöhnlicher Art, mitten unter diesen senkrechte Reihen cylindrischer, äusserst stark verdickter, mit Porenkanälen versehener und verholzter Zellen; die Endzellen dieser Reihen sind zugespitzt, so dass eine solche Reihe im Ganzen die Umrisse einer Baströhre gibt.

6. Parenchymzellreihen.

Die Zwischenräume zwischen den Bündeln der Baströhren, Siebröhren und Milchsaftgefässen werden von Parenchymzellen ausgefüllt, die durch Maceration theils in senkrechten Reihen, theils in mehr weniger breiten Platten erscheinen und manche Eigenthümlichkeiten darbieten.

Was erstere anbelangt, so stimmen sie in ihren Charakteren so ziemlich überein mit den Zellreihen des äusseren Theiles der Mittelrinde. Sie führten im Herbste Amylum, im Winter neben diesem auch Proteinkörner. Die Gestalt ihrer Complexe lässt sie als aus Cambialfasern durch wiederholte Quertheilung entstanden erkennen [2]). Seitlich stehen sie in Verbindung mit den Zellplatten, welche am Tangentialschnitte die Zwischenräume der Fasergebilde der Innenrinde ausfüllen und ihrer Entstehung nach theils den Markstrahlen, theils den zuletzt erwähnten Zellreihen angehören.

Dieses Gewebe, welches vorzüglich mächtig da entwickelt ist, wo sich ein Markstrahl verbreitert, um mit einer Knospe in Verbindung zu treten, besteht aus sehr verschiedenartig gestalteten Zellen, die manche Eigenthümlichkeiten zeigen. Durch Maceration isolirt bleiben sie in mehr weniger breiten Platten oder mehrfachen Reihen beisammen. Als Grundform erscheint der Würfel oder das Parallelepiped; aus dieser Grundform entstehen durch Theilungen, Auswüchse, Aussackungen etc. oft ganz eigenthümliche schwer zu beschreibende Formen. Oft sieht man die eine Seitenwand einer Zelle sich in eine oder mehre Spitzen ausbuchten; diese Spitzen wachsen weiter, verbreitern sich und werden später durch eine entstehende Scheidewand von der Zellenhöhle getrennt (Taf. VIII, Fig. 22), vielleicht auch später als selbstständige Zellen abgeschnürt. Häufig sieht man je zwei Zellen benachbarter Reihen mit solchen Fortsätzen gegeneinanderwachsen, sich endlich berühren und so das Bild der Copulation von Spirogyra darbieten (Taf. VIII, Fig. 23 bei o). Häufig trifft man auf Zellreihen, wovon jede einzelne Zelle nach einer Seite hin zwei oder mehrere spitze Fortsätze treibt, so dass das Ganze wie eine Schrotsäge erscheint. Ueberhaupt ist es

---

[1]) Vergl. Bernatzik, a. a. O. Fig. 111.

[2]) Sie stellen wohl das sogenannte Bastparenchym dar.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

bemerkenswerth, dass diese Fortsätze bei allen Zellen nur von einer Seite der Zellwand ausgehen, die andere Seite ist glatt oder mit beginnender Tüpfelbildung versehen. Durch anhaltendes Kochen im Wasser bekommt man zuweilen nur Complexe von wenigen Zellen, die ganz sonderbare Gestalten zeigen. Taf. VIII, Fig. 20, 21, 24 und 25 stellen einige derartige Complexe dar. Die Zellen in dem Complexe von Fig. 21 gehören offenbar zu einander als aus einer gemeinsamen Mutterzelle entstandene Tochterzellen; dasselbe gilt für Fig. 25; der lange Fortsatz an der obersten Zelle dieses Complexes zeigt vielleicht, auf welche Weise der Seitenarm a b auf Fig. 21 entsteht. Die Entstehung von dem sonderbaren Complex, wie ihn Fig. 24 darstellt, ist mir unerklärlich; die Spitze der unteren Zelle bei a war durchsichtig, glasig. Fig. 20 scheint zwei Zellcomplexe darzustellen, die gleichsam in der Copulation begriffen sind.

Ob nicht auch im Bereiche dieser Zellformen Fusionen vorkommen? Ich suchte zwar vergeblich nach den Beweisen für eine solche, aber das Auffinden derselben ist eben nicht leicht [1]). Nicht immer zeigen sich jedoch in diesem Gewebe so grosse Unregelmässigkeiten der einzelnen Zellenformen, oft sucht man in einem oder dem anderen Pflanzentheile vergeblich darnach, in diesem Falle haben die hieher gehörigen Zellen mehr weniger die gewöhnliche Form von Parenchymzellen, ein andermal bekommt man auf einmal eine Menge der sonderbarsten Formen zu sehen. Doch scheinen letztere den an Adventivknospen und Sprossen reichen älteren Wurzeln und Sprossen besonders eigen zu sein. Es hat ganz den Anschein, dass dieses Parenchym dazu bestimmt ist, die durch rasches Wachsthum der Theile oder durch die Entwicklung von Adventivknospen im Parenchym der Mittelrinde, im Gewebe der Innenrinde etc. entstandenen Räume sogleich auszufüllen. Die Zellen dieses Gewebes tragen den Stempel einer raschen Entwicklung an sich.

