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

Litteratur.

A. Artari, I. Zur Frage über Ernährung der Flechtengonidien mit organischen Verbindungen. Sitzungsber. der Kaiserl. Naturforscherges. in Moskau. (Vom 15./27. October 1898.)

— II. Ueber die Entwickelung der grünen Algen unter Ausschluss der Bedingungen der Kohlensäure-Assimilation. Bull. de la Soc. Imp. des Natural. de Moscou, 1899, Nr. 1.

— III. Zur Ernährungsphysiologie der grünen Algen. Ber. der Deutschen Botan. Ges., Band XIX, Heft I, 1901.

— IV. Untersuchungen über Entwickelung und Systematik einiger Protococcideen. Inaug.-Diss. Basel. Bull. de la Soc. Imp. des Nat. de Moscou, 1892. Siehe auch Famintzin: Die anorgan. Salze als Hilfsmittel zum Studium der Entw. nied. chlorophyllhalt. Organismen. Mélanges biol. St. Pétersbourg, T. VIII, 1871.

Beijerinck, Culturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen. Botan. Zeit., 1890.

van Tieghem, nach Referat in Just's Botan. Jahresbericht. Zweiter Jahrgang 1874, Erste Abth., pp. 155—156.

---

19. Wilhelm Brenner: Ueber die Luftwurzeln von Avicennia tomentosa.

Mit Tafel VI—VIII.

Eingegangen am 24. März 1902.

Ueber die unter dem Namen von Pneumatophoren bekannten interessanten Gebilde einiger die Mangroven bewohnender Pflanzen sind schon mehrfach Untersuchungen veröffentlicht worden[1]). Wenn ich es daher unternehme, die entsprechenden Organe auch von *Avicennia* zu beschreiben, so geschieht dies in erster Linie darum, weil sie hier zum Theil ganz eigenthümliche Structurverhältnisse zeigen, die bisher nur theilweise beobachtet[2]), nicht abgebildet und genauer analysirt worden sind. Durch reichliches, von dem nun seither leider verstorbenen Prof. A. F. W. Schimper in Basel bei Gelegenheit der deutschen Südsee-Expedition in Kamerun gesammeltes und mir bereitwilligst zur Verfügung gestelltes Material war ich in der Lage, mich über den Bau und zum Theil auch die Entwickelung dieser Organe zu orientiren.

1) Namentlich ist als zusammenfassende Arbeit zu erwähnen: A. F. W. Schimper, Die indomalayische Strandflora. Bot. Mittheilungen aus den Tropen III, Jena, 1891.

2) H. Schenck, Ueber die Luftwurzeln von *Avicennia tomentosa* und *Laguncularia racemosa*. Flora 1889, p. 83 ff.

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

Die Untersuchungen wurden im botanischen Institut der Universität Basel ausgeführt.

Avicennia erzeugt ähnlich wie *Sonneratia* und *Laguncularia*, gewisse Palmen- und Pandanusarten an dem reich verzweigten, im Schlamm der Mangrove verborgenen Wurzelsystem spargelartige, nach KARSTEN[1]) negativ geotropische, nach JOST[2]) aërotropische Gebilde, deren Function offenbar darin besteht, für einen genügenden Gasaustausch in den Wurzeln zu sorgen. Für negativen Geotropismus sprechen nach KARSTEN Versuche mit *Sonneratia* und *Avicennia*, bei welchen nach künstlicher Biegung die Pneumatophoren, auch wenn sie allseitig von Luft umgeben waren, sich wieder senkrecht stellten; für Aërotropismus dagegen nach JOST die Beobachtung, dass die Pneumathoden von *Phoenix* da, wo sie über dem feuchten Boden entstehen, ohne bestimmte Orientirung allseitig abstehen, während sie im Schlamm stets senkrecht nach oben wachsen. Es wäre diese Streitfrage also erst durch weitere experimentelle Versuche zu entscheiden. Unzweifelhaft ist ja, wie dies schon GOEBEL erwähnt[3]), das Sauerstoffbedürfniss in letzter Linie das treibende Agens, wie beim nach oben Wachsen des Stengels das Lichtbedürfniss, doch kann wohl wie hier so auch dort die Schwerkraft in so fern mitbestimmend geworden sein, als die durch Erfahrung meist als zweckentsprechend erprobte bestimmte Einstellung zum Loth als Eigenschaft erworben und vererbt worden ist. Es wäre so auch wohl zu verstehen, dass je nach der Dauer der Anpassung an den eigenartigen Standort die verschiedenen hier in Betracht kommenden Pflanzen mehr oder weniger consequent auch auf die Einwirkung der Schwerkraft reagirten.

Etwelche Unklarheit herrscht nun in der Litteratur auch noch über den Organcharakter dieser Gebilde. Während sie früher meist von vornherein ihrer Stellung gemäss als Wurzeln angesehen wurden, tritt neuerdings WESTERMAIER[4]) energisch für ihre Auffassung als stengelähnliche Organe ein. Jedenfalls trifft nun aber das allgemeinste Characteristicum des Stengels, das Vorkommen von, wenn auch nur rudimentären Blättern, für unsere Organe nicht zu, wohl aber das typische Merkmal der Wurzeln: endogene Entstehung der, hier allerdings nur spärlich vorhandenen Seitentriebe. Dass die

---

1) G. KARSTEN, Ueber die Mangrovevegetation im malayischen Archipe Bibliotheca botanica, H. 22, Kassel 1891.

2) L. JOST, Ein Beitrag zur Kenntniss der Athmungsorgane der Pflanzen Bot. Ztg., 1887, S. 601.

3) K. GOEBEL, Ueber die Luftwurzeln von *Sonneratia*. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1886, S. 249 ff.

4) M. WESTERMAIER, Zur Kenntniss der Pneumatophoren. Bot. Untersuchungen im Anschluss an eine Tropenreise. Freiburg (Schweiz), 1900.

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

Calyptra in Folge der eigenthümlichen Function der Pneumathode unkenntlich geworden, wäre nicht zu verwundern. KARSTEN nennt die ähnlichen Gebilde bei *Bruguiera* Organe sui generis, womit offenbar ausgedrückt sein soll, dass sie sich weder unter Wurzel-, noch Stengelorgane genau subsumiren lassen.

Die Grösse der Spargelwurzeln von *Avicennia* scheint zwischen ziemlich weiten Grenzen zu schwanken; das Maximum dürfte ca. 35 *cm* sein; doch war ein grosser Theil der von mir untersuchten Exemplare nur 8—10 *cm* lang. Namentlich unter diesen kleineren machte sich ein eigenthümlicher, äusserlich sehr auffallender Dimorphismus geltend. Während einzelne über und über mit höckerartigen „Lenticellen" bedeckt waren (Taf. VIII, Fig. II), zeigten andere eine beinahe ganz glatte, an der Spitze meist glänzend schwarze Oberfläche (Fig. I), welche nur von wenigen „Lenticellen" durchbrochen und in feinen über einander liegenden Rillen gefaltet war. Die grösseren Pneumatophoren (Fig. III) zeigten zahlreiche „Lenticellen" an der durch Verletzungen und secundäre Wachsthumsvorgänge unregelmässig gefurchten Oberfläche. Es dürfte wohl mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen sein, dass die glatten Gebilde, nahe am Stamm, ganz in Luft oder Schlamm gewachsen sind, die höckerigen, kurzen, jugendlichen Stadien entsprechen und an ziemlich oberflächlichen, die grossen alten dagegen an tieferen Wurzeln und in ziemlicher Entfernung vom Stamm gestanden haben. Bei späterem Sammeln dieser Objecte sollte womöglich auf diese Verschiedenheit Rücksicht genommen und Alter und Standort genau notirt werden. Schliesslich lagen mir noch einige Stücke einer älteren Erdwurzel vor, deren Aeusseres aber mehr einem verfaulten Schilfrohr glich, als einem lebenden Organ, warum, wird die genauere Beschreibung zeigen.

Wenden wir uns nun der Anatomie dieser Gebilde zu. Zuerst sei der Bau der Spitze der glatten Pneumatophoren beschrieben als offenbar der jüngsten und am wenigsten ausgeprägten Entwickelungsstadien, hierauf deren Basis, mit welcher die Verhältnisse bei den höckerigen Organen in Parallele zu setzen sind. Erst hieraus dürfte dann auch der Bau der ausgewachsenen Gebilde zu verstehen sein.

