

manchen anderen dieser Unterschied darin aus, daß ungekochte Lösungen dem Wachstum der Pilze förderlicher sind als gekochte.

Offenbar handelt es sich in allen Fällen um wachstumshemmende bzw. wachstumsfördernde Stoffe, welche durch Kochen zerstört bzw. vorübergehend unwirksam gemacht werden. Weitere Untersuchungen werden zu zeigen haben, ob neben jenen thermolabilen Stoffen nicht noch andere ähnlich wirkende von den Pilzen gebildet werden, welche gegen hohe Temperaturen (oder auch andere physikalische Faktoren) widerstandsfähig sind.

Die Wirkungen gebrauchter Nährlösungen sprechen sich nicht nur in Verhinderung bzw. Ermöglichung oder Beschleunigung des Wachstums aus, sondern hie und da auch in bestimmten formativen Effekten.

Die Wirkung einer gebrauchten Nährlösung auf neu ausgesäte Pilzsporen hängt von dem ursprünglich ausgesäten Pilz, von der chemischen Zusammensetzung der Flüssigkeit, den Bedingungen, unter welchen die Kultur gehalten wird, und von ihrem Alter ab.

Halle, Botanisches Institut der Universität, März 1908.

31. H. Ross: Der anatomische Bau der mexikanischen Kautschukpflanze „Guayule“, *Parthenium argentatum* Gray.

(Mit 7 Textfiguren.)

(Eingegangen am 26. März 1908.)

In zwei Abhandlungen hat ENDLICH¹⁾ an der Hand seiner reichen Erfahrungen und Beobachtungen an Ort und Stelle sowie seiner Erkundigungen bei zuverlässigen und maßgebenden Fachleuten eingehend über die Geschichte, Herkunft, Verbreitung usw. der Guayulepflanze und ihrer Verwendung zur Kautschukfabrikation berichtet. Über die anatomischen Verhältnisse der Pflanze macht ENDLICH²⁾ zwar einige Bemerkungen, ohne jedoch auf diesen Gegenstand näher einzugehen.

1) Tropenpflanzer, IX (1905), S. 223 und XI (1907), S. 449.

2) l. c. S. 239.

Soweit mir bekannt, ist der Guayule anatomisch überhaupt noch nicht untersucht worden, obwohl gerade das Sekretionssystem der Kompositen Gegenstand eingehender und zahlreicher Arbeiten gewesen ist¹⁾. Augenscheinlich ist die Pflanze wenig in europäischen Herbarien vertreten.

Zum besseren Verständnis der späteren Ausführungen möchte ich zunächst einige allgemeine Angaben über die Guayulepflanze und die Gewinnung des Kautschuks aus derselben bringen. Meine eigenen Beobachtungen im Norden Mexikos ergänze ich aus den angegebenen Mitteilungen ENDLICHs.

Diese über weite Strecken (im ganzen etwa über 75 000 qkm) im nördlichen Teile des mexikanischen Hochlandes, etwa vom Wendekreis bis nach dem Süden von Texas vorkommende Komposite bildet ein etwa 60 cm hohes, reich verzweigtes Zwergbäumchen von schirmartigem Wuchs (Fig. 1). Die größte von ENDLICH gesehene Pflanze erreichte 1,35 m Höhe und wog frisch 6500 g; das Durchschnittsgewicht der trocknen Pflanzen ist etwa 500 g. Das von mir untersuchte Material, welches ich in einer Guayulefabrik in Parras (Coahuila) erhielt, besteht, da für Herbarzwecke bestimmt, aus kleineren Exemplaren, wie sie dort auch reichlich vertreten waren. Die ganzen Pflanzen messen nur 40—45 cm, wovon mehr als 10 cm auf die Wurzel kommen. Sie wiegen, völlig trocken, im Durchschnitt etwa 50 g.

Die Pflanze hat 2—4 cm lange, lanzettliche, meist buchtiggezähnte, silbergraue Blätter und langgestielte, gelbe Blütenköpfchen (Fig. 2). Die Hauptblütezeit fällt in den Sommer.

Die Guayulepflanze findet sich hauptsächlich in Gegenden von ausgesprochener Trockenheit. Sie bevorzugt Abhänge und Hügel, meidet die Ebene und ist an Boden mit sehr hohem Kalkgehalt gebunden. Ihr Verbreitungsgebiet liegt hauptsächlich zwischen 900 und 1700 m.

Die Eigenschaft des Guayule, Kautschuk zu liefern, ist den Eingeborenen mancher Gegenden im Hauptverbreitungsgebiet der Pflanze seit alten Zeiten bekannt. Nach Berichten aus der Mitte des 18. Jahrhunderts pflegten schon damals die Eingeborenen im Staate Durango durch Kauen der Rinde dieser Pflanze Kautschuk zur Herstellung von Spielbällen zu gewinnen.

Die ersten Versuche, diesen Kautschuk im Großen darzu-

1) Vgl. COL, A. Recherches sur l'appareil sécréteur interne des Composées. Journal de Botanique 1903, pag. 252; 1904, pag. 110. Dasselbst auf S. 173 eine ausführliche Übersicht der einschlägigen Literatur.

stellen, begannen infolge der Untersuchungen und Vorschläge deutscher Chemiker um 1890, und besonders der Ausdauer verschiedener Deutscher in Mexiko ist es zu verdanken, daß nach und nach ein brauchbares und konkurrenzfähiges Produkt erhalten wurde. Vor 7—8 Jahren begann dann die Ausbeutung der Pflanze im großen Maßstabe. Bis 1905 bestand nur eine größere Fabrik; Mitte 190



Fig. 1. *Parthenium argentatum* Gray. Kleinere Pflanze aus Parras (Oahuila).
 $\frac{1}{5}$ natürlicher Größe.

waren schon 15 zum Teil sehr große Anlagen in Betrieb. Der Guayulekautschuk ist von mittlerer Qualität, die aber bei hohen Preisen des Rohkautschuks geeignet ist, als Zusatz zu besseren Qualitäten verwendet zu werden.

Vor einigen Jahren hat sich in den Vereinigten Staaten von Nordamerika eine Gesellschaft mit 30 Mill. Doll. Kapital gebildet zur Ausbeutung — und augenscheinlich auch zur Monopolisierung — des Guayulekautschuks.

In den letzten Jahren gestaltet sich der Export von Guayulekautschuk aus Mexiko nach dem Tropenpflanzer (X, 1907, S. 683) folgendermaßen: 1903/04 308 072,3 kg; 1904/05 497 803,8 kg; 1905/06 1 450 248,9 kg.