Untersucht man sie nach der Isolirung durch kurzes Kochen, so findet man ihre Wandung sehr dick, weiss, wie aufgequollen; bei starker Vergrösserung nimmt man deutlich zwei Schichten wahr, eine äussere viel breitere und eine innere schmälere. Durch Chlorzinkjod färbten sich beide blau; Cochenilleauszug färbt sie nicht. Nach der Maceration durch Aetzkali erscheinen die Wände sehr dünn; die äussere Schichte scheint demnach der in Intercellularsubstanz sich umwandelnden primären Zellmembran anzugehören.

Der Inhalt dieser Zellen ist im Herbste Amylum, im Winter bald Amylum neben Proteinkörnern, bald Protoplasma. In allen ist ein grosser Zellkern (Taf. VIII, Fig. 25) nachzuweisen. Setzt man zu den mit Cochenille-

---

[1]) Diese Zellenformen scheinen mit den Markstrahlzellen von *Araucaria brasiliensis* wie sie Schacht (Bot. Zeitg. 1862 St. 48) darstellt und mit Sanio's Holzparenchymersatzzellen (Bot. Zeitung. 1863 pag. 19 in der Anmerkung) verwandt zu sein.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

auszug getränkten Zellen Jodsolution und verdünnte Schwefelsäure, so erscheint in einigen Zellen von dem gelbbraunen zurückgezogenen Primordialschlauche eingerahmt ein schönes goldgelbes Netzwerk mit rothen Maschen oder die blau gefärbten Amylumkörner liegen in einer jedes einzelne derselben umgebenden goldgelben Masse (Taf. VIII, Fig. 19).

Hier schalte ich meine Beobachtungen ein, welche ich über die in den Geweben der unterirdischen Theile von *Convolvulus arvensis* vorkommenden Proteinkörner machte. Um die Formen derselben zu studiren wurden die Pflanzentheile zerstossen und mit Mandelöl umgerührt. Der aus der durchgeseihten Flüssigkeit sich absetzende Niederschlag wurde untersucht und zeigte neben Amylumkörnern:

a) Grössere Bläschen von 0,0012—0,0023 W. L. im Durchmesser mit deutlicher Hülle, körnigem Inhalte und in diesem mit einem wandständigen Kerne. Jodsolution färbt sie goldgelb, Cochenilleauszug die Hülle roth; der Kern bleibt weiss, glänzend (Taf. VII, Fig. 12).

b) Bläschen durch Cochenilleauszug sich färbend, bis auf eine äusserste gelbliche Schichte. Als Inhalt erscheint ein durch Cochenilleauszug sich intensiv roth färbender eckiger (krystallinischer) Kern.

c) Bläschen, die sich durch Cochenilleauszug roth färben mit einem seitlich anhängenden weissen Kerne, fast in derselben Art, wie ähnliche Bläschen im Samen von *Ricinus* [1]) vorkommen.

d) Durch Cochenilleauszug sich roth färbende Stäbchen, theilweise gekrümmt.

Die unter a beschriebenen Formen sind offenbar jene Bläschen, die wir beim Milchsafte (pg. 283) kennen gelernt haben. Sie scheinen die Träger eines Chromogens zu sein.

Die unter b und c zusammengestellten Bläschen gehören zu Hartig's [2]) Klebermehl *(Aleuron)* oder Maschke's Kaseinbläschen. Der krystallinische? Kern bei der einen Form würde nach Hartig einen Kleberkrystall [3]), der durch Cochenilleauszug ungefärbt bleibende seitliche Kern bei c den Weisskern darstellen.

d. Das Gewebe des Holzringes.

Die Gefässbündel bestehen fast ausschliesslich aus dreierlei Gewebselementen: Holzfasern, Holzröhren und Gefässröhren.

Die Hauptmasse bilden namentlich in den äusseren und mittleren Partien des Holzringes spindelförmige, im Durchschnitte 0,13 W. L. lange, 0,003—0,006 W. L. breite, am Querschnitte abgerundet viereckige Holz-

---

[1]) Vergl. Maschke, Bot. Zeitg. 1859. St. 49.
[2]) Bot. Zeitung 1855. p. 881. 1856 p. 257.
[3]) Bot. Zeitung 1859. St. 49, 50, 51.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

fasern. Sie sind sehr stark verdickt, mit spiralig gestellten, schiefen, spaltenförmigen oder rundlichen Tüpfeln versehen.