An der Spitze der **glatten Pneumatophoren**, bei einem Querschnitt von 2,8 *mm*, ist ein ziemlich dünnwandiges, nur mit sehr kleinen dreieckigen Intercellularen versehenes Mark zu beobachten, dessen Breite (0,65 *mm*) etwas weniger als der vierte Theil des ganzen Querschnittes beträgt. Dasselbe wird umschlossen von einem im Mittel 0,32 *mm* dicken Holzcylinder, der an seinem Innenrande noch sehr deutlich die Gefässprimanen erkennen lässt (vergl. Fig. 1). Im Uebrigen besteht er aus mehreren Reihen eines parenchymatischen Markstrahlgewebes und dazwischen liegenden, stark verdickten, auf dem Querschnitt polygonalen Libriformfasern und ziemlich zahl-

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

reichen Gefässen. Die Zahl der radial über einander stehenden Holzfaserelemente beträgt durchschnittlich 15. Eine genauere Beschreibung der einzelnen Zellarten mag später folgen. Ausserhalb des noch gewellten (Wurzelcharakter!) Cambiumringes finden sich vier bis fünf Zelllagen eines secundären Bastes, der einerseits aus parenchymatischen Elementen und andererseits aus Siebröhren und verholzten Fasern besteht, welch letztere in grösseren halbmondförmigen Gruppen ausserhalb der Gefässreihen und als kleinere Bastbündel überall im dünnwandigen Parenchym zerstreut stehen. Der Centralcylinder erreicht im Ganzen einen Durchmesser von 1,3 *mm*, also beinahe die Hälfte des ganzen Querschnittes. Er ist umgeben von einer deutlichen Endodermis. Die nun folgende primäre Rinde ist in Fig. 2—4 abgebildet und vor allem charakterisirt durch ihren lockeren schwammigen Bau. Die meist isodiametralen, vier- bis sechseckigen Zellen stossen in der Regel nur mit dreien ihrer Wände an benachbarte und lassen so überall rundliche oder eckige Intercellularen frei, die, wie man aus dem Radialschnitt (Fig. 3) ersieht, meist in der Richtung der Achse verlängert sind. In diesem Gewebe fallen einzelne grössere, durch massive Verdickungen ausgezeichnete Zellen auf, die, ziemlich regelmässig auf dem ganzen Querschnitt zerstreut, namentlich an den Stellen sich finden, wo drei Intercellularen nahe bei einander liegen. Die stets stark verholzte Verdickung besteht meist aus einem dreiarmigen Gerüst massiver Wülste, die, oft bogig verkrümmt, die Zellen zu ausserordentlich bizarren Formen gestalten (Fig. 4). Ihre Function dürfte wohl in der Aussteifung der Intercellularen resp. deren Begrenzungswände zu suchen sein. Es sind diese Verdickungen schon von KARSTEN (l. c.) und SCHENCK (l. c.) erwähnt worden. Ganz ähnliche Gebilde beschrieb KARSTEN auch bei *Aegiceras*, sowie WESTERMAIER bei *Sonneratia acida* (l. c.) als sogenannte Trichoblaste, die, wenn auch nicht in der Form und Stellung, so doch offenbar in der Function mit den unserigen übereinstimmen. Wie bei *Rhizophora Mangle* (Warming) befinden sich diese steifen Haargebilde bei *Sonneratia* mehr in als zwischen den Intercellularen. Die Verholzung dieser Zellen bei *Avicennia* beschränkt sich übrigens nicht nur auf die Verdickungen, vielmehr lässt sich schon durch die Phloroglucinreaction auch in den unverdickten Zellpartien eine verholzte Lamelle erkennen, die jedoch nach innen und aussen noch von einer Cellulosemembran umgeben ist. Es ist dies namentlich bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure zu sehen. In concentrirter Chromsäure lösen sich die Verdickungen sowie die dünne mediane Holzlamelle erst viel später auf, als das übrige Gewebe.

Die äussersten Schichten der primären Rinde werden von rundlichen, enger an einander schliessenden Zellen gebildet. Das Ganze

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

ist bedeckt von einem glatten dicken Korkmantel, der aus sieben bis zwölf Lagen geradwandiger, nur wenig tangential gestreckter Zellen besteht.

Fertigen wir uns einen Schnitt durch eine ältere, tiefer liegende Partie der glatten Pneumatophore an, so finden wir im Grossen und Ganzen die nämlichen Verhältnisse. Das Mark ist nur in so fern etwas verändert, als die Zellwände etwas dicker und namentlich die Intercellularen grösser, oft vier- statt nur dreieckig sind Seine Breite erreicht ziemlich genau den vierten Theil des ganzen Querschnittes (1,38 von 5,2 *mm*). Der Holzcylinder ist hier schwächer entwickelt als an der Spitze, seine Dicke beträgt nur 0,15 *mm*, und die einzelnen Holzfasergruppen schliessen nicht zu einem vollständigen, gleichmässig dicken Ring zusammen, sondern lassen sich noch deutlich von einander unterscheiden. Fig. 1, welche einen extremen Fall darstellt, möge dies illustriren. Bei einem Querschnitt von 5,2 *mm* finden wir durchschnittlich nur zehn Holzelemente ausgebildet. Der Bast ist in diesen älteren Theilen dagegen etwas mächtiger und umfasst vier bis sieben Zelllagen (wohl noch eine Andeutung der mächtigen Bastschicht in den Erdwurzeln, die später zu besprechen sein wird). Das Verhältniss der Breite des ganzen Centralcylinders zum Querschnitt ist 1,7 : 5,2, also zu Ungunsten des ersteren verschoben. Die primäre Rinde erinnert zwar noch an die oben beschriebenen Verhältnisse, doch sind die Intercellularen viel grösser, die sie begrenzenden Zellen alle stark in die Länge gezogen und zwar die mit Verdickungen versehenen meist, entsprechend den drei Leisten, gabelförmig getheilt (Fig. 5). Auf Längsschnitten erscheinen daher auch die verdickten Zellen hier radial gestreckt. Da, wo die einzelnen Zellen an einander stossen, finden sich (an Radialschnitten zu sehen) kleine rundliche Intercellularen, auf die ich später noch zu sprechen komme. Der Korkmantel ist ziemlich gleich stark wie an der Spitze des Gebildes, sechs- bis zwölfschichtig, besteht jedoch aus mehr tangential gestreckten Zellen.

An der Basis der glatten Pneumatophore finden wir diese Verschiebung der Verhältnisse noch ausgeprägter. Hier ist das Mark noch lockerer, der Holzcylinder noch weniger zusammenhängend, die Rindenzellen noch länger und öfter collabirt, gebräunt und abgestorben. Die grossen Lücken erscheinen oft von einer bräunlichen körnig plasmatischen Substanz erfüllt. Bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure lässt sich hier ausserordentlich schön das bekannte gelbe Intercellularhäutchen nachweisen. Dasselbe wölbt sich bei der Operation meist nach aussen, wie Fig. 5 zeigt.

Bei Verletzungen beobachtet man oft die Entstehung eines secundären Rindengewebes. Innerhalb der verletzten oder inficirten Stelle bildet sich, oft weit in das Organ eingreifend und die primäre

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

Rinde bis zum Holzcylinder durchsetzend, ein Cambium, das nach innen radiale Reihen eines parenchymatischen Gewebes, nach aussen Kork erzeugt. In Fig. IV ist eine solche secundäre Rindenbildung abgebildet. Fig. 6 stellt dazu eine solche Stelle dar, wo sich primäre und secundäre Rinde berühren. Zunächst besteht dieses Phelloderm aus eckigen, isodiametralen, später meist vierlappigen oder sternförmigen Zellen, die jedoch in der Folge noch mannigfache Veränderungen erleiden können, wie das Studium der anderen Pneumatophorenstadien zeigen wird. Vorerst sei nur als wichtig hervorgehoben, dass, wie Fig. IV zeigt, durch solche Bildungen die primäre Rinde unter Umständen bis auf den Centralcylinder hinein durch Phelloderm ersetzt werden kann.

Die **höckerigen Pneumatophoren** liefern nur wenig unterhalb ihrer Spitze schon ein ganz anderes Bild. Das Mark zwar entspricht in Ausdehnung und Bildung noch demjenigen des Scheitels der glatten Pneumathode, dagegen ist der ganze Centralcylinder im Verhältniss zum Querschnitt etwas weniger weit (1,4 : 3,7), obschon der Bast, aus fünf bis acht Zelllagen bestehend, mächtiger entwickelt ist. Die Rinde ist nur in ihren inneren Partien noch theilweise aus den primären Elementen gebildet, wie sie oben beschrieben wurden; aussen sehen wir fast überall, scheinbar unabhängig von Verletzungen, weil offenbar unmittelbar unter dem durch den Schlamm emporbringenden Vegetationspunkt beginnend, ein mächtiges Phelloderm entstehen, dessen deutlich radiale Reihen gleich nach der Ausbildung aus einander weichen und so grosse, radial gestreckte Lücken entstehen lassen. An manchen deutlich inficirten Stellen ist auch ein nach innen, bis an den Centralcylinder greifendes Cambium entstanden, das alle primären Elemente abschneiden wird. Entsprechend dieser energischen Thätigkeit des Phellogens nach innen ist auch das eigentliche Korkgewebe mächtig entwickelt. Es besteht an dem undeutlichen Vegetationspunkt schon aus 10—20 Lagen dünnwandiger Zellen mit etwas gefalteten Wänden. An seiner Oberfläche ist dieser Korkmantel mit zahlreichen Knötchen und Höckern versehen, welche sich bei näherer Untersuchung als eine Art von Lenticellen herausstellen. Ihre nähere Beschreibung mag jedoch erst später folgen.

Ein Querschnitt in tieferer Lage zeigt uns auch hier von den glatten Pneumatophoren abweichende Verhältnisse. Das Markgewebe weist keine grösseren Intercellularen auf, als an der Spitze, dagegen ist der Holzcylinder, statt wie dort schwächer, mächtiger ausgebildet. Während er dort bei einem Gesammtdurchmesser des Gebildes von 3,7 *mm* nur 0,21 *mm* breit war, erreicht er hier 0,42 *mm* auf 4,9 *mm*. Dort waren etwa 14, hier 33 Holzelemente ausgebildet. Auch der Bast ist mächtiger entwickelt. Von einer normalen

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

primären Rinde ist nichts mehr zu sehen, an ihre Stelle ist das kleinzelligere, in radialen Reihen angeordnete Phelloderm getreten. Den Abschluss nach aussen bildet dem entsprechend ein dicker Korkmantel, der hie und da von „Lenticellen“ unterbrochen ist, an deren Grunde die Phelloderm-Erzeugung besonders energisch vor sich geht.