Für die besten Sorten sind Preise bis zu 5,75 M. für das Kilo in Hamburg erzielt worden; 1907 betrug die Durchschnittspreise 3,20—3,50 M.; im März 1908 wurden 2,70—3,50 M. je nach der Qualität bezahlt.



Fig. 2. *Parthenium argentatum* Gray. Blühende Zweige. PRINGLE, *Plantae Mexicanae* no. 2380. $\frac{1}{5}$ natürlicher Größe.

Neuerdings scheint (vgl. Tropenpflanzer XII, 1908, S. 148) eine Stockung in der Gewinnung des Guayulekautschuks in Mexiko eingetreten zu sein infolge der zurzeit herrschenden niedrigen Preise des Rohkautschuks. Die minderwertigen Kautschuksorten sind dann weniger begehrt und bei dem Guayulekautschuk werden infolgedessen vielleicht auch die Unkosten jetzt nicht mehr gedeckt. Von einer Erschöpfung des Rohmaterials der Guayulepflanze kann zurzeit wohl nicht die Rede sein.

Bis jetzt werden fast ausschließlich wildwachsende Pflanzen verarbeitet, neuerdings möglichst Exemplare von nicht weniger als 19 mm Stammdurchmesser, etwa 10 jährige Pflanzen; in jüngeren Lebensstadien lohnt sich die Verarbeitung nicht.

Die ganzen Pflanzen werden in den meisten Fällen herausgerissen, da ein ungeschicktes Abschlagen derselben häufig das Abbrechen der Wurzel bedingt, wodurch dann diese zugrunde geht. Richtig abgeschlagene Exemplare sind imstande, neu auszutreiben und liefern in 6–10 Jahren wieder genügend starkes Material. Die Wurzeln der älteren Pflanzen werden auch deshalb mitgesammelt, weil sie besonders gute Ausbeute an Kautschuk liefern. Das Herausreißen bringt allerdings den Vorteil mit sich, daß die Samen in dem dadurch gelockerten Boden leichter keimen und die jungen Pflanzen sich besser fortentwickeln. Bei dem sehr langsamen Wachsen der Pflanzen, der augenscheinlich im allgemeinen schwachen Vermehrung durch Samen und der bisher sehr großen Nachfrage nach Rohmaterial ist die Ausrottung, wenigstens in den leicht zugänglichen Gebieten, besonders in der Umgebung der Fabriken und der Eisenbahnen, zum Teil schon Tatsache geworden.

Der Verbrauch an Rohmaterial ist allerdings ein enormer. Eine große Fabrik verarbeitet 10–14 000 Kilo trockenen Materials täglich. Dazu sind 20–24 000 Pflanzen vom Durchschnittsgewicht zu 500 g nötig; von kleineren Pflanzen sind dazu bis 200 000 Stück notwendig.

Ebenso wie bei einigen *Loranthaceen*¹⁾, welche die kautschukliefernde Substanz in der Samenschale haben, findet sich diese auch bei dem Guayule, wie schon ENDLICH hervorhebt, nicht in Milchröhren. Daher wird bei beiden Pflanzen das Produkt nicht durch Anzapfen im lebenden Zustande, sondern aus trockenem Material gewonnen.

Der Guayulekautschuk wird folgendermaßen gewonnen: Die Pflanzen werden zunächst getrocknet, wobei sie $\frac{1}{3}$ – $\frac{2}{5}$ ihres Gewichtes verlieren. Hierauf werden sie fein zermahlen. Entweder auf chemischem oder auf mechanischem Wege wird dann der Kautschuk gewonnen; erstere Methode soll ein reineres und daher besseres und teureres Produkt liefern, letztere bietet dagegen den Vorteil, daß das Produkt keine Säure enthält. Für die chemische Extraktion werden besonders Alkalien (kaustische Soda) verwendet.

1) WARBURG, O., Die Kautschukmisteln. Tropenpflanzer IX (1905), Heft 11.

Die Einzelheiten in der Herstellungsweise werden geheim gehalten. 1905 bestanden 55, Mitte 1907 über 140 Patente für die Extrahierung des Guayulekautschuks.

Die Minderwertigkeit des Guayulekautschuks, der eine grünlich-graue, an der Oberfläche meist schwärzliche Farbe hat, beruht darauf, daß er 12—27 pCt. harziger Substanz enthält sowie mehr oder minder große Mengen von kleinen Holzteilchen (0,2—0,5 pCt). Die Entfernung dieser Verunreinigung ist mit großen Schwierigkeiten und Kosten verbunden und hiemit beschäftigen sich besonders die verschiedenen Gewinnungsmethoden. Die Ausbeute an Rohkautschuk schwankt zwischen 13—15 pCt. bei trockenem oder 8—12 pCt. bei frischem Material.

Anbauversuche haben nach mancherlei Mißerfolgen ergeben, daß die Pflanzen sich sowohl durch Samen als auch durch Stecklinge vermehren lassen. Sie gedeihen aber nur gut in Gebieten, deren klimatische und Bodenverhältnisse ihren natürlichen Lebensbedingungen entsprechen. Sehr kalkreicher Boden und ein subtropisches, trockenes Klima sind die Hauptfordernisse für günstiges Gedeihen. Die Pflanze ist aber selbst gegen schwache Nachtfröste nicht empfindlich. Wenn derselben mehr Wasser als an ihrem natürlichen Standorte geboten wird, entwickelt sie sich rascher. Wie es sich dann aber mit dem Kautschuk verhält, darüber liegen noch keine Untersuchungen vor. Versuche mit Anpflanzung von Guayule sind mittlerweile auch in verschiedenen Teilen unserer Kolonien gemacht worden; besonders in Südwestafrika dürften sich Aussichten für diese Kultur bieten.

* * *

Schon vor meiner mit Unterstützung der Kgl. Bayr. Akademie der Wissenschaften unternommenen Reise nach Mexiko (Juli bis Weihnachten 1906) hatte ich infolge der Veröffentlichung von ENDLICH eingehende anatomische Untersuchungen der Guayulepflanze und verwandter Arten an dem Material des Münchener Herbars angestellt. Ich konnte damals aber nicht viel damit erreichen, da dasselbe, wie üblich, nur blühende, also 1—2, höchstens 3jährige Sprosse enthielt und keine Wurzeln. Die von mir in Parras beschafften und hauptsächlich zur Untersuchung benutzten Pflanzen sind etwa 10jährig. Ferner erhielt ich durch die Güte des Herrn ADOLF MARX, Direktor der „Compañía explotadora de caucho mexicano“ Pflanzen in allen Entwicklungsstadien.