In den inneren Partien des Holzringes gegen die Markscheide zu überwiegen die Holzröhren, cylindrische, in der Regel schwach verdickte, mit schiefen Endflächen aneinanderstossende und hier mit einander communicirende Röhren.[1]) Ihre Wände zeigen in der Regel runde grosse Poren. Ihre durchschnittliche Länge beträgt 0,135—0,27 W. L., ihre Weite 0,011—0,021 W. L. Unter ihnen findet man hie und da spindelförmige, lange, oft noch mit Querwänden und mit einem körnigen Inhalte gefüllte Fasern, an dem einen Ende nach Art der Bastströhren zugespitzt, am anderen Ende abgestutzt. Sie bilden gleichsam Uebergangsformen der Holzröhren zu den Holzfasern.

Die Gefässröhren bestehen aus sehr weiten, bis 0,05 W. L. im Durchmesser betragenden, kurzen, 0,04—0,09 W. L. langen, mit meist schiefen Wänden aneinander stossenden Gliedern. Ihre Wandung ist wenig verdickt mit spaltenförmigen, quergestellten Tüpfeln, wovon bis zwölf in einer Querreihe stehen, versehen. Ihre Scheidewände sind in der bekannten Weise durchlöchert. Am Längenschnitte mit Jodsolution behandelt, erscheint ihre Wand mit einem zierlichen gelben Netzwerk bedeckt, dessen Maschen die spaltenförmigen Poren umgeben. Durch die Schultze'sche Methode wird dieses Netzwerk aufgelöst.

Versetzt man einen Querschnitt aus einem mit doppeltchromsaurem Kali getränkten Theile mit Chlorzinkjod, so färbt sich bei allen diesen verholzten Elementen der Gefässbündel die innerste Schichte tiefblau (tertiäre Verdickungsschichte?), eine äusserste Schichte gelb, die dazwischen liegende Substanz erscheint blaugrün, nach innen zu mehr mit blauer, nach aussen zu mehr mit grüner Farbe. Die gelbe Schichte trennt die einzelnen Gewebselemente von einander (Intercellularsubstanz). Durch Kali und Cochenilleauszug wird die innerste Schichte am intensivsten roth gefärbt, am wenigsten die mittlere.

Die Markscheide wird aus einfachen Spiral- und Ringgefässen und einer mehr weniger breiten, aus Cambiumzellen, Cambiumfasern und Siebröhren gebildeten Cambium zusammengesetzt. Die Siebröhren sind hier besonders häufig. Die Entwicklungsgeschichte der Gefässbündelelemente konnte ich leider nicht studieren, nur in einigen Fällen sah ich die Entstehung der Holzfasern und hier die erste Bildung von Tüpfeln (Taf. VIII, Fig. 26).

C. Wachsthum der Sprosse.

Ich ergänze hier die schon auf Seite 264 gegebene Entwicklungsgeschichte der Adventivknospe, indem ich daran aus den Resultaten,

[1]) Die Form der Tüpfel hier entspricht vollkommen der Darstellung Dippel's (Bot. Zeitg. 1862 Taf. IX. Fig. 40, 41, 42) von *Pyrus torminalis*.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

welche die Untersuchung der einzelnen Gewebe geliefert hat, ihre weitere Ausbildung zum Spross knüpfe. Aus einer oder wenigen Zellen oder Zellcomplexen des Parenchyms der Mittelrinde durch wiederholte Theilung entstanden, stellt die erste Knospenanlage eine Masse vollkommen gleichartiger Zellen (Urparenchym) dar. Zunächst wachsen diese Zellen mit Ausnahme jener, welche die Knospenspitze bilden, etwas aus. Durch Theilungsvorgänge, welche in Richtung und Aufeinanderfolge in verschiedenen Regionen der Knospe verschieden sind, wird der Grund gelegt zur ersten Differenzirung der verschiedenen Gewebe. Zuerst scheidet sich durch Vorherrschen der Längentheilung die Gefässbündelzone aus, zu einer Zeit, wo noch in allen übrigen Schichten Theilung nach allen Richtungen des Raumes stattfindet. Dann folgt die Entstehung der Aussenrinde und des äusseren Theiles der Mittelrinde durch herrschende Quertheilung.

Die angelegten Gewebe wachsen aus, theils durch Streckung der Zellen, theils durch Vorherrschen der Theilung in dieser oder jenen Richtung. Hat der betreffende Theil seine definitive Länge erreicht, so hören diese Vorgänge in gewissen Geweben auf, und machen anderen Platz, welche die Zunahme des Pflanzentheiles in radialer Richtung sowie die Consolidirung der einzelnen Formelemente bewirken.

Wollen wir demnach die Aufeinanderfolge der Entwicklungsvorgänge der einzelnen Gewebe innerhalb eines Sprosseninternodiums leicht übersehen, so müssen wir unsere Betrachtung auf zwei Momente im Leben desselben beziehen, auf die Periode der Streckung und die Periode der Verdickung.

