

die Gefässe von 0,032 mm Durchmesser, die Gefässdurchbrechung ist ausschliesslich leiterförmig mit 15—25 Speichen.

In den Markstrahlen des Bastes sind zahlreiche Einzelkrystalle und einige Drusen abgelagert.

Gerbstoffschläuche im Bast und in der primären Rinde, die Gefässwand, Holzparenchym, Holzprosenchym, der gemischte und continuirliche Sclerenchymring im Pericykel, der Steinzellenring in der primären Rinde und der Kork wie bei *Hem. Andamanica*.

Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Zingiberaceae.

Von

Wilhelm Futterer

aus Stockach.

Mit einer Tafel.

(Fortsetzung.)

Während die theilungsfähige Schicht in der Nähe des Vegetationspunktes einen nur engen Ring bildete, der sich mit der Entfernung von der Spitze erweiterte, nahm der Durchmesser des Ringes weiter unten wieder ab, wodurch sich das äussere Gewebe verbreiterte. Die Hauptmenge der Gefässbündel verläuft im inneren Cylinder und nur vereinzelte finden sich im äusseren Theil. Das Gewebe des Ringes wird oft unterbrochen durch Anastomosen von Bündeln, die vom inneren Cylinder in's äussere Gewebe treten.

An der Peripherie des oberen Endes des Rhizoms lässt sich eine aus würfelförmigen, verhältnissmässig kleinen Zellen gebildete Epidermis erkennen. Darunter befindet sich das Grundgewebe, aus durchsichtigen, parenchymatischen, verhältnissmässig dicht zusammenschliessenden Zellen bestehend, die etwas in tangentialer Richtung gestreckt sind. In dieses Grundgewebe sind schwache Gefässbündel mit unbedeutendem Verstärkungsgewebe eingelagert. In einzelnen Zellen befinden sich rundliche Stärkekörner, sonst ist ein besonderer Inhalt nicht zu bemerken. Mehr nach innen verläuft die Scheide, an der sich die Reihenanzordnung der Zellen meist nicht mehr constatiren lässt, die letzteren sind ca. drei Mal länger als breit und schliessen lückenlos zusammen. Das dadurch abgegrenzte innere Gewebe gleicht dem äusseren, nur sind hier die einzelnen Zellen mehr abgerundet, wodurch mehr Intercellularräume entstehen, und befindet sich im Centralcylinder eine bedeutend grössere Menge von Gefässbündeln, die stärker entwickelt sind, als die des äusseren Gewebes.

Zu äusserst liegt an der Wurzel die Epidermis mit einer Menge von Wurzelhaaren. Es folgt nach innen lockeres, parenchymatisches Gewebe, aus weiltumigen, unregelmässigen Zellen gebildet. Nur an den innersten Zellen der Wurzelrinde lässt sich

Reihenanzordnung der Zellen constatiren. Die Endodermis und das Pericambium bestehen aus unverdickten, lückenlos zusammenschliessenden Zellen. Die Caspary'schen Punkte in den Radialwänden der Endodermis sind nur undeutlich zu sehen. Das Gefässbündel zeigte nur wenig Xylemstrahlen und Phloëmgruppen; das Innere desselben ist durch sclerenchymatisches Gewebe ausgefüllt. Im Rindengewebe befinden sich wenige, rundliche, kleine Stärkekörner; Krystalle von oxalsaurem Kalk sind nicht zu bemerken.

Brachyphilum Horsfieldii R. Br.

Das Blatt stimmt in seiner anatomischen Beschaffenheit mit dem von *Hedychium* fast völlig überein, nur findet sich hier in den Zellen des Mesophylls eine Menge von grossen monoclinen Krystallen von oxalsaurem Kalk, was bei *Hedychium* nicht der Fall war.

Die Blattrippe ist gleichfalls mit der von *Hedychium* übereinstimmend gebaut, nur geht sie hier an ihrem unteren Ende in einen deutlichen Stiel über. In dem letzteren bilden die Hauptgefässbündel in ihrer Gesamtanzordnung ungefähr einen dreiviertel Kreis, der nach oben offen ist, aber durch einen aus sclerenchymatischen Strängen gebildeten Bogen nach oben abgeschlossen wird. In diesen Strängen befindet sich je ein schwaches Gefässbündel. Im Hypoderma, das unter den Hauptbündeln in der Blattrippe liegt, wechseln mit den letzteren in ihrer Lage sclerenchymatische Stränge ab. Im oberen Hypoderma finden sich zahlreiche Gefässbündel, die den Hauptbündeln an Grösse nur wenig nachstehen, jedoch in ihrer Gesamttheit keine Anordnung erkennen lassen, und nur wenig Verstärkungsgewebe besitzen.