An der Basis der höckerigen Pneumatophoren sind diese Verhältnisse meist noch typischer ausgebildet: dichtes Mark, mächtiger Holzcylinder, kleinzelliges secundäres Rindengewebe mit radialen Intercellularen, äusserst dicker Kork (bis 35 Lagen).

Hier lassen sich nun auch ohne Zwang die **grossen alten Luftwurzeln** anreihen, deren äussere und innere Ausbildung auf den ersten Blick nur wenig Aehnlichkeit mit den zuerst beschriebenen glatten Gebilden hat. Ein Querschnitt ist in Fig. V abgebildet. Der Durchmesser des Centralcylinders erreicht auch hier beinahe ein Drittel des Querschnittes. Das Mark ist dicht, mit nur kleinen dreieckigen Intercellularen, die Wände der Zellen mit zahlreichen Tüpfeln versehen. Das Holz, aus ca 24—38 secundären Elementen bestehend, erreicht im Verhältniss zur Rinde etwas geringere Breite als an der Basis der höckerigen Pneumatophore. Hier mögen nun auch die einzelnen Holzelemente näher beschrieben sein. Die Gefässprimanen bestehen aus englumigen Treppengefässen, die Markstrahlen aus regelmässig in Radialreihen angeordneten, mit zahlreichen Tüpfeln versehenen Holzparenchymzellen. Die Gefässe sind weitlumige Tüpfelgefässe, die sklerenchymatischen Elemente lange, beiderseitig zugespitzte, dicht in einander verflochtene, auf Querschnitten polygonal erscheinende Libriformfasern. Das Bastparenchym ist sehr zartwandig. Die darin eingeschlossenen Bastfaserbündel entsprechen in ihrer Ausbildung ziemlich den Holzfasern; die äusseren Zellgruppen werden von stark verdickten, reich getüpfelten parenchymatischen Elementen gebildet, während echte Siebröhren nicht gefunden wurden.

Das ganze Rindengewebe ist in radialen Reihen angeordnet, die an zahlreichen Stellen sich von einander losgelöst und so grosse spaltenförmige Lücken erzeugt haben, welche die schwammige Consistenz des Gebildes bedingen. Wir haben dieses Gewebe, da es vollständig dem Phelloderm der höckerigen Pneumatophoren entspricht, auch hier als solches zu bezeichnen. Auch hier tritt, weiter innen oder aussen, namentlich am Grunde der Lenticellen, stets neues Gewebe dazu. Die Zellen dieser secundären Rinde sind in den Figuren 7 bis 11 an Quer-, Radial- und Tangentialschnitten dargestellt. Auf Querschnitten (Fig. 7—9) erkennen wir sie als meist kurzcylindrische Gebilde, radial an einander gekettet, an manchen Stellen nur einreihig, meist aber zweireihig die Intercellularen begrenzend. Da, wo sich zwei Reihen an einander legen, sind die

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

Zellen nicht mit der ganzen Fläche verwachsen, sondern communiciren nur noch durch kleine Arme. Auch hier ist ein Theil dieser Zellen mit schon sehr früh angelegten Verdickungen versehen, die jedoch zum Unterschied von den Zellen der primären Rinde nicht dreiarmig, sondern meist nur einfach ringförmig oder mit höchstens einem kleinen Seitenast versehen sind. Die Ringe stehen hier ferner fast stets radial und stossen in zwei benachbarten Zellen an einander. Bei der vollkommen radialen Anordnung dieses Gewebes wäre in der That das Gerüste der unregelmässig angeordneten Stützzellen der primären Rinde zur Aussteifung vollständig ungeeignet, während durch diese neue Art der Vertheilung der mechanischen Elemente dieser Zweck wieder erreicht wird. Die verdickten Zellen sind meist in längeren, ununterbrochenen radialen Reihen zu verfolgen. Da, wo zwei benachbarte unverdickte Zellen an einander stossen, findet sich eine Art Porenplatte (Fig. 8 links, von oben gesehen), wie sie schon von KARSTEN bei *Acanthus iliciformis* beobachtet worden ist. In unserem Falle stellen jedoch diese Platten, wie Längsschnitte lehren, einfach die Verwachsungsstelle der beiden Zellen dar. Da jedoch diese Verwachsung keine vollständige mehr ist, sondern sich auch hier an einzelnen Punkten die Wände von einander losgelöst haben (vergl. Fig. 11*b* Radialschnitt), so erscheinen diese linsenförmigen, wohl mit Luft erfüllten Räume als Poren. Eigentliche Tüpfel konnte ich auch mit Immersion hier nie beobachten, wohl aber an den Verwachsungsstellen der mit Verdickungsleisten versehenen Zellen (Fig. 8 rechts Quer- und Fig. 11*a* Radialschnitt), die darum mit mehr Recht als Porenplatten zu bezeichnen wären. In der Umgebung des Ringwulstes scheint nämlich die ganze Contactstelle ebenfalls, wenn auch in geringerem Grade, verdickt, mit Ausnahme einzelner, eben die Tüpfel bildender Punkte. Die unverdickten Stellen zweier an einander stossender Zellen entsprechen sich gegenseitig. Auf Radialschnitten sehen wir überdies da, wo drei Zellen sich berühren, stets einen dreieckigen oder rundlichen Luftraum ausgespart, der von den an dieser Stelle etwas verdickten Zellwänden umschlossen wird (Fig. 11). Das luftführende Kanalsystem ist also in diesem Gewebe in ganz seltener Vollkommenheit entwickelt. Während einzelne dieser Gänge (die zuletzt besprochenen) schon in der primären Rinde sich erkennen liessen, fehlten dort stets die sogenannten Porenplatten. Fig. 10 stellt einen Tangentialschnitt dar und zeigt auch hier die Hauptintercellularen in der Richtung der Achse verlängert.

Noch auf eine ganz eigenthümliche anatomische Erscheinung ist hier hinzuweisen. An einigen Stellen ragen nämlich in die grossen Intercellularen haarförmige Gebilde hinein, wie Fig. 9 zeigt. Es sind dies den gewöhnlichen Zellen seitlich ansitzende, mit Spiral- oder

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

Ringfaserverdickung versehene, fein poröse oder granulirte Zellhüllen, deren Function vielleicht in der Vermittlung des Gasaustausches zu suchen ist. Sie finden sich namentlich in den besonders grossen, an der Peripherie gelegenen Lücken (vergl. Fig. V) und dürften geeignet sein, den darin enthaltenen Sauerstoff vermöge ihrer grossen freien Oberfläche rascher zu absorbiren. Die Bezeichnung „innere Wurzelhaare" möchte daher am ehesten auf sie angewandt werden können.

Ausserhalb der Rinde folgt auch in den alten Pneumatophoren ein dicker, 40 und mehr Zelllagen mächtiger Korkmantel, der aus ziemlich breit tafelförmigen Zellen mit gewellten Radialwänden besteht. Die äusserste Schicht des Korks ist nicht scharf abgegrenzt, sondern zeigt überall Spuren mechanischer Einwirkung. Hie und da ist eine Korkschicht besonders auffällig durch Gerbstoffe gebräunt, während sich dazwischen hellere Lagen finden.

Es erübrigt nun noch, die Entstehung der **„Lenticellen"** zu erörtern. In den glatten Luftwurzeln wird, wie wir gesehen, nur selten Phelloderm und nur ein dünnes Korkgewebe erzeugt. In den höckerigen Pneumatophoren beobachten wir schon an der Spitze allseitige Phellodermbildung, die allmählich die ganze primäre Rinde verdrängt. Die Anfänge dieses Gewebes lassen sich sehr deutlich an den unmittelbar unter dem Phellogen liegenden, mit sehr deutlichen Zellkernen versehenen Zellen erkennen (Fig. 12). In älteren Stadien wird Phelloderm nur bei Verletzungen und in beschränkter Ausdehnung an einzelnen bestimmten Punkten der Peripherie in grösserer Menge erzeugt. In diesen letztgenannten Fällen wird durch die locale centripetale Zellbildung der darüber liegende Kork höckerartig nach aussen gewölbt (Fig. VI und Uebersicht Fig. VII). Das hier neu gebildete Gewebe ist wie das übrige Phelloderm kleinzellig, in deutlichen Radialreihen angeordnet und mit ölartigen (Schwärzung durch Osmiumsäure) Tropfen erfüllt (Fig. 13). Soweit beschreibt diese Verhältnisse ungefähr schon SCHENCK, auch GOEBEL erwähnt sie, jedoch mit der offenbar unrichtigen Auffassung, dass diese Zellen conidienartig als sogenannte Füllzellen nach oben abgeschnürt würden. Deutliche Initialzellen beobachtete dieser Forscher jedoch selbst nicht, und dies ist nach dem eben Gesagten auch leicht verständlich, da sie in der That nicht innen, sondern aussen zu suchen sind, dort aber in Folge noch zu besprechender Vorgänge verloren gegangen sein können. Die Phellodermbildung kann nämlich im Verlauf zur vollständigen Sprengung des Korkmantels führen, so dass wir scheinbar eine normale Lenticelle vor uns haben (Fig. VIII), die auch thatsächlich wohl wie eine solche functionirt. Freilich findet, wie dies schon KARSTEN richtig erwähnt, in den seltensten Fällen eine solche freie Verbindung mit der Aussenwelt wirklich statt, vielmehr sehen