I. Periode der Streckung.

a) In der Aussenrinde und den äusseren Schichten der Mittelrinde: herrschende Quertheilung mit jedesmaliger Streckung der entstandenen Tochterzellen. Letztere bleiben in Complexen vereinigt.

b) Innere Mittelrinde und Markparenchym: Theilung nach allen möglichen Richtungen neben geringer Streckung und auffallender Ausdehnung der einzelnen Zellen. Erst die späteren Producte der Theilung bleiben in Complexen vereinigt.

Die auffallend grössere Länge der Zellcomplexe der äusseren Schichten der Mittelrinde gegenüber jener der innern Schichtenlagen derselben spricht dafür, dass die Entstehung der Zellcomplexe der ersteren auf einen früheren Zeitpunkt fällt, als jene der mittleren Strata, d. h., dass während noch in letzterem Theilung mit vollkommener Abschnürung der Zellen stattfand, sich schon in den ersteren die durch herrschende Quertheilung entstandenen Tochterzellen zu Complexen formten und durch diese Theilungsrichtung der Streckung der Knospe folgten. Die Zellen der eigentlichen Mittelrinde nahmen erst später die herrschende Theilungsrichtung an und formten sich zu Com-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

plexen. Man könnte sagen, die äusseren Schichten sind dem cambialen Zustande entrückter als die mittleren.

c) Innerhalb der Gefässbündelzone, im inneren Theile derselben: herrschende Längentheilung mit untergeordneter Quertheilung (lange und kurze Cambialzellen); nach aussen davon: einfache Quertheilung und Streckung mit oder ohne Fusion (Cambialfasern, Siebfasern, Siebröhren); mehrfache Quertheilung mit Streckung und Fusion (Baströhren), ohne Streckung und ohne Fusion (Bastparenchym). Milchsaft in Siebröhren. Nach innen zu: Holzröhren, Spiral- und Ringgefässe, Cambialfasern, Siebröhren. Längen- und Quertheilung im Radius des Markstrahls.

II. Periode der Verdickung.

Das Wachsthum in die Dicke wird ausschliesslich durch die Thätigkeit der Cambialschicht der Gefässbündel bewirkt, und zwar nicht bloss in radialer Richtung durch die Fortbildung der Innenrinde einerseits und der Holzbündel anderseits, sondern auch in tangentialer Richtung durch die Entwicklung von Parenchym (secundärem) innerhalb ihrer Gewebe, welches theils von den Markstrahlen, theils von dem Bastparenchym auszugehen scheint (pag. 292). Bemerkenswerth und charakteristisch ist für diese Periode in Bezug auf das Cambium der Gefässbündel das Vorherrschen der Längstheilung, die Bildung von Holzfasern und Gefässröhren einerseits, jene von aus Siebröhren, Siebfasern und Cambialfasern bestehenden Bündeln anderseits. An der Grenze der Aussenrinde in die Mittelrinde entsteht eine Schicht von Bildungsgewebe, welches durch Längstheilung das die Epidermis verdrängende Periderm erzeugt. Der Umfangzunahme folgt dieses Gewebe sowie jenes der äusseren Strata der Aussenrinde durch Längentheilung in radialer und durch Streckung der einzelnen Zellen in tangentialer Richtung. Die Mittelrinde verhält sich mehr passiv, gleichsam als Ausfüllungsgewebe. Sie folgt der Umfangzunahme vorzüglich durch Streckung in tangentialer Richtung, daneben durch Längentheilung in radialer Richtung und vielleicht, wie das Vorkommen von einzelnen mit flüssigem Protoplasma gefüllten Zellen und schmalen, aus kleinen, einen ähnlichen Inhalt einschliessenden Zellen bestehenden Zellcomplexen mitten unter den gewöhnlichen Complexen zu beweisen scheint, auch durch partielle Neubildung.

Gleichzeitig mit diesen Vorgängen findet in gewissen Geweben die Ablagerung secundärer Verdickungsschichten und Verholzung statt.

Uebersicht.

Zum Schlusse stelle ich die wichtigsten Resultate meiner Untersuchungen in Kürze zusammen.

1. Die Wurzel von *Convolvulus arvensis* erzeugt Sprosse aus Adventivknospen; letztere entstehen frei, ohne Einfluss der Gefässbündel der

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Wurzel, aus einzelnen Zellen oder Zellencomplexen der Mittelrinde. Die auswachsende Knospe setzt sich durch den ihr entsprechenden Markstrahl in Verbindung mit der Markscheide der Wurzel.

2. Die echten Knospen der Sprosse sind mit einer Epidermis versehen, welche Spaltöffnungen besitzt und mit einer Cuticula bedeckt ist. Erstere verschwinden mit der Streckung der Knospe zum Spross.

3. Das Verhalten der Parenchymzellcomplexe der Mittel- und Innenrinde von *Convolvulus arvensis* lässt vermuthen, dass die Intercellularsubstanz nicht ein Absonderungsprodukt der Zellen ist, sondern durch Umwandlung und Verflüssigung der Mutterzellhäute gebildet wird [1]).