Hiernach lassen sich die Gefässbündel des Blattstiels in vier Systeme eintheilen:

1. Die Hauptgefässbündel, die in ihrer Gesamttheit auf dem Querschnitt den stärksten Bogen bilden. Xylem und Phloëm sind hier verhältnissmässig stark entwickelt, im Xylem meist nur ein grosses Gefäss. Das Bündel ist im Querschnitt langoval, und in Beziehung auf den Stamm in radialer Richtung gestreckt. An diesen Bündeln erstrecken sich die oft erwähnten seitlichen parenchymatischen Zellen weit in's Innere des Stranges hinein. Nach innen und auch besonders nach der Aussenseite, ist den Gefässbündeln Verstärkungsgewebe angelagert. Mit diesen Fibrovasalsträngen wechseln Intercellularräume ab, die nach der Mitte der Rippe immer stärker werden; sie und die Gefässbündel sind von chlorophyllhaltigem Gewebe umgeben.

2. Das System von Bündeln, die den durch die Hauptbündel gebildeten Bogen an der Oberseite des Blattstieles abschliessen. Im Xylem enthalten sie ein grosses Gefäss, sie haben nur wenig Phloëm, und das ganze Bündel ist in eine starke Scheide von sclerenchymatischem Gewebe eingeschlossen.

3. Die Fibrovasalstränge des oberen Hypodermas sind, wie schon erwähnt, verhältnissmässig stark. Im Querschnitt sind sie rundlich. Sie enthalten im Xylem zwei bis drei grosse Gefässe;

an der Grenze von Xylem und Phloem springen, wie bei den Hauptbündeln, die seitlichen parenchymatischen Zellen in's Gewebe des Bündels hinein, jedoch nicht so weit, wie bei den letzteren. Verstärkungsgewebe ist an diesen Bündeln nur sehr wenig vorhanden.

4. Die Gefässbündel des unteren Hypodermas ähneln denen des zweiten Systems, sind jedoch etwas stärker entwickelt. Sie sind ebenfalls in eine starke Scheide von mechanischem Gewebe, die besonders nach der Aussenseite hin stark entwickelt ist, eingelagert. Diese Bündel wechseln in ihrer Lage mit denen des ersten Systems ab, sie befinden sich ganz an der Peripherie und ist an diesen Stellen das Gewebe der Epidermis durch die Sclerenchymzellen des Stranges verdrängt.

Die Blattscheiden, die mehrere Internodien durchlaufen, gleichen in ihrem anatomischen Bau dem Blattstiel, nur fehlt hier das zweite System der Bündel. Zwischen den Hauptbündeln sind gleichfalls grosse Intercellularräume vorhanden.

Wie auch Petersen hervorhebt, befindet sich im Inneren des Stammes eine aus kleinen, sclerenchymatisch verdickten Zellen gebildete Scheide; die Gefässbündel des dadurch abgegrenzten äusseren Theiles halten in ihrer Gestalt ungefähr die Mitte zwischen den System No. 1 und No. 3 der Blattrippe. Zwischen denselben sind keine Intercellularräume zu bemerken. Die Gefässbündel des Centralcylinders gleichen den äusseren, nur ist hier weniger Verstärkungsgewebe vorhanden.

Kaempferia Galanga Linn.

In der Nähe der Mittelrippe des Blattes lassen sich am Blatt auf dem Querschnitt unterscheiden:

1. Die obere Epidermis, aus unverdickten, nach aussen etwas gewölbten, meist breiteren als langen Zellen bestehend. Sie sind gewöhnlich an den Stellen kleiner, unter welchen im Inneren des Blattes Gefässbündel verlaufen.

2. Oberes Hypoderma. Dessen Zellen gleichfalls unverdickt, ohne besonderen Inhalt; oft ein halb mal länger als breit. In gewisser Entfernung von der Blattmittelrippe verschwindet das Hypoderma und an seine Stelle tritt die Epidermis, deren Zellen an den betreffenden Orten die Gestalt der Hypoderma-Zellen annehmen.

3. Pallisadengewebe, eine Zelllage stark, in seiner Beschaffenheit und Inhalt wie die von *Curcuma*, *Hedychium* u. s. w.