Von den anatomischen Verhältnissen interessieren hier zunächst diejenigen Gewebe, welche zum Guayulekautschuk in Beziehung

stehen. Es sind dieses einerseits die inhaltreichen parenchymatischen Zellen des Grundgewebes, anderseits die Sekretbehälter. Wenden wir uns zunächst den letzteren zu.

Die Sekretbehälter lassen sich in primäre und sekundäre unterscheiden. Die primären entstehen unmittelbar am Vegetationspunkt, gehören also nach TSCHIRCH¹⁾ zu den protogenen. Ihre Entstehungsweise ist stets schizogen, und zwar weichen meistens

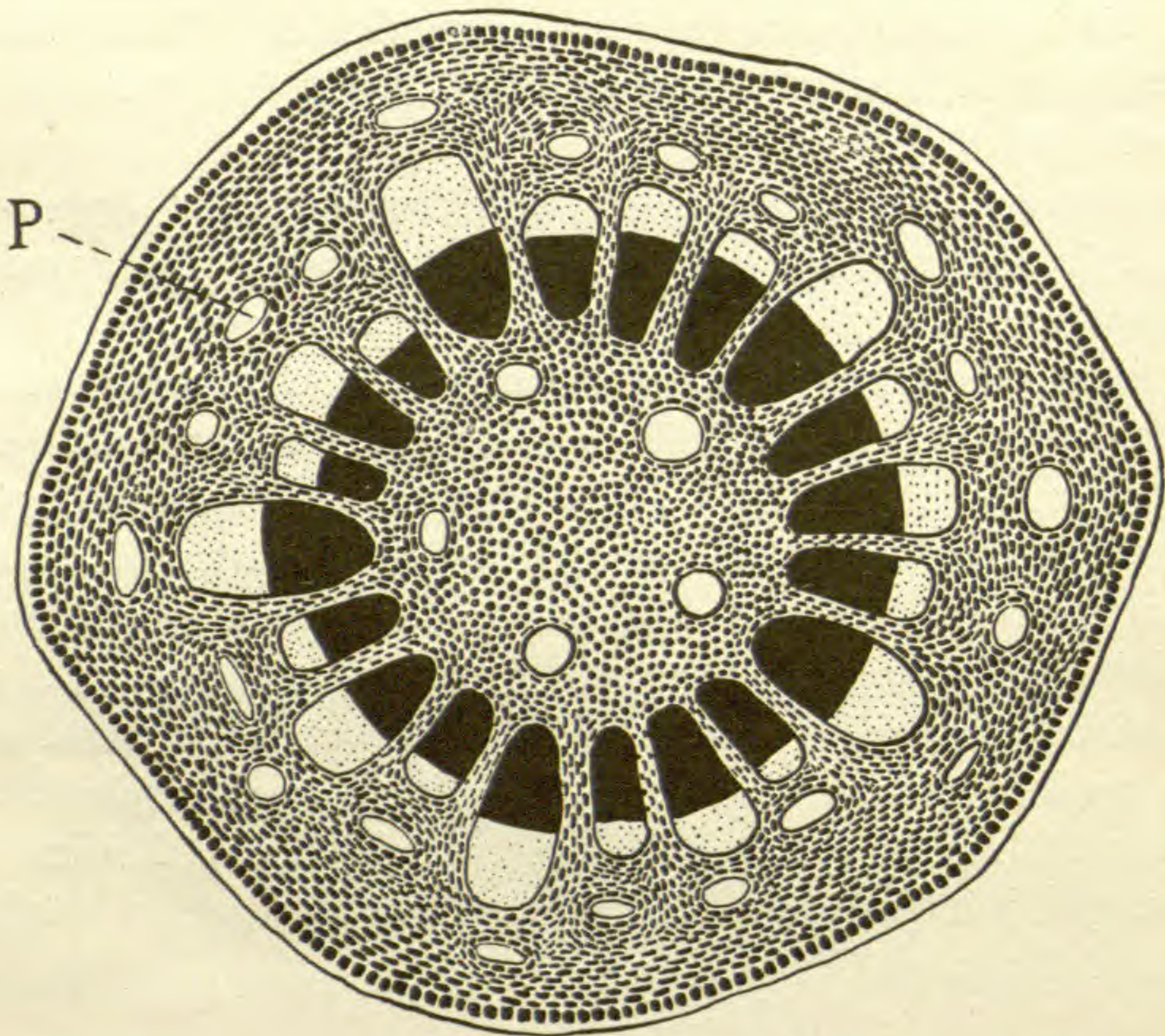


Fig. 3. Querschnitt durch eine junge Sproßachse. Schematisch. P Primäre Harzkanäle. 25 : 1.

zwei auf dem Querschnitte tangential gestellte, aus 2—4 Zellen bestehende Zellreihen auseinander. Diese werden zu sezernierenden Zellen, welche die im allgemeinen getrennt verlaufenden, sehr rasch sich vergrößernden Kanäle auskleiden. Bei meinem während der Ruhezeit (Anfang Dezember) eingesammelten Material sind die Kanäle schon in der nächsten Nähe des Vegetationspunktes reichlich mit hellgelben Massen von ätherischem Oel erfüllt, das nach und

1) TSCHIRCH, A., Angewandte Pflanzenanatomie, Band I, S. 477.

nach verharzt und das Material liefert, welches die Minderwertigkeit des Guayulekautschuks verursacht. Die Leitbündel sind zu dieser Zeit erst sehr schwach entwickelt und die Elemente des Holzteiles beginnen kaum zu verholzen.

Die primären Harzkanäle treten in der Sproßachse, in der primären Rinde und im Mark auf. Sie fehlen selbst den letzten Auszweigungen des Blütenstandes nicht, sind hier aber sehr klein und auf die Rinde beschränkt, da das wenig umfangreiche Mark nur aus starkwandigen, mechanischen Zwecken dienenden Zellen besteht.