4. Die Milchsaftgefässe von *Convolvulus arvensis* entstehen entweder direkt aus Cambialzellen (Innenrinde) und stellen anfangs mit Milchsaft gefüllte Siebröhren dar; oder sie entstehen aus senkrechten Reihen von mit Milchsaft gefüllten Parenchymzellen (Mittelrinde). In beiden Fällen stellen sie mehr weniger vollendete Fusionsgebilde dar.

Es kommen aber auch nicht verschmolzene Milchsaftzellreihen und sogar einzelne mit Milchsaft gefüllte Parenchymzellen (Milchsaftzellen) vor.

Bei *Convolvulus arvensis* sind daher die Milchsaftgefässe weder identisch mit den Baströhren, noch entstehen sie aus Intercellularräumen.

Nur die Milchsaftgefässe der Innenrinde sind vom Cambium abhängig, jene der Mittelrinde und des Markes entstehen unabhängig von diesem.

5. Baströhren kommen nur in den Wurzelsprossen der Ackerwinde vor. Sie entstehen hier durch die Verschmelzung von senkrechten Reihen gestreckter Parenchymzellen, welche aus einer Cambialfaser durch wiederholte Quertheilung und folgende Streckung jeder Tochterzelle hervorgegangen sind. Sie werden nur einmal im Leben des Sprosses gebildet.

6. Im Herbste kommt Amylum in allen parenchymatischen Geweben der Mittelrinde, des Markes und der Innenrinde vor und bildet den fast ausschliesslichen Inhalt ihrer Zellen; im Winter (Dezember, Januar) ist das Amylum aus diesen Geweben entweder ganz oder zum grossen Theile geschwunden, neben ihm oder an seiner Stelle treten flüssige und geformte Proteinstoffe auf.

Das Herbstamylum differirt in Form, Grösse etc. von jenem des Winters.

7. Die geformten Proteinstoffe (Proteinkörner, Proteinbläschen) finden sich in den parenchymatischen Zellen der Mittelrinde, vorzüglich häufig aber in den gleichen Zellen der Innenrinde sowie in den jugendlichen Siebröhren (resp. Milchsaftgefässen).

8. Im Milchsafte kommen neben kleinen eine lebhafte Mollecularbewegung zeigenden Körnchen grössere Bläschen vor, welche die Träger eines Chromogens zu sein scheinen.

Wien, im Februar 1863.

---

[1]) Vergl. Sanio, Einige Bemerkungen über den Bau des Holzes. Bot. Zeitg. 1860. St. 21. p. 209.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Erklärung der Tafeln.

Tafel VI.

Fig. 1. Stück eines Wurzelsprosses mit einer Knospe, etwas vergrössert. *B.* Längenschnitt durch ein solches Stück, um den Verlauf der Gefässbündel zu zeigen, stärker vergrössert. Bei *a* ein kleines Knöspchen in der Achsel des die grosse Knospe stützenden Niederblattes.

„ 2. *A.* Stück einer Wurzel mit zwei Adventivknospen. *B.* Ein ähnliches Stück mit einer hervorbrechenden Adventivknospe *a* und einer noch unter der Oberfläche der Wurzel versteckten *b*.

„ 3. Partie aus einem Querschnitt durch die Wurzel. *m* Parenchym der Mittelrinde. *b* die Baströhrenbündel des Sprosses vertretende Zellenreihe. *vl* Milchsaftgefässe. *k* Krystallkammerfasern. *c* Cambium. *h* Holztheil der Gefässbündel. Vergr. $^{270}/_{1}$.

„ 4. Partie eines radialen Längenschnittes durch die äussersten Partien des Sprosses. *a* Epidermiszellen mit verdickten Aussenwandungen. *b* Aussenschicht des Mittelrindenparenchyms. Vergr. $^{270}/_{1}$.

„ 5. Dasselbe aus der Wurzel. *a* Peridermzellen. *b* Peridermmutterzellen. *c.* Aussenschicht der Mittelrinde. Vergr. $^{270}/_{1}$.

„ 6. Epidermis des Sprosses von der Fläche gesehen. Vergr. $^{170}/_{1}$.

„ 7. Epidermis der Knospenspitze von der Fläche gesehen. *x x* entstehende Spaltöffnungen. Vergr. $^{270}/_{1}$.

„ 8. Partie aus dem Querschnitte durch einen Spross. *b* verholzte, *b'* unverholzte Baströhren, die übrige Bezeichnung wie bei Fig. 3. Vergr. $^{250}/_{1}$.

„ 9. 10. Spaltöffnungen der Knospe in verschiedenen Entwicklungszuständen. Vergr. $^{500}/_{1}$. Fig. 10 stärker vergrössert. *a* Stomazellen. *b* die dieselben umgebenden Epidermiszellen. *o* Spaltöffnung.

„ 11. Schematische Darstellung, siehe pag. 264.

Tafel VII.

Fig. 1—10. Parenchymzellcomplexe aus der Mittelrinde, 1—8 durch Fäulniss, 9 durch Kochen in Aetzkali isolirt. Vergr. $^{150}/_{1}$. Fig. 10 stärker vergrössert.