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

wir meist vor der Sprengung im Phelloderm selbst ein neues Cambium entstehen, das zuerst nach aussen einen mächtigen Kork, später nach innen wieder Phelloderm erzeugt und so bei Eintritt der Sprengung bereits als neue Schutzdecke den freien Ausgang verschliesst. (Jüngeres Stadium im Détail Fig. 14). Es kann auch vorkommen, dass ohne Sprengung der primären Korkdecke im Phelloderm eine zweite und dritte Korkschicht entsteht, oder dass eine nach der anderen gesprengt wird (Fig. IX), wobei dann der Fall eintreten kann, dass das vorher gebildete Phelloderm bei Berührung mit der Luft zerfällt und so den Füllzellen der normalen Lenticellen ähnlich wird (Fig. 13, rechts). Dass die ausserhalb des secundären resp. tertiären Cambiums liegenden Zellen jedoch thatsächlich nicht von diesem herstammen, beweist sehr deutlich Fig. 13 (links), wo wir drei Phellodermreihen sehen, in der Mitte durchsetzt von dem neuen Cambium (entsprechend Fig. IX). Bei der Bildung dieses Cambiums hat sich die vorher vorhandene mittlere Zelle getheilt, um einen engeren Anschluss an die benachbarten zu gewinnen. Nun müssten wir also, falls das obere äussere Gewebe aus diesem Cambium hervorgegangen wäre, der Zellenzahl desselben entsprechend aussen vier, statt nur drei Reihen vorfinden, was nicht der Fall ist. Ein secundäres Cambium kann nun endlich aber, wie schon früher erwähnt wurde, auch in der tiefer gelegenen älteren Rindenschicht angelegt werden. Dies ist in der That auch unterhalb der „Lenticellen“ häufig der Fall, wie Fig. X lehrt, und wir haben darin eine deutliche Ueberleitung zu dem ohne Höckerbildungen entstehenden secundären Kork- und Rindengewebe der Fig. IV.

Nach diesen Beobachtungen ist uns nun die knorrige Form der älteren Pneumatophoren von *Avicennia* sehr wohl verständlich. Durch die zahlreichen, unregelmässig durch äussere Einflüsse bedingten und nothwendig gemachten secundären Wachsthumsvorgänge wird der ganze Habitus der ursprünglich glatten einfachen Gebilde verändert.

Die Beschreibung der **Erdwurzeln**, die nun in Kürze folgen mag, zeigt wieder ganz eigenartige Verhältnisse. Das englumige, intercellularenfreie Mark ist auf ein Minimum reducirt, der Function dieser Wurzeln entsprechend, um die Concentration der mechanischen Elemente nach der Mitte hin zu ermöglichen, zur Vergrösserung der Zugfestigkeit. Das äusserst mächtige, aus 60 bis 70 Lagen bestehende Holz (Fig. XI) setzt sich aus den nämlichen Elementen zusammen wie das der Pneumatophoren und enthält zahlreiche primäre und secundäre Markstrahlen. Ganz anders sieht der Bast aus (Fig. XI und 15). Die Markstrahlen setzen sich als parenchymatische radiale Zellreihen über das Cambium hinaus fort und werden hier in regelmässigen Abständen durch ähnliche concentrische Zellreihen zu einem Netz verbunden, das nur an einigen Stellen durch kleinere Gruppen

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

sklerenchymatischer Bastfaserzellen unterbrochen ist. In den Maschen dieses mit Stärke vollgepfropften Zellnetzes finden sich äusserst dünnwandige, offenbar abgestorbene, luftführende Zellen, die für die Wurzel die Function der Intercellularen zu übernehmen scheinen. In den mir zur Untersuchung vorliegenden Stücken war von primärer Rinde und Phellogen nichts mehr zu sehen, nur der resistentere Korkmantel bedeckte noch in Schuppen das äusserst zähe Gebilde.

Kleine faserige Seitenwurzeln zeigten bis in ihre Spitzen hinaus den schwammigen Bau, wie wir ihn in den glatten Luftwurzeln kennen gelernt haben. Die Aussenwand der Epidermis war verdickt, unter derselben folgte eine Schicht dünnwandiger grosser, dann ein bis zwei Schichten dickwandiger, eng an einander schliessender Zellen, ein Rindengewebe mit grossen Intercellularen, deutliche Endodermis, wenige Phloëm- und Xylemgruppen und ein kleines Mark.

Die Function der Pneumatophoren, die zuerst von GOEBEL und JOST war vermuthet und von KARSTEN durch experimentelle, allerdings nicht in allen Punkten gelungene Versuche war bestätigt worden, liegt bei Betrachtung des anatomischen Baues und des Vorkommens dieser Gebilde eigentlich auf der Hand. Es dürfte bei keiner der bisher genau beschriebenen Arten das Intercellularsystem eine so ungeheure Entwickelung erreichen wie gerade bei *Avicennia tomentosa*. Freilich, wie wir gesehen haben, sind auch hier nach Alter und Standort verschiedene Grade zu unterscheiden. Unzweifelhaft entsprechen die alten und die höckerigen Pneumatophoren einem viel grösseren Gasbedürfniss als die glatten, da das dort vorherrschende Phelloderm einen viel schwammigeren Bau zeigt als die primäre Rinde. Auch der Umstand, dass entsprechend der Entstehungsart dieses secundären Gewebes die Intercellularen in radialer Richtung erweitert sind, dürfte sehr dazu beitragen, den Verkehr mit der Aussenwelt auch den centraleren Theilen des Organs zu erleichtern. Etwas befremdend ist auf den ersten Blick nur der äusserst mächtige Korkmantel, der sogar den Vegetationspunkt überzieht und von den sog. Lenticellen nur sehr selten wirklich durchbrochen ist. Es wäre nun zwar bequem, aber entschieden willkürlich, hier eine besondere Art luftdurchlässigen Korks anzunehmen, da für eine etwas abweichende Zusammensetzung die sehr deutliche Holzreaction mit Phloroglucin schliessen lässt. Aber man muss andererseits auch bedenken, welchen Gefahren mechanischer und infectiöser Art diese Gebilde in der Mangrove ausgesetzt sind, und man wird verstehen, warum sie sofort nach der schüchternen Oeffnung einer Pore dieselbe wieder sorgsam mit neuem Kork verschliessen. Es ist neuerdings von WESTERMAIER versucht worden, für solche Pneumatophoren einen Athmungsmechanismus zu construiren. Bei meinen Unter-

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

suchungen habe ich nichts constatiren können, was irgendwie auf etwas derartiges hinwiese. Auch scheint mir, dass für den pflanzlichen Haushalt Diffusion und Verdunstung vollkommen genügen, um den Gasaustausch zu erklären.

Es ist nun noch von einigem Interesse, an Hand der angefügten Tabelle auch die Dimensionsverhältnisse unserer Luftwurzeln mit einander zu vergleichen. Die relative Ausdehnung des Centralcylinders variirt nur wenig (0,37; 0,36; 0,2; 0,45), wobei allerdings zu betonen ist, dass die wirkliche ursprüngliche Dicke der Erdwurzeln in Folge der Herauswitterung der primären Rinde nicht genau gemessen werden konnte. Bedeutend wichtiger sind die Verhältnisse in Beziehung auf Holz und Mark. Die mittleren Werthe für das Mark ergaben bei den Erdwurzeln 0,06, bei den alten Pneumatophoren 0,15, bei den höckerigen 0,19 und bei den glatten 0,25 von 1 (= ganzer Querschnitt). Die Dicke des Holzcylinders (beidseitig zusammen) 0,38; 0,12; 0,158 und 0,098. Es entsprechen diese Resultate den anfangs ausgesprochenen Vermuthungen betreffend den Standort der verschiedenen Gebilde. In den Erdwurzeln ist das Holz ausserordentlich stark (0,38) entwickelt und gegen die Mitte hin concentrirt, um den Anforderungen an Zugfestigkeit zu genügen. In den glatten, offenbar nahe am Stamm entsprungenen, vollständig in einem Medium (Luft oder Schlamm) sich befindenden Pneumatophoren ist die Ausbildung starker mechanischer Gewebe unnöthig (0,098), während die theilweise aus der Mangrove sich erhebenden höckerigen und alten Gebilde, die den mechanischen Einflüssen des bewegten Wassers ausgesetzt sind, einen biegungsfesten Bauplan verlangen. Dem entsprechend sehen wir hier den starken (0,158 und 0,12) Holzring ein relativ weites Mark umschliessen. Andererseits wird der schwammige Rindentheil um so weiter ausgebildet, je weiter die Organe vom Stamm entfernt und mit je tiefer liegenden Erdwurzeln sie in Verbindung stehen (0,56; 0,61 und 0,68).