Diese Harzkanäle zeigen in bezug auf ihre Verteilung enge Beziehung zu den Leitbündeln. In den meisten Fällen liegen

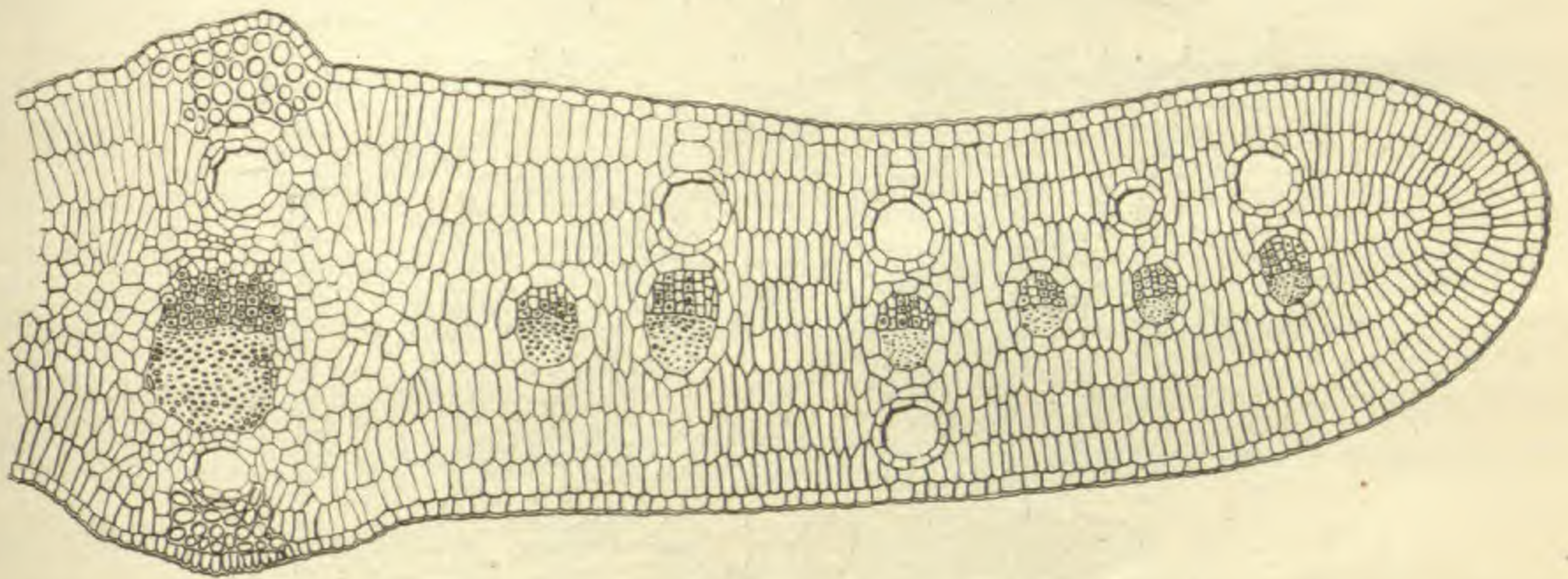


Fig. 4. Querschnitt eines jungen Blattes mit den Harzkanälen. 50 : 1.
(Die Behaarung ist fortgelassen.)

sie vor oder neben den Bündeln (Fig. 3). Ihre Anzahl schwankt je nach der Stärke des Sprosses zwischen 12—25; jedoch nicht jedes Bündel ist von einem Harzkanal begleitet. Unregelmäßigkeiten werden ferner durch die Verzweigungen der Sproßachse herbeigeführt. Eine Auflösung der den Kanal umgebenden Zellen, also einen Übergang zum lysigenen Typus, beobachtete ich niemals.

Der Querschnitt dieser Harzkanäle ist anfangs ungefähr rundlich, später wird derselbe mehr länglich (Fig. 3) und zuletzt sehr bedeutend in tangentialer Richtung gestreckt.

In Stengeln von 2—3 mm Durchmesser, die wohl 2—3jährig sind, messen die Kanäle im Durchschnitt $0,1 \times 0,3$ mm. Einzelne erreichen auch größere Dimensionen. Stets führen sie Sekret und die sezernierenden Zellen sind noch bei sehr alten Exemplaren intakt und zwar meistens als einfache Schicht. Sie haben sich durch

zum Kanal radial stehende Wände wiederholt geteilt, während tangentielle Wände nur sehr spät und gelegentlich zu beobachten sind.

Im Mark ist die Anzahl der Kanäle stets eine beschränkte; in den Hauptachsen treten meistens 5—8 auf und auch hier zeigen dieselben eine gewisse Beziehung zu den stärkeren Leitbündeln. Ihr Querschnitt ist und bleibt rundlich; sie erreichen sehr bald ihre endgültige Größe (0,13—0,24 mm, ausnahmsweise auch 0,36 mm)