„ 11. Amylumkörner. *a—h* Herbstamylum, *i—o* Winteramylum (1863).

„ 12. Proteinkörner aus den Zellen des Parenchyms der Innenrinde.

„ 13. Krystallkammerfasern.

„ 14. Partie aus dem Parenchym der Markstrahlen der Innenrinde durch Kochen im Wasser isolirt. Die oberste Zelle ist in vier Kammern getheilt, wovon eine mit Proteinkörnern, die anderen mit je einer Krystalldruse gefüllt sind.

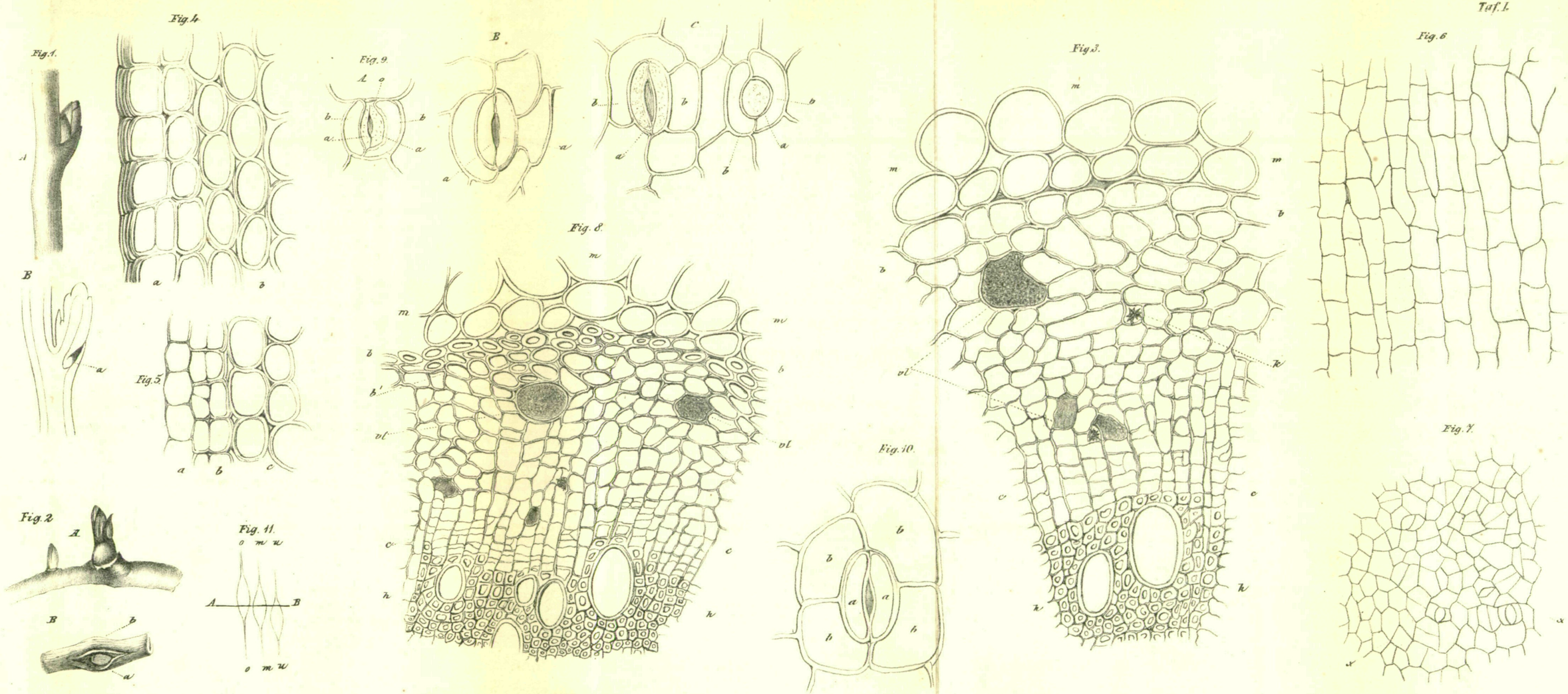
© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 15. Krystallkammerzelle (k).
„ 16—19. Milchsaftzellreihen aus der Innenrinde. Vergr. $^{150}/_{1}$.
„ 20. Verzweigte Milchsaftzellreihe mit anstossenden Cambialzellen. Vergr. $^{250}/_{1}$.
„ 21. Isolirter Milchsaftschlauch mit aus der Oeffnung der Scheidewand heraustretendem coagulirten Inhalt. Vergr. $^{150}/_{1}$.
„ 22. Zwei aneinander stossende Milchsaftschläuche mit coagulirtem in Portionen getheilten Inhalt. Die Portion *x* gehört sowohl der oberen als der unteren Zelle an. Vergr. $^{150}/_{1}$.
„ 23. Milchsaftröhre mit Ringbildungen zum Beweise, dass sie aus der Verschmelzung von übereinander stehenden Zellen (Schläuchen) entstanden ist. Vergr. $^{460}/_{1}$.
„ 24. Stück eines Milchsaftschlauches mit deutlicher Oeffnung in der Scheidewand. Vergr. $^{270}/_{1}$.
„ 25. Querschnitt durch ein Milchsaftgefäss (*v l*) der Mittelrinde.
„ 26. Stück einer Siebröhre (resp. eines Milchsaftschlauches) nach der Behandlung mit Cochenilleauszug. Innerhalb der zarten äusseren Membran, die oben in eine schief gestellte Verdickung endet, liegt die contrahirte, spiralig gefaltete Innenhaut (Primordialschlauch), welche früher den Inhalt umschloss. Vergr. $^{250}/_{1}$.