Die hier mitgetheilten Beobachtungen zeigen wieder in eindrücklicher Weise, wie erfinderisch die Natur stets ist, um eigenthümlichen Anforderungen, die in Folge bestimmter Aussenverhältnisse an sie gestellt sind, gerecht zu werden. Stets hat sie wieder Mittel bei der Hand, um alte, durch Vererbung übernommene Gewebe, die sich unter den veränderten Bedingungen als unzureichend erweisen, durch neue, zweckmässig eingerichtete zu ersetzen, und wir staunen, mit welcher Leichtigkeit alle diese secundären Gebilde jene primären verdrängen, so dass wir sie kaum mehr zu erkennen vermögen. Die normale primäre Rinde der Wurzeln von *Avicennia tomentosa*, wie sie uns offenbar noch in den jüngsten Entwickelungsstadien der Pneumatophoren (den glatten) entgegentritt (Fig. IV und 2), wird in den ausgebildeten Spargelwurzeln fast oder ganz vollständig

Vergleichende Tabelle der Ausbildung und Dimensionsverhältnisse der verschiedenen Stadien der Pneumatophoren von Avicennia tomentosa.

		Anzahl der Kork-schichten	Ausbildung des Rindengewebes	Anzahl der Elemente		Mark	Verhältniss des Central-cylinders z. Querschnitt		Verhältniss der Breite des Holzes z. Querschnitt		Verhältniss der Breite der Rinde z. Querschnitt	
				von Bast	von Holz							
glatte Pneumatophore	1. Spitze	7—10	primär. rundl. Intercell.; von je 5—9 Zellen begrenzt. Verdickungsleisten zerstreut, meist 3armig, zahlreich, ohne Platten.	4—5	15	dünnwandig mit kleinen dreieckigen Intercell.	0,46 : 1		0,23 : 1		0,53 : 1	
	2. Mitte	6—12	primär. zieml. grosse rundl.-polygonale Intercell. Zellen gestreckt, gebräunt, sonst wie 1.	4—7	10	dünnwandig mit grösseren Intercell.	0,33	0,36	0,06	0,098	0,66	0,56
	3. Basis	ca. 10	primär, an wenigen Stellen secundär. polygonale, zerknitterte Intercell. Zellen langgestreckt, gebräunt, sonst wie 1.	4—8	ca. 12	dünnwandig mit grossen polygonalen Intercell.	0,49		0,08		0,50	
höckerige Pneumatophore	4. Spitze	10—20	meist secundär; rundl. oder meist rad. gestr., von zahlr. Zellen begrenzte Intercell. Verdickungsleisten meist einfach ringförmig und radial gestellt, mit Platten.	5—8	14	dünnwandig mit kleinen Intercell.	0,38		0,11		0,60	
	5. Mitte	10—20	fast nur secundär. radial gestreckte Intercell. einfach verdickte Zellen mit Porenplatten.	10—14	33	dünnwandig mit kleinen Intercell.	0,39	0,37	0,17	0,158	0,59	0,61
	6. Basis	15—35	nur secundär. wie 5.	8—14	38	wie 5	0,34		0,17		0,64	
7. alte Pneumatophore		ca. 40	nur secundär. wie 5.	7—15	24—38	wie 5	0,29		0,12		0,68	
8. Erdwurzel		dick, lose aufgelegt	fehlt.	mächtig entwickelt, bes. parenchymat.	60—70	ziemlich dickwandig mit grossen Intercell.	0,45?		0,38?		0,52?	

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

durch das viel lacunösere Phelloderm verdrängt (Fig. V und 7), welches gleichzeitig durch locale stärkere Entwickelung an der Peripherie des Organs lenticellenartige Poren zur Herstellung der Communication mit der Atmosphäre erzeugt. Das in den älteren Erdwurzeln oft ausgefaulte primäre Rindengewebe wird dagegen in seiner Function durch ein secundäres resistenteres aus Bastelementen ersetzt (Fig. XI und 15).

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. I. Glatte Pneumatophore, $^6/_7$ natürliche Grösse.
„ II. Höckerige Pneumatophore, $^6/_7$ natürliche Grösse.
„ III. Alte Pneumatophore, $^6/_7$ natürliche Grösse.
„ IV. Phellodermbildung innerhalb der primären Rinde. Querschnitt durch I Vergr. $4^1/_2$.
„ V. Querschnitt durch III. Vergr. 5.
„ VI. Anfangsstadium der Lenticellenbildung durch Phelloderm. Vergr. 20.
„ VII. Querschnitt durch II. mit Lenticellen. Vergr. $2^1/_2$.
„ VIII. Zweites Stadium der Lenticellenbildung mit Durchbrechung des Korkmantels. Vergr. 20.
„ IX. Aelteres Stadium der Lenticellenbildung nach mehrmaliger Durchbrechung des Korkmantels. Vergr. 20.
„ X. Phellodermbildung ohne Durchbrechung des Korkes, zum Theil in primärer Rinde. Vergr. 20.
„ XI. Theil eines Querschnittes durch eine Erdwurzel (Mark, Holz, Bast und Korkmantel). Vergr. 14.

Tafel VII und VIII.

Fig. 1. Theil eines Querschnittes durch die Mitte der glatten Pneumatophore. Cambium mit Holz und Bast. Vergr. 240.
„ 2. Theil eines Querschnittes durch die Spitze der glatten Pneumatophore. Primäre Rinde. Vergr. 240.
„ 3. Theil eines Radialschnittes durch die Spitze der glatten Pneumatophore. Primäre Rinde. Vergr. 240.
„ 4. Verdickungsskelett der Aussteifungszellen der primären Rinde. Vergr. 240.
„ 5. Zelle mit Verdickungsleisten aus der primären Rinde der glatten Pneumatophore. Nach Behandlung mit Jod und Schwefelsäure (Intercellularhäutchen ausgestülpt). Vergr. 240.
„ 6. Berührungsstelle der primären und secundären Rinde (Phelloderm) in der glatten Pneumatophore. Vergr. ca. 240.
„ 7. Theil eines Querschnittes durch die Rinde der alten Pneumatophore (Phelloderm). Vergr. 150.
„ 8. Detail zu 7. Vergr. ca. 280.
„ 9. Haarbildung an Zellen der Rinde in den äusseren Intercellularen der alten Pneumatophore. Vergr. ca. 280.
„ 10. Theil eines Tangentialschnittes durch die Rinde der alten Pneumatophore. Vergr. ca. 150.

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

Fig. 11. Zellen der Rinde der alten Pneumatophore im Radialschnitt. Vergr. ca. 300.
a) Verdickte Zellen.
b) Unverdickte Zellen.

„ 12. Entstehung des Phelloderms an der Peripherie der Rinde der alten Pneumatophore. Vergr. ca. 280.

„ 13. Entstehung eines secundären (resp. tertiären) Korkcambiums im Phelloderm einer sogenannten Lenticelle, rechts locker gewordene Phelloderm-zellen aus der Oeffnung der Lenticelle. Vergr. ca. 280.

„ 14. Anschluss des secundären (resp. tertiären) Korkcambiums an das primäre. Vergr. ca. 280.

„ 15. Theil eines Querschnittes durch die secundäre Rinde (Bast) der Erdwurzel. Vergr. ca. 280.

---

20. G. Haberlandt: Ueber die Statolithenfunction der Stärkekörner.

Eingegangen am 24. März 1902.

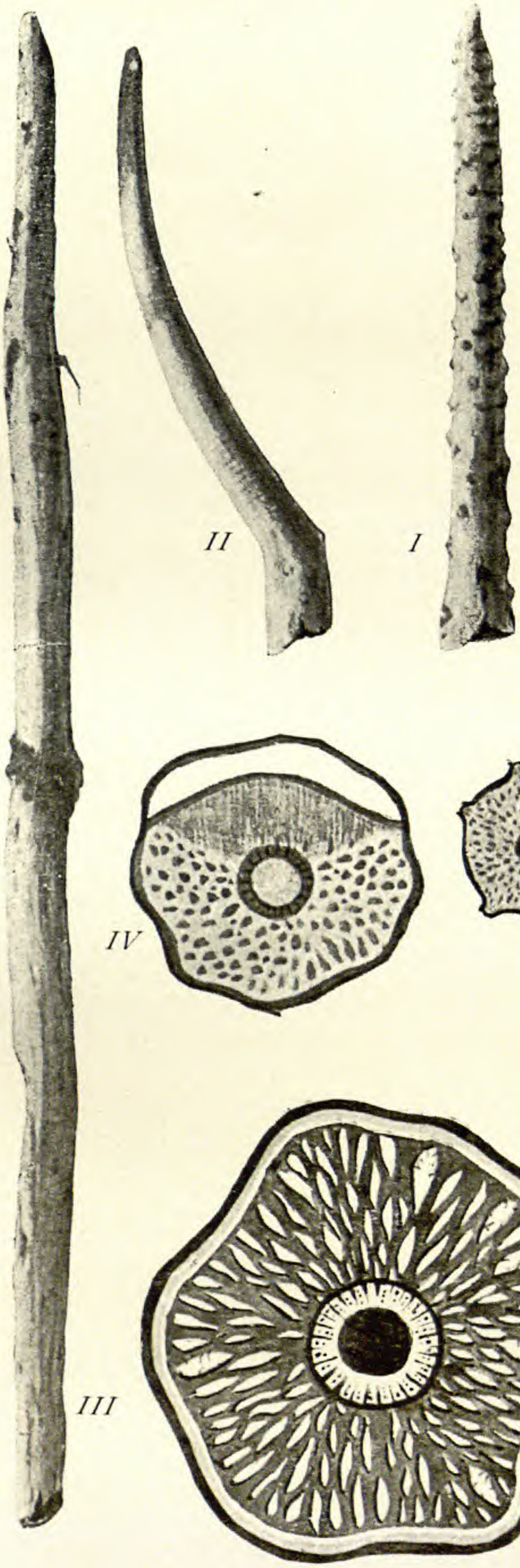
I.