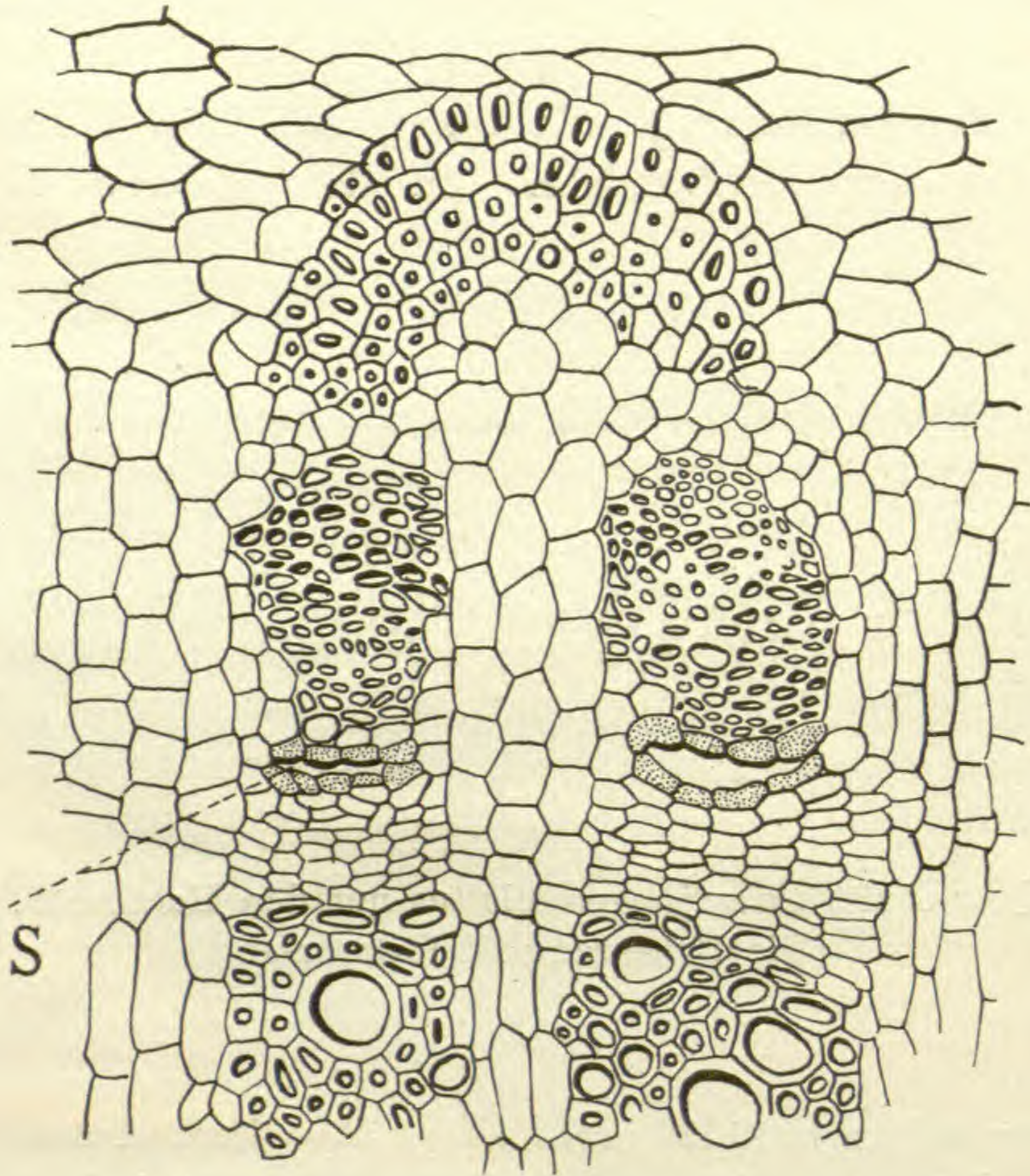


Fig. 5. Eine Partie des Siebteils einer 2—3jährigen Sproßachse mit jungen sekundären Harzkanälen S. 100:1.

und erleiden keine wesentliche Veränderung im Laufe der Zeit, bis sie, wenn das Mark abstirbt, zugrunde gehen.

Der Blattstiel und die Blattfläche werden ebenfalls von Harzkanälen derselben Art durchzogen. Bei den stärkeren Nerven findet sich je einer auf der Ober- und der Unterseite des Leitbündels, bei den schwächeren, wenn überhaupt vorhanden, nur einer an der Seite des Holzteiles (Fig. 4). Sie sind stets rundlich im Querschnitt und im allgemeinen kleiner als die Kanäle der Rinde und des

Markes; sie führen von Anfang an sehr reichlich dasselbe Sekret. Nachträgliche Veränderungen kommen bei ihnen nicht vor.

In der primären Wurzelrinde, welche nicht sehr umfangreich ist, finden sich nur wenige Harzkanäle von meist langgezogenem Querschnitt.

Die sekundären Harzkanäle entstehen ebenfalls schizogen. Sie gehen in regelmäßigen Zwischenräumen und zonenmäßig angeordnet aus Teilen der zartwandigen Schichten des Siebteiles, dem Leptom, hervor und zwar aus vollkommen fertigen Gewebepartien.

In der Sproßachse liegen vor dem primären Leptom ausgedehnte Gruppen mechanischer Zellen. Durch die Tätigkeit des Kambiums, welche frühzeitig beginnt, nimmt der Siebteil, wie üblich,

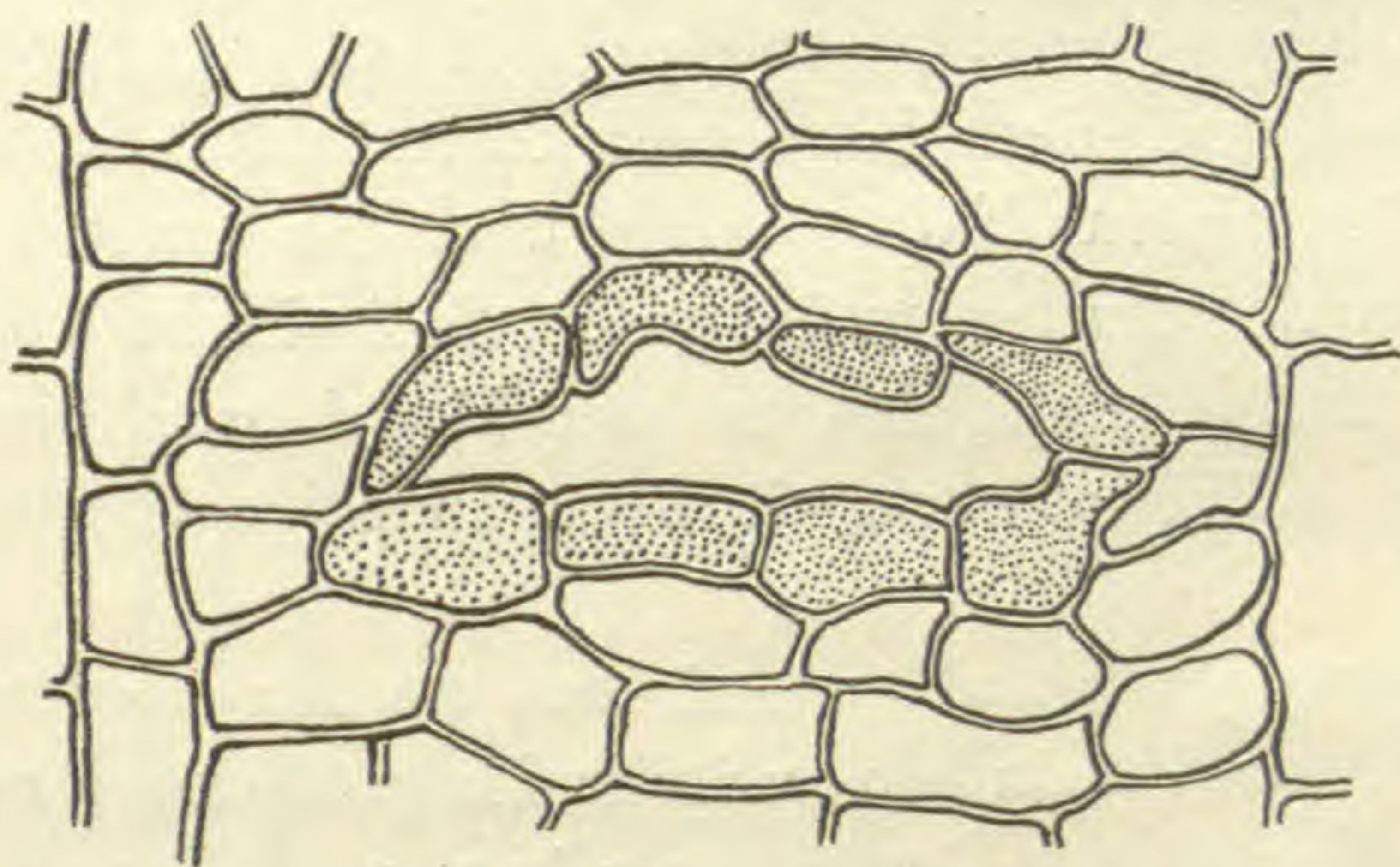


Fig. 6. Ein junger sekundärer Harzkanal. 400:1.