Tafel VIII.

Fig. 1—7. Entwickelte Baströhren. Vergr. $^{150}/_{1}$. Fig. 7. Vergr. $^{800}/_{1}$.
„ 8—10. Unentwickelte Baströhren mit körnigem Inhalt und Scheidewänden. Fig. 8, 9. Vergr. $^{150}/_{1}$. Fig. 10. Vergr. $^{460}/_{1}$.
„ 11. Siebröhren. Vergr. $^{460}/_{1}$.
„ 12. Siebfaser. Vergr. $^{460}/_{1}$.
„ 13—15. Theile von Siebröhren. Vergr. $^{250}/_{1}$.
„ 16. Theile von Siebröhren mit scheibenförmigen Verdickungswülsten.
„ 17. Ein ringförmiger Verdickungswulst aus einer Siebröhre. Stark vergrössert.
„ 18. Durch Kochen im Wasser vollkommen isolirte Verdickungswülste von Siebröhren.
„ 19. Eine isolirte Zelle aus dem Parenchym der Innenrinde nach der Behandlung mit Jodsolution, verdünnter Schwefelsäure und Cochenilleauszug. Der Primordialschlauch ist zurückgezogen und umschliesst die wie in einem Netzwerke des Proteininhalts eingeschlossenen Stärkekörner.
„ 20—25. Zellcomplexe aus der Innenrinde durch Kochen im Wasser isolirt.
„ 26. Bündel jugendlicher Holzfasern mit beginnender Tüpfelbildung.

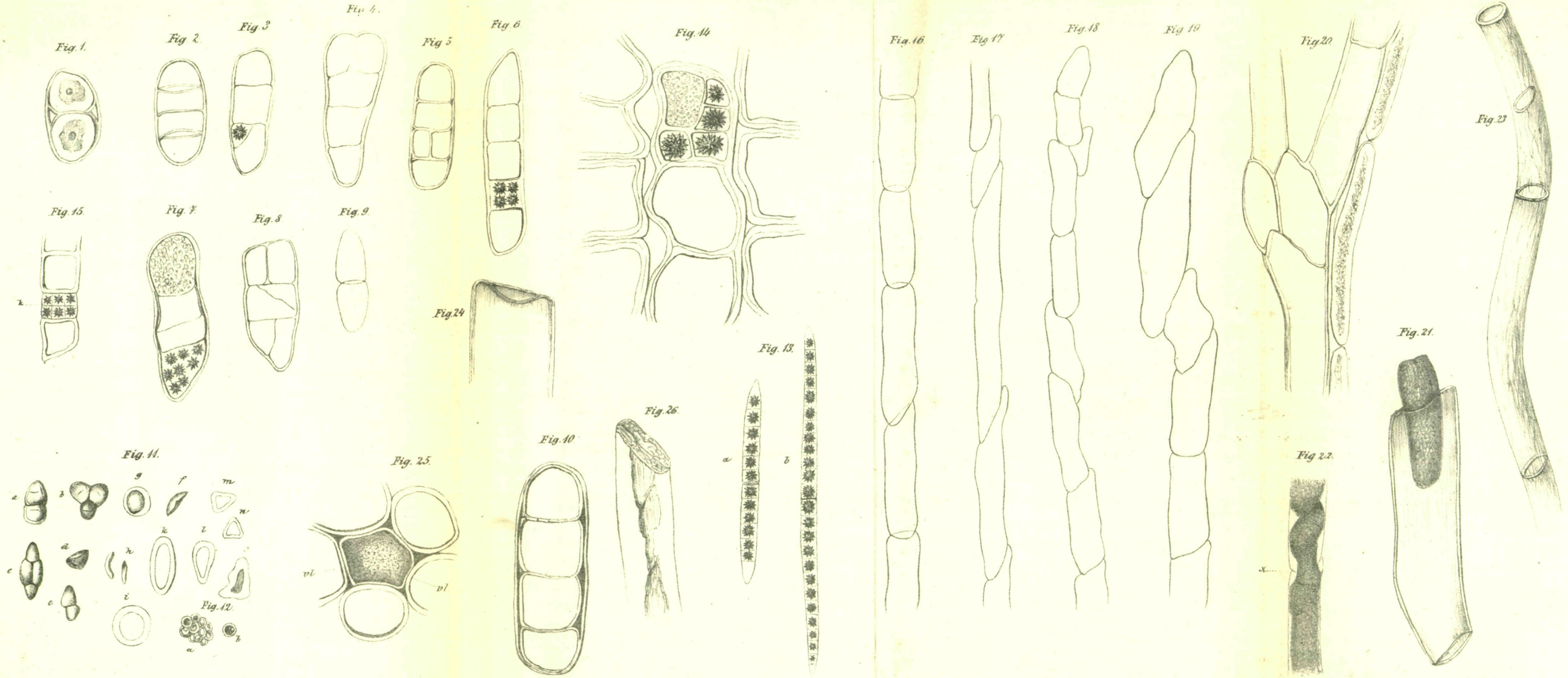
© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Lith. art. Anst. v. A. Hartinger & Sohn in Wien.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Lith. art. Anst. v. A. Hartinger & Sohn in Wien.