Von mir und Němec wurde vor ungefähr zwei Jahren die Ansicht zu begründen versucht, dass die Perception des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen in analoger Weise erfolgt, wie bei den Thieren, nämlich durch otocysten- resp. statocystenartige Perceptionsorgane. Wir sind beide ungefähr gleichzeitig und unabhängig von einander zu dieser Auffassung gelangt[1]). Unsere Arbeiten haben sich insofern gegenseitig ergänzt, als ich mich mit negativ geotropischen Stengeln beschäftigt habe, und in der sogenannten Stärkescheide das Perceptionsorgan für den Schwerkraftreiz erblicke, während Němec hauptsächlich die positiv geotropischen Wurzeln untersucht hat und die stärkehaltige „Columella“ der Wurzelhaube als ihr typisches Perceptionsorgan ansieht. Wir fassen beide die Stärkekörner, die passiv dem Zug der Schwerkraft folgen, als die den „Statolithen“ entsprechenden Theile des Perceptionsorgans auf und halten die Hautschichten des Protoplasmas der betreffenden Zellen für die empfindlichen Theile, die den Druck der Stärkekörner als Schwerkraftreiz percipiren, wenn die betreffenden Organe aus ihrer Gleichgewichtsstellung gebracht werden. —

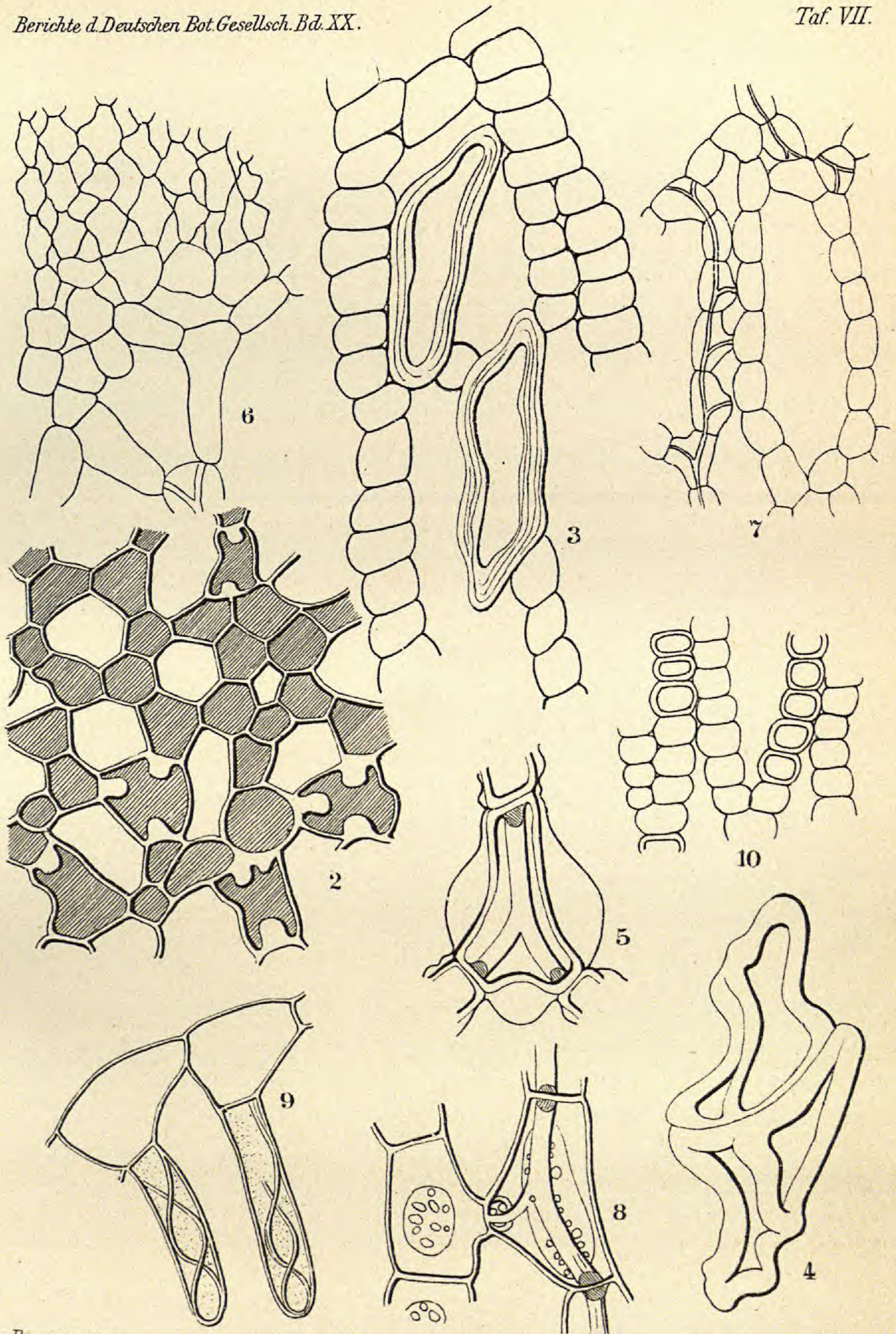
In dieser vorläufigen Mittheilung beabsichtige ich: 1. einige Einwände zu widerlegen, die gegen die Statolithentheorie des Geotropismus erhoben worden sind, und 2. einen neuen, nach meinem

1) Unsere Mittheilungen hierüber sind im 6. Heft des 18. Bandes (1900) der Berichte der Deutschen Bot. Ges. erschienen.

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

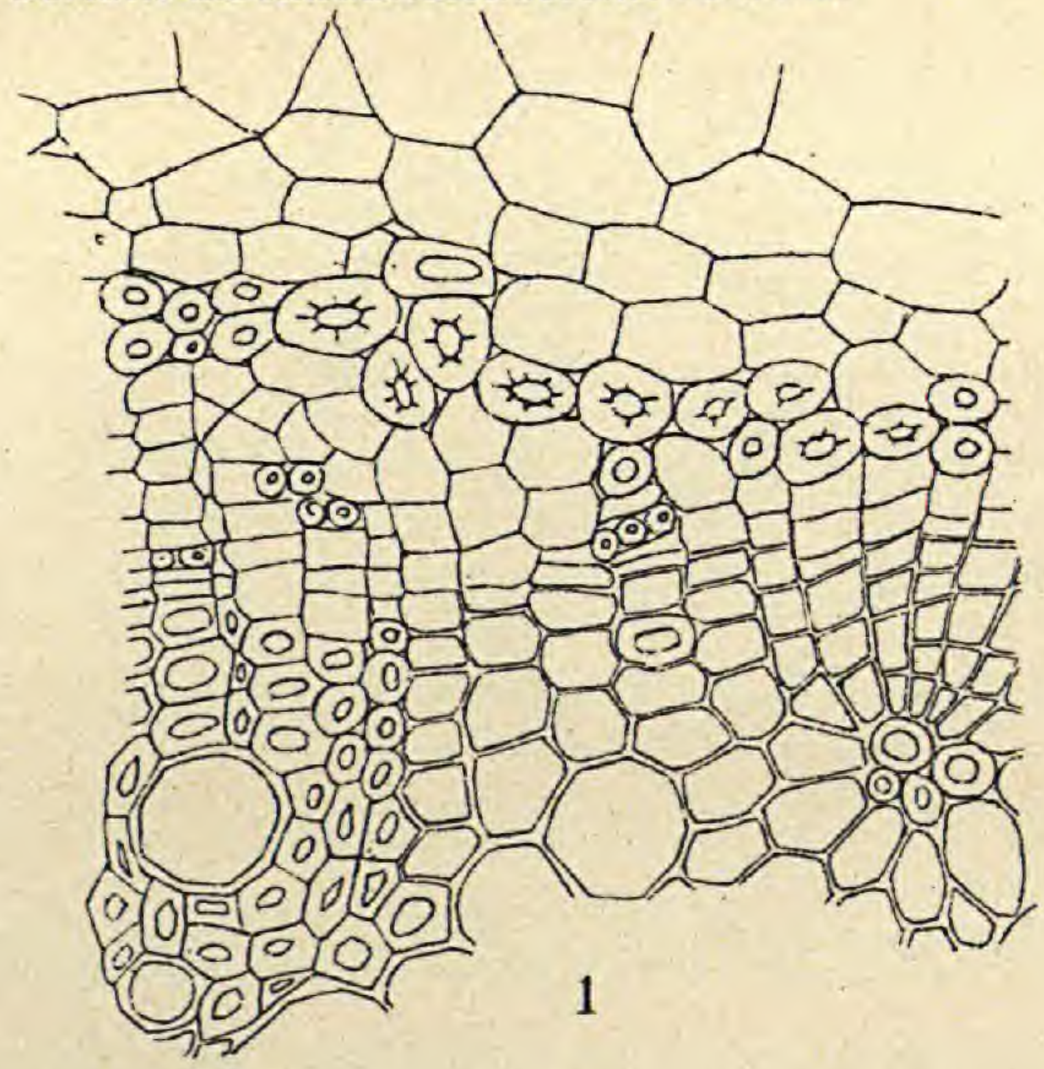


Brenner gez.