viel weniger an Dicke zu als der Holzteil. In 2,5—3 mm dicken, wahrscheinlich 2, höchstens 3 Jahre alten Sproßachsen ist der Siebteil auf 6—12 Reihen ziemlich regelmäßig gelagerter Zellen angewachsen. Nun entstehen, indem zwei tangentielle Zellreihen auseinanderweichen, die ersten sekundären Harzkanäle, deren Querschnitt anfangs eine langgestreckte Form zeigt (Fig. 5 und 6). Die unmittelbar um den so entstandenen Interzellularraum gelagerten ehemaligen Zellen des Siebteiles übernehmen die Ausscheidung des Sekretes; entferntere Zellen scheinen sich an diesem Vorgang nicht direkt zu beteiligen, wie verschiedene Reaktionen zeigen.

Derjenige Zellkomplex des Leptoms, welcher dazu bestimmt ist, zu sezernierenden Zellen eines sekundären Harzkanals zu werden, läßt sich mit Chlorzinkjod schon vor Beginn der Ausbildung

des Kanals nachweisen, indem der Inhalt der betreffenden Zellen sich gelblich färbt im Gegensatz zu dem infolge des stärkereichen Zellinhalts sich blau färbenden, umgebenden Gewebe des Leptoms.

Diese Harzkanäle sind höchstens so breit, meistens schmaler als die betreffenden Partien des Siebteils, da sie sich niemals auf die Markstrahlen ausdehnen, also durch letztere stets begrenzt werden. Verschiebungen kommen bei den durch Dickenwachstum bedingten Veränderungen der Rinde gelegentlich vor.

Die Ausbildung derartiger sekundärer Sekretkanäle in der inneren Rinde wiederholt sich bei fortschreitendem Dickenwachstum der Pflanze mit großer Regelmäßigkeit und stets in derselben Weise, sowohl in der Sproßachse als in der Wurzel. Durch die Tätigkeit des Kambiums entstehen abwechselnde Gruppen von zartwandigen Elementen und von Sklerenchymfasern. In der jüngsten Gruppe der letzteren geht die Verdickung der Zellwände erst sehr allmählich vor sich und in den zartwandigen Schichten zwischen dieser und dem Kambium kommt der Sekretkanal zur Ausbildung. In vielen Fällen sieht man die Anlage der Kanäle schon zwischen der dritten und vierten Zellschicht vom Kambium entfernt. Es findet sich also in der Regel nur ein schwacher Leptomstreifen völlig erhalten, da eben an seine Stelle die Sekretkanäle treten.

Treten neue Markstrahlen auf, so werden dadurch auch die Sekretbehälter betroffen, indem an Stelle des größeren, langgestreckten zwei kleinere Kanäle zur Ausbildung kommen (Fig. 7).

Da der Holzkörper keine deutliche Jahresringbildung zeigt, kann man an trockenem Material Sicheres über das Alter der betreffenden Organe nicht feststellen; ich zweifle aber nicht daran, daß die Zonenbildung im Siebteil der Jahrestätigkeit des Kambiums entspricht.

Die älteste Rinde, welche ich untersuchen konnte, zeigte 8 Zonen von sekundären Sekretkanälen. Der Durchmesser solcher Stämme und Wurzeln beträgt etwa 19 mm. Nach den Angaben von ENDLICH würden das etwa 10jährige Pflanzen sein, was ja ganz gut mit der Schichtung der sekundären Rinde übereinstimmt.

Die Ausbildung einer neuen Zone von Kanälen vollzieht sich nicht immer gleichzeitig in dem ganzen Umfang der Rinde, sondern einzelne Streifen derselben, augenscheinlich die mit umfangreichsten Siebteilen, eilen in ihrer Entwicklung den anderen voraus.

Durch die im Laufe der Jahre auftretenden neuen Markstrahlen werden die späteren Kanäle im Querschnitte immer kürzer (0,04

bis 0,05 mm), aber auch um so zahlreicher; gelegentlich treten auch größere dazwischen auf.

Sehr frühzeitig beginnt die Ausbildung des Periderms, sowohl in der Sproßachse wie in der Wurzel. In den Stengeln geht der Kork wie in den meisten Fällen aus der ersten Rindenschicht hervor und seine Entwicklung erstreckt sich an meinem Material