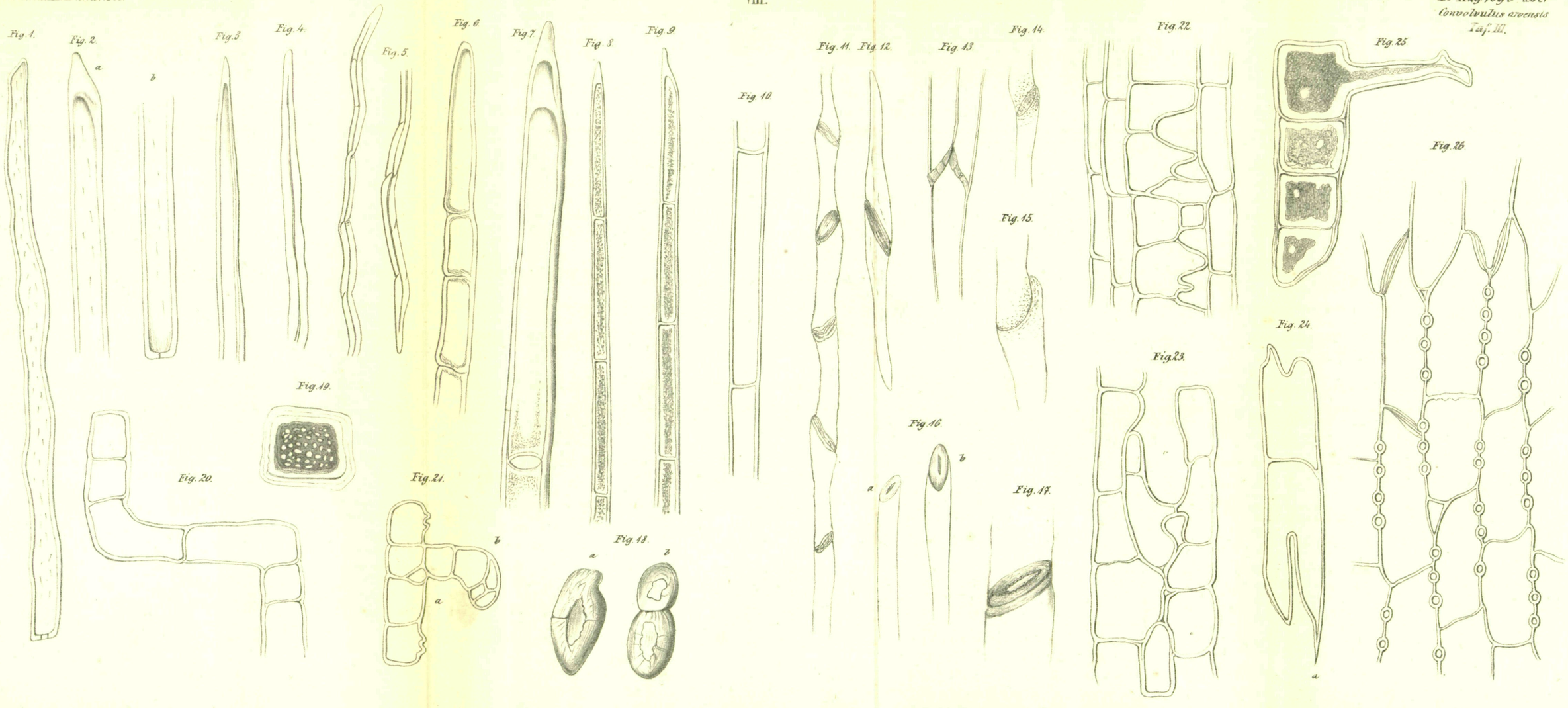
© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Verhandl. der k. k. zool. bot.
Gesellsch. XIII. Band. 1863.

VIII.

Dr. Aug. Vogl über
Convolvulus arvensis
Taf. III.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: 13

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

Artikel/Article: Anatomie und Histologie von Convolv. arvensis L.. (Tafel 6-8) 257-300