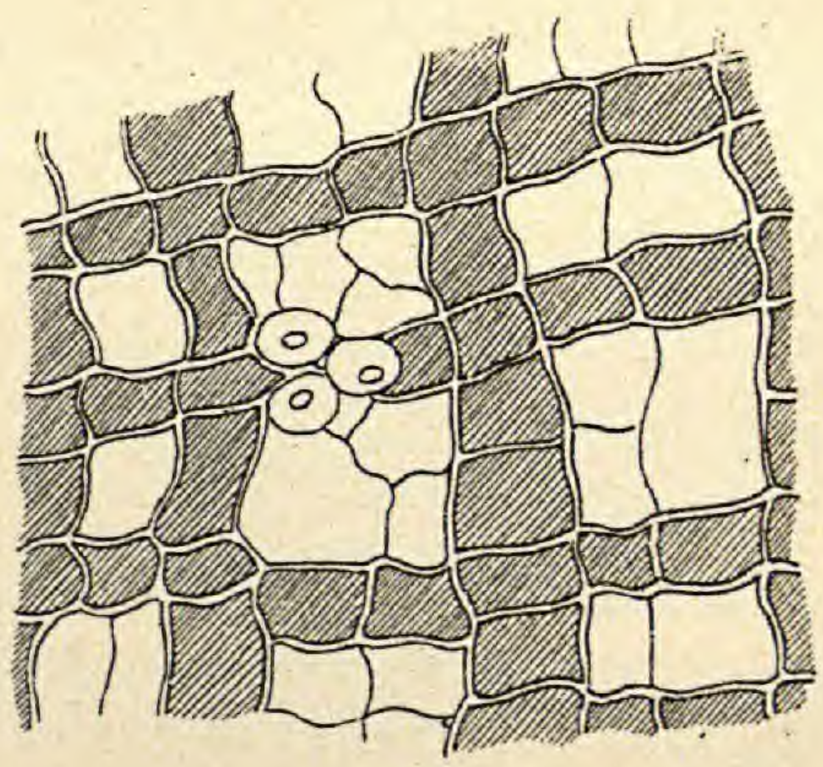


Brenner gez.

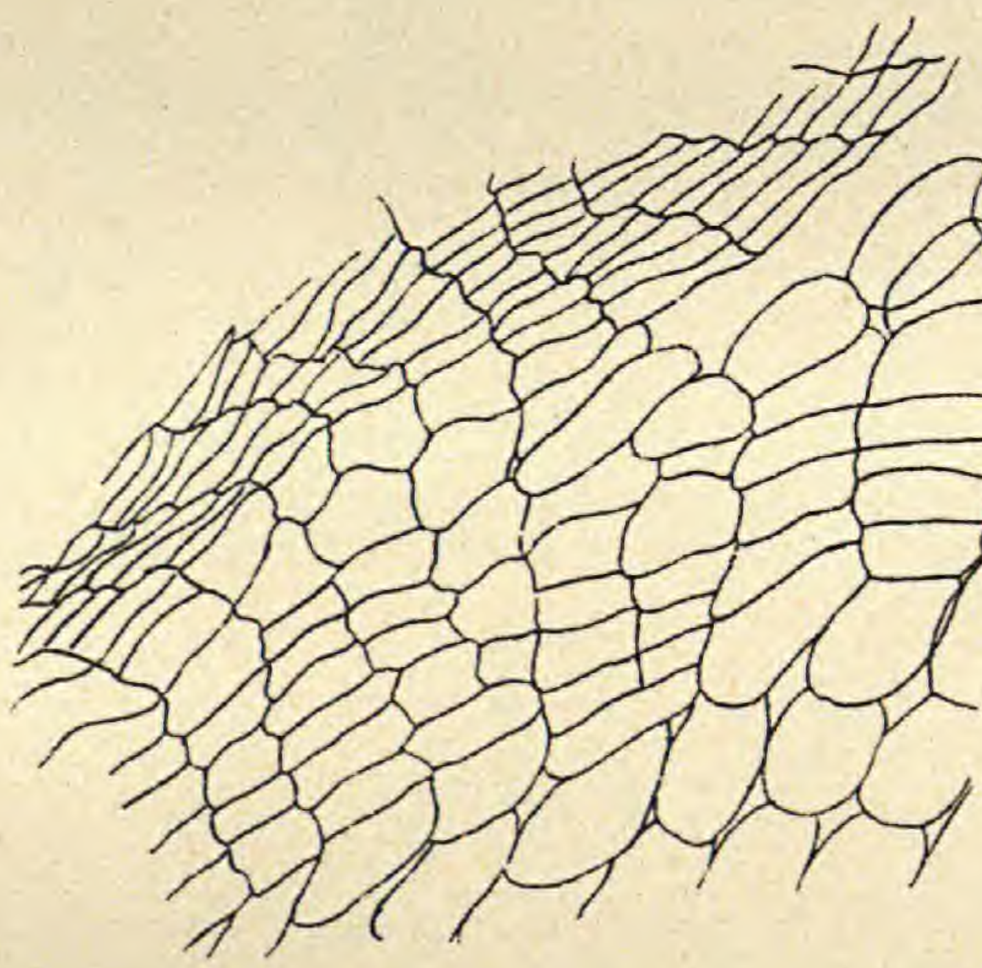
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