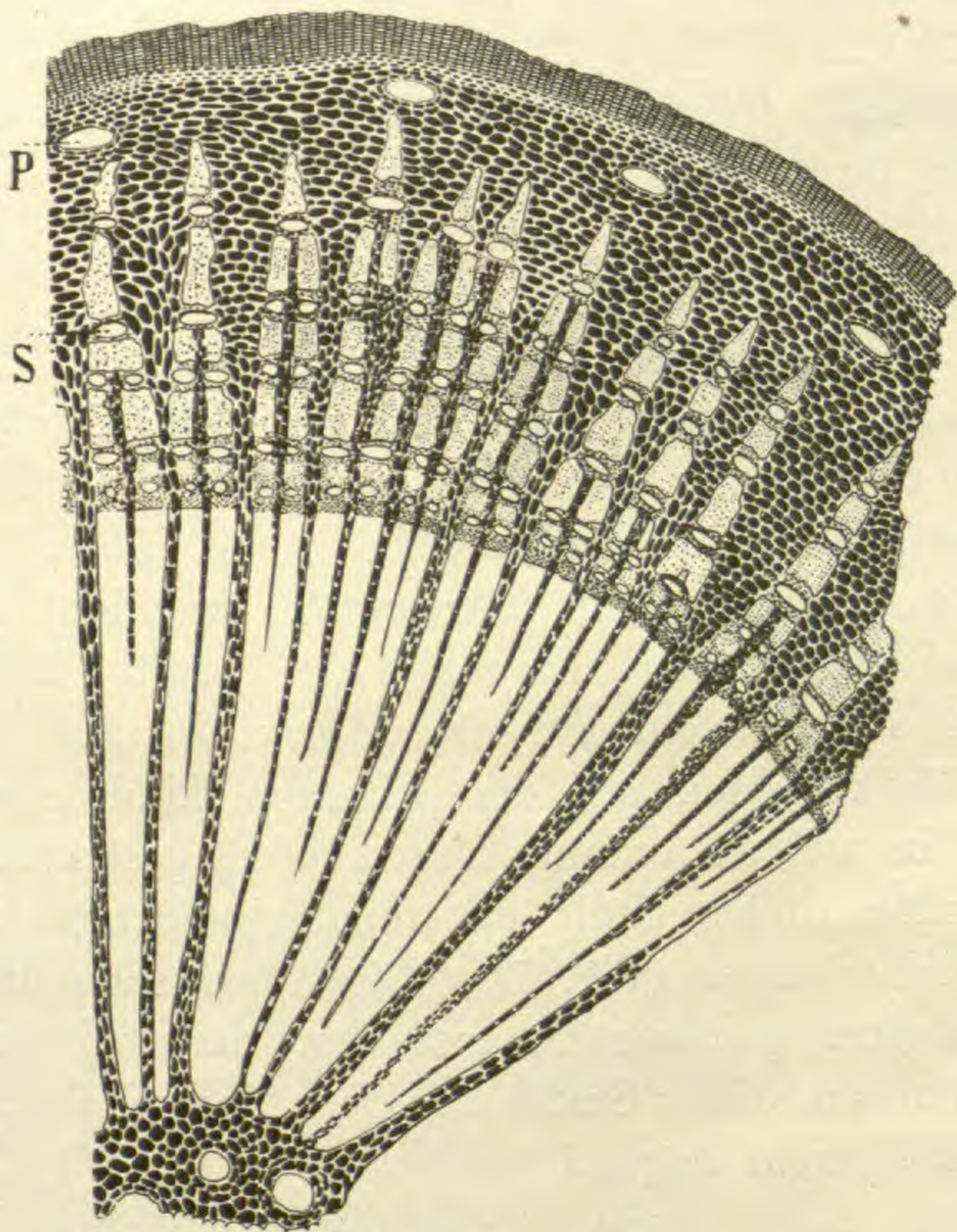


Fig. 7. Querschnitt einer etwa 8jährigen Sproßachse. Schematisch. 15:1.
P primäre, S sekundäre Harzkanäle. Die dunkelgehaltenen Zellen sind mit den kautschukliefernden Substanzen angefüllt.

bis dicht an den Vegetationspunkt. Der Kork besteht aus gleichmäßigen, großen, dünnwandigen Zellen und erreicht schon an den einjährigen Sproßachsen große Mächtigkeit. Dieses Oberflächenperiderm bleibt in den meisten Fällen lange bestehen, so daß bisweilen an 14 mm dicken Stämmen die primären Harzkanäle noch erhalten sind, wenn auch stark verzerrt und zusammengedrückt.

Innere Periderme beginnen an 8—10 mm dicken (wahrscheinlich 6—7jährigen) Sproßachsen aufzutreten, greifen aber meistens

wenig tief in die Rinde ein. Erst sehr allmählich tritt eine ausgiebigere Borkenbildung ein, bei welcher aber die schwammigen, breiten Korklagen die größte Masse ausmachen. Außerdem kommen innere Periderme als Wundkork vielfach vor, oft schon an sehr jungen Stengeln.

Das Sekret wird als ätherisches Öl ausgeschieden, welches aber rasch verharzt und sich dann als fast farblose oder hellgelbe Tropfen oder Massen in den Kanälen findet. Bei Verletzungen tritt es häufig als größere Tropfen hervor. In kaltem Alkohol, Äther, Chloroform, Toluol, Xylol löst sich das Sekret vollständig. Mit Alkannin färbt es sich rot, mit Chlorzinkjod, Jod oder Jod und Schwefelsäure hellgelb, was alles deutlich für seine harzige Natur spricht.

Die den Kanal auskleidenden Zellen (Fig. 6) sind durch dichtes Protoplasma ausgezeichnet, das sich mit Chlorzinkjod dunkelbraungelb, mit Alkannin intensiv rot färbt, während sonst das Leptom hauptsächlich stärkereichen Zellinhalt führt.

Nach Besprechung der Harzkanäle wenden wir uns zu der Substanz, welche den Kautschuk liefert. Dieselbe findet sich in fast allen Zellen des Grundgewebes, also in denen des Marks, der Markstrahlen und der primären Rinde sowie im Holzparenchym. In meinem anfangs Dezember eingesammelten Material sind alle Zellen dicht erfüllt mit kautschukartigen Stoffen und mit Eiweißverbindungen (Fig. 7). Die chemische Beschaffenheit dieses Zellinhaltes genauer festzustellen, ist bei unserer ungenügenden Kenntnis dieser Stoffe und dem Mangel charakteristischer Mikroreaktionen nicht möglich¹⁾.

Von den beobachtenden Reaktionen möchte ich folgende erwähnen: Der Inhalt der in Rede stehenden Zellen färbt sich mit 1 pCt. Osmiumsäure dunkelbräunlich bis schwarz. Mit Chlorzinkjod nimmt derselbe eine gelbbraune Farbe an. Alkannin färbt ihn intensiv rot. Weder in kaltem noch in kochendem Alkohol, in Äther und in Chloroform löst er sich, selbst bei mehrtägigem Verweilen in diesen Flüssigkeiten. Er schwindet aus den Zellen auch nicht bei Behandlung mit konzentrierter, kalter oder kochender Kalilauge, auch nicht bei darauffolgendem Kochen in Alkohol. In Chloralhydrat (5 Teile) und Wasser (2 Teile) verändert der Zellinhalt sich sehr bedeutend und verschwindet zum Teil. In alko-

1) Vgl. MOLISCH, H. Studien über den Milchsaft und den Schleimsaft der Pflanzen, S. 52.

holischer Kalilauge ballt sich derselbe innerhalb und außerhalb der Zellen zu kugeligen Massen zusammen. Auf Eiweißverbindungen deutet die schöne weinrote Farbe hin, welche der Zellinhalt bei Behandlung mit konzentrierter Zuckerlösung und Schwefelsäure annimmt.

Wie verschieden auch der Ort der Entstehung der kautschukliefernden Substanzen bei dem Guayule sein mag im Vergleich zu dem aus den Milchröhren stammenden Kautschuk, so scheint doch in bezug auf die allgemeine chemische Zusammensetzung eine große Ähnlichkeit zu bestehen; zahlreiche Angaben deuten ja darauf hin, daß auch die in den Milchröhren vorhandenen Stoffe, welche den Kautschuk liefern, nicht eigentlicher Kautschuk sind¹⁾. Eingehende chemisch-physiologische Untersuchungen der in dem Guayule vorhandenen Stoffe dürften mancherlei interessante Resultate erwarten lassen.