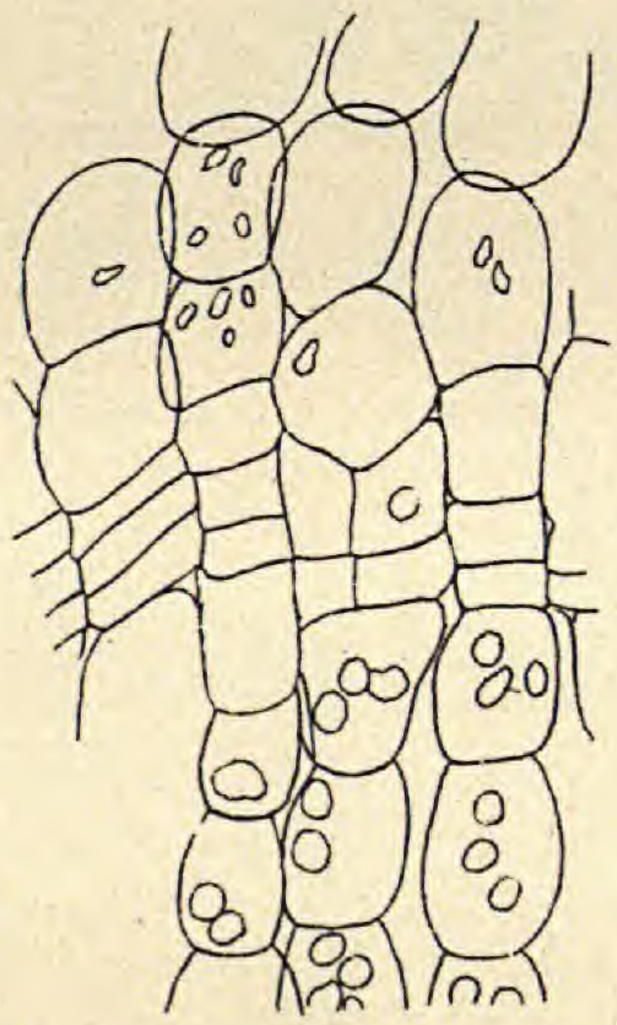
1

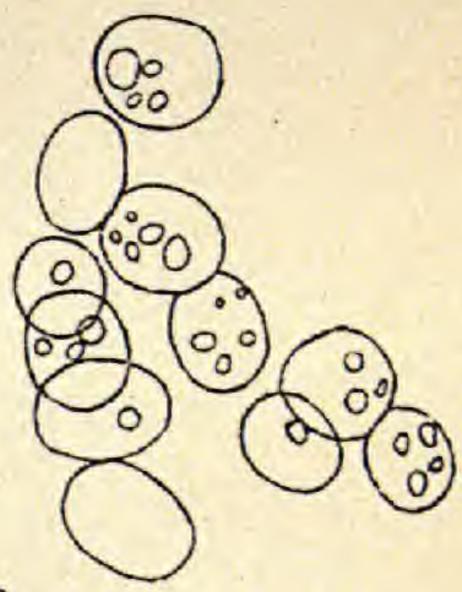


15

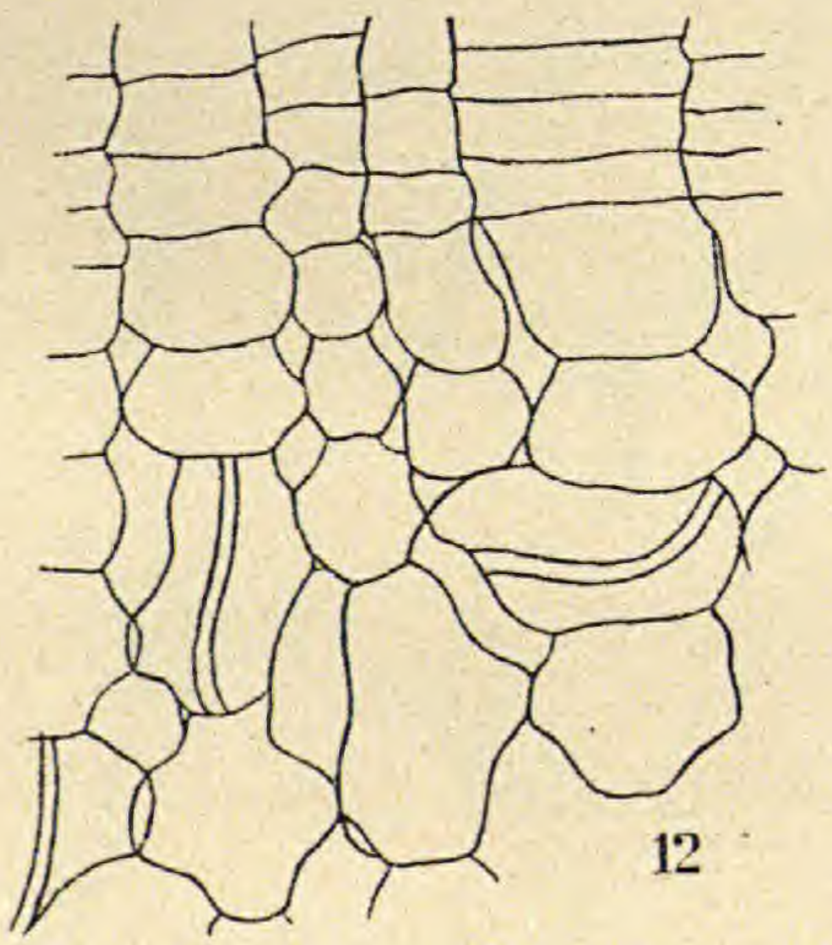


14

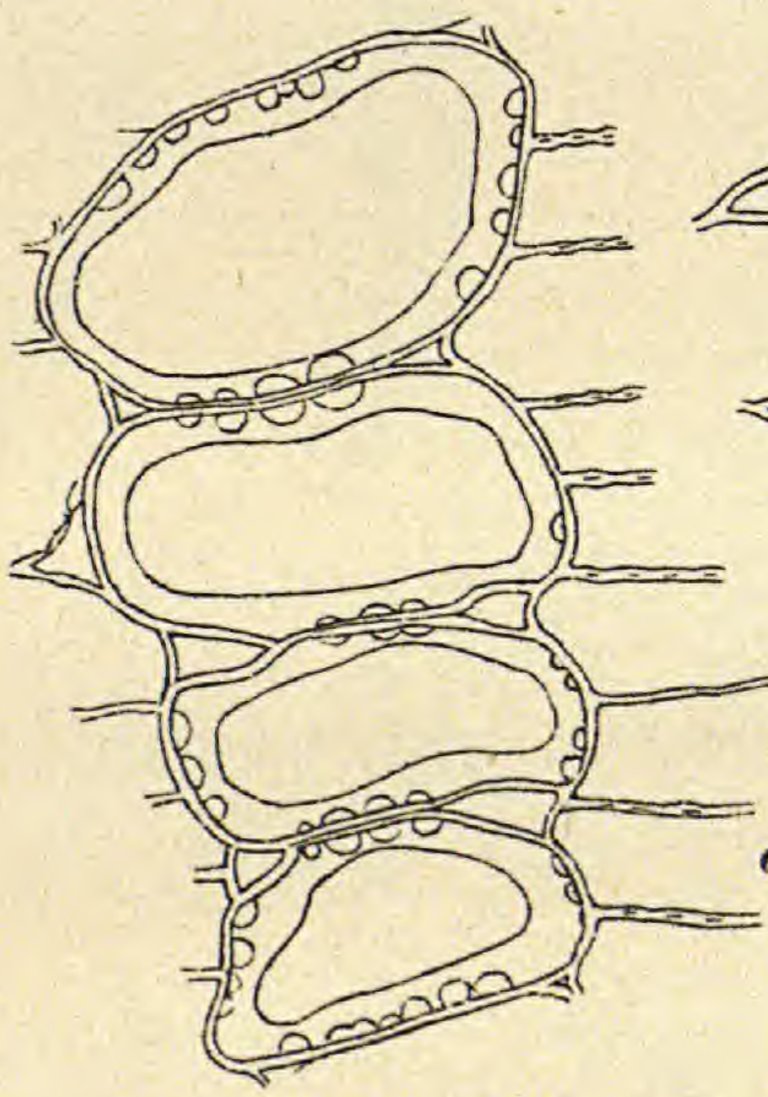


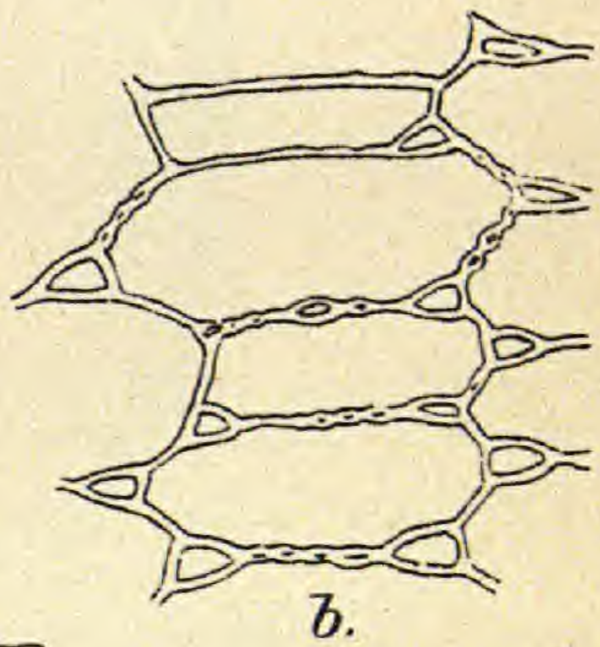


13



12





b.

11

a.

Brenner gez.

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

Berichtigungen.

Seite 1, Zeile 2 von oben lies: „Vorsitzender: Herr A. ENGLER“ statt „Herr L. KNY“.
„ 2, „ 18 und 19 von oben soll lauten: „. . . . da die Entwickelung dieser ähnlich der bei den anderen beobachteten Coniferennadeln verläuft.“
„ 5, „ 6 von oben streiche „auch“.
„ 5, „ 16 von oben setze „Fig. 11, *g*“ statt „Fig. 9, *g*“.
„ 6, „ 13 von oben setze „dabei“ für „durch dasselbe“.
„ 7, „ 9 von oben streiche „jedenfalls“.
„ 7, „ 15 von unten setze „Fig. 7—8. *Abies*“ statt „Fig. 7—9, *Abies*“.
„ 36, „ 12 von oben lies: „welcher leichter löslich ist“, statt „welche schwer löslich ist“.
„ 176 wünscht der Verfasser durch die folgende Berichtigung zu ergänzen: „In meiner Arbeit über die Luftwurzeln von *Avicennia* (S. 176) ist meine Darstellung des Streites über den Organcharakter dieser Gebilde leicht etwas missverständlich. WESTERMAIER will sie nämlich nicht selbst als Stammorgane aufgefasst wissen, er betont nur im Gegensatz zu den früheren Autoren diejenigen Eigenthümlichkeiten, welche sie mit Stammgebilden gemeinsam haben, bezeichnet sie selbst aber als Organe sui generis“.
„ 202, Zeile 12 von unten setze „Fe_2Cl_6 . . . . Spur“ statt „Fe_2Cl_3“ . . . . 3“.
„ 202, „ 15 von unten setze „0,2 pCt.“ statt „0,3 pCt.“
„ 204, „ 7 von oben setze „Fe_2Cl_6“ statt „Fe_2Cl_3.
„ 205, „ 18 von oben setze „beschwerlich“ statt „bemerklich“.
„ 293, „ 20 von unten setze „Wirthszelle“ statt „Wirthspflanze“.
„ 323, „ 7 bis 9 von oben ist zu setzen: „. . . . dass die concave Krümmung der Sprosse aufgehoben wird und der Spross gerade und schief nach oben gerichtet erscheint.“
„ 328, Anm. 2, setze hinter „Gesellsch.“ die Jahreszahl „1888“, in Anm. 4 hinter „1892“ die Seitenzahl „442“; statt „ZIEGENHEIN“ setze „ZIEGENBEIN“.
„ 330, Zeile 2 von unten setze „untersuchenden Lösungen“ statt „untersuchenden“.
„ 331 setze in der ersten Zeile hinter **I.**: „Die Culturen wurden vor dem Versuch . . . .“
„ 393, Zeile 2 von unten setze „der südasiatischen Zuckerpalme“ statt „der südafrikanischen Zuckerpalme“.
„ 397, „ 3 von oben setze „28“ statt „27“.
„ 401, „ 2 von oben setze „Wurzeln“ statt „Wurzel“.
„ 428 setze über die letzte Kolonne der zweiten Tabelle „27—29tägige Keimlinge“ statt „40tägige Keimlinge“.
„ 430, Zeile 2 von oben setze „Gesammt- und Eiweissphosphorbestimmung“ statt „gesammten Eiweissphosphorbestimmung“.
„ 430 setze in der vorletzten Kolonne „0,4656“ statt „0,4645“.
„ 524, Zeile 4 von unten, lies „Saumbreite“ statt „Samenbreite“.

In Band XIX ist auf S. 560 in Anm. 1, Zeile 9 von unten, „20—36 μ“ statt „20—23 μ“ zu setzen.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 20

Autor(en)/Author(s): Brenner Wilhelm

Artikel/Article: Ueber die Luftwurzeln von Avicennia tomentosa. 175-189