Die Blätter führen sehr wenig oder garnichts von den kautschukartigen Substanzen; daher geben diese so geringe Ausbeute. Da die in Rede stehenden Stoffe im Holzkörper sich nur in den Markstrahlen und in dem sehr schwach entwickelten Holzparenchym finden, liefert das Holz viel weniger Kautschuk als die Rinde. Da in dem älteren Holz das Mark mit seinen Harzkanälen abgestorben ist, letztere, wie wir gesehen haben, auch nicht zahlreich und umfangreich sind, so ist der aus dem Holz allein stammende Kautschuk weniger harzreich. Könnte man ausschließlich den Holzkörper der Wurzel zur Kautschukgewinnung verwenden, so würde das Produkt wahrscheinlich harzfrei sein, da sich hier keine Harzkanäle finden.

Bei jungen Pflanzen ist die hier in Betracht kommende Aufspeicherung der kautschukartigen Stoffe noch wenig umfangreich und nimmt erst sehr allmählich zu, daher lohnt sich nicht die Verarbeitung von Pflanzen, welche jünger sind als 10 Jahre.

Stärke kommt in den betreffenden Geweben nicht vor. Dieselbe tritt sehr reichlich in den jüngsten Teilen des Leptoms und in der Stärkescheide auf. Ferner läßt sie sich auch in den äußersten Schichten der Rinde in der unmittelbaren Nähe des Korkkambiums nachweisen.

Von den übrigen anatomischen Verhältnissen der Guayulepflanze möchte ich zunächst die außerordentlich starke Behaarung

1) Vgl. CZAPEK, F., Biochemie der Pflanzen, Bd. II, S. 707.

aller jungen Organe, besonders der Blätter, hervorheben. Die Haare sind zweiarmig und bestehen aus einem kurzen, aus einer Zellreihe aufgebauten Stiele und dem einzelligen Querbalken, welcher in der Richtung der Längsachse des Blattes und schief aufwärts gestellt ist¹⁾. Ihre Enden schieben sich infolgedessen leicht ineinander und bilden so ein außerordentlich dichtes Haarkleid. Dieses ermöglicht es wohl in erster Linie der Pflanze, unter so ungünstigen Lebensbedingungen, wie sie die Halbwüsten Nordmexikos bieten, zu leben. Vielleicht setzt diese eigenartige Behaarung auch die Pflanze in den Stand, den in ihrem Verbreitungsgebiet so stark auftretenden Tau festzuhalten und zu verwerten.

Bemerkenswert ist ferner das Auftreten von sogenannten Gummipfropfen in den Gefäßen der ältesten Teile des Holzkörpers bei etwa 8—10 jährigen Achsen. Dieselben sind im allgemeinen sehr häufig und in der Regel 3—4 mal so lang als breit. In den meisten Fällen färben sich diese Gummipfropfen mit Phloroglucin rot.

Von verwandten Arten des Guayule habe ich zwei untersucht: Bei *Parthenium tomentosum* DC. (PRINGLE, Plantae Mexicanae no. 4952, Oaxaca) finden sich harzführende Sekretkanäle in der primären Rinde, und zwar sind dieselben größer und zahlreicher (meistens $0,3 \times 0,18$ mm) als bei *P. argentatum*. Sie sind auch mit hellgelben, harzigen Massen vollgepfropft.

Sekundäre Sekretbehälter treten in derselben Weise wie bei dem Guayule in dem älteren Leptom auf und entwickeln sich auch ebenso. Der einzige blütentragende Zweig, den ich untersuchen konnte, hat 6 mm Durchmesser und dürfte 2-, höchstens 3 jährig sein; das Mark ist hier sehr ausgedehnt und nimmt den größten Teil des Querschnitts ein. Es ist nur eine Zone von sekundären Kanälen hier vorhanden. Fettartige Reservestoffe finden sich bei dem untersuchten, zur Blütezeit (Oktober) gesammelten Material nicht.

In ähnlicher Weise treten die primären und sekundären Sekretkanäle auch bei *P. incanum* HBK. (W. SCHUMANN, Plantae Mexicanae no. 98) auf. Hier standen mir etwa zweijährige Sproßachsen zur Verfügung. In den ältesten Stücken der Sproßachse des untersuchten blühenden Zweiges finden sich in Rinde und Markstrahlen reichlich Stoffe, welche sich mikrochemisch ähnlich

1) Vgl. SOLEREDER, H., Systematische Anatomie, S. 517, Fig. 103 F.

verhalten wie die kautschukartigen Substanzen des Guayule. ENDLICH gibt an, daß anfangs diese durch breitere Blätter ausgezeichnete Art mit dem Guayule verwechselt wurde, so daß erstere also nicht zur Kautschukgewinnung geeignet zu sein scheint¹⁾.

Fig. 3—7 sind von Herrn Dr. G. DUNZINGER gezeichnet.

München, K. Botanisches Museum, März 1908.

32. L. Wittmack: Ein goldener Eichenkranz und goldverzierte Nymphaeaceen-Stiele in einem Hügelgrab zu Pergamon.

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 27. März 1908.)

In der Ebene des Flusses Kaikos (jetzt Bakyr Tschai) bei Pergamon in Kleinasien befinden sich mehrere Hügelgräber, welche das mit den Ausgrabungen der Ruinen von Pergamon beauftragte Kaiserliche Archäologische Institut unter Leitung des Herrn Professor Dr. DÖRPFELD in Athen zu untersuchen unternommen hat.

Es sind namentlich drei sehr große und zwei kleinere Hügelgräber vorhanden; von diesen interessiert uns hier nur das eine der kleinen; denn in diesem fand sich ein Sarkophag aus Trachyt mit höchst bemerkenswertem Inhalt. Nachdem der Deckel abgehoben, fand man zwar von dem Toten nichts mehr, nur ganz wenige Knochenreste und etwas Staub. An der Stelle aber, wo der Kopf gelegen haben muß, lag ein prachtvoller Eichenkranz aus massivem Golde; am vorderen Teil desselben hängt eine geflügelte goldene Siegesgöttin. Zu beiden Seiten des Leichnams lag je ein Schwert; ferner fanden sich noch zwei kleine goldene Hundeköpfe, vielleicht von der Schwertscheide, weiter kleine bronzene Anhängsel eines Schmuckes, sodann 6 Sporen und einige Stückchen Holz, wohl von der Unterlage, auf welcher der Tote — offenbar

1) Vgl. auch HILLIER, J. M., Guayule Rubber in Kew Bulletin 1907, S. 285.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [26a](#)

Autor(en)/Author(s): Ross Hermann

Artikel/Article: [Der anatomische Bau der mexikanischen Kautschukpflanze „Guayule“, Parthenium argentatum Gray. 248-263](#)