4. Schwammgewebe vier bis fünf Zelllagen stark, die Zellen von der üblichen Form. In den mehr an der Unterseite gelegenen Zellen finden sich grosse monocline Krystalle von oxalsaurem Kalke. Armzellen sind verhältnissmässig selten und sind nur in der Umgebung der Athemhöhlen anzutreffen. Während Pallisaden und Schwammgewebe sich meist scharf unterscheiden, fanden sich in den untersuchten Blättern oft Stellen, wo keine so scharfe Trennung vorhanden war, und wo schon die Zellen des Pallisadengewebes eine mehr rundliche Form angenommen haben.

5. Das untere Hypoderma ist nicht so regelmässig, wie das der Oberseite, und ist oft von assimilirendem Gewebe und von Athemhöhlen unterbrochen. Die Zellen sind kleiner als die des oberen Hypodermas und meist doppelt so breit als lang.

6. Untere Epidermis. Deren Zellen sind meist kleiner und breiter, als die der oberen Epidermis; oft befindet sich rother Farbstoff in denselben. Die regelmässige Zellreihe der unteren Epidermis ist oft unterbrochen durch Spaltöffnungen und durch kleinere, rundliche Zellen, die sich durch ihren körnigen chlorophyllführenden Inhalt vor den anderen Zellen auszeichnen. Es sind dies ursprünglich Mutterzellen von Spaltöffnungen, die auf einer gewissen Stufe der Entwicklung stehen geblieben sind. Die Spaltöffnungen gleichen auf dem Querschnitt an Gestalt und Umgebung den bei *Hedychium coccineum* beschriebenen. Die Unterseite des Blattes ist etwas filzig von geraden, einzelligen Haaren.

Die Gefässbündel im Blatt weichen weder in ihrer Lage, noch in ihrem Bau von den früher beschriebenen ab. An Ober- und Unterseite Verstärkungsgewebe und an ihren beiden Seiten weitlichtige parenchymatische Zellen.

Die Blattmittelrippe zeigt ungefähr in der Mitte des Blattes folgenden Bau:

An der Oberseite des Blattes bildet sie eine starke, rinnenförmige Vertiefung, während sie an der Unterseite besonders hervortritt; in derselben befinden sich ca. fünf Hauptgefässbündel, die in ihrer Gesammtheit einen schwachen Bogen bilden; das mittelste Bündel ist das stärkste; zu seinen beiden Seiten liegen starke Interzellularräume, während sie zwischen den übrigen Bündeln nur angedeutet sind. Die Fibrovasalstränge und Interzellularräume sind eingebettet in ein breites Band von chlorophyllhaltigem Gewebe, das die betreffenden Bildungen völlig umschliesst. An den Seiten des Bogens lässt sich in dem chlorophyllhaltigen Gewebe eine deutliche Trennung in Pallisaden und Schwammgewebe erkennen, während in der Mitte des Bogens keine Unterscheidung in diese Gewebe vorhanden ist. Die Hypoderma-Schicht der Oberseite ist bedeutend stärker als die der Unterseite. Die Epidermiszellen sind da, wo die Einbiegung der Spreite in die Mittelrippe erfolgt, bedeutend kleiner als an den übrigen Theilen der Blattspreite. In der Mitte des oberen Hypodermas ist ein schwacher Strang, nur aus sclerenchymatischem Gewebe bestehend, bemerkbar, es war dies das einzige Bündel, welches ich ausser den Hauptbündeln constatiren konnte. Die Epidermiszellen der Unterseite der Blattrippe enthalten reichlich rothen Farbstoff.

Im Blattstiel sind zwei Systeme von Gefässbündeln bemerkbar:

1. Die Hauptgefässbündel, wie die der Blattrippe in ihrer Gesammtheit zu einem Bogen angeordnet, der jedoch bedeutend stärker ist. Zwischen denselben Interzellularräume, die an Grösse die Gefässbündel übertreffen. Während diese letzteren nur auf der Aussenseite mit chlorophyllhaltigem Gewebe umgrenzt sind, werden

Epidermis, nur sind sie hier mehr in die Länge gestreckt, und zwar mit ihrer Längsachse senkrecht zur Oberfläche des Blattes gestellt. In einiger Entfernung von der Mittelrippe hört das Hypodermis auf und ist das assimilirende Gewebe des Mesophylls von diesem Punkte an bis zum Rande des Blattes nur von der Epidermis bedeckt. Während bei den meisten *Zingiberaceen* die Epidermiszellen an dieser Stelle die Form der Hypodermiszellen annehmen, ist hier keine Veränderung ihrer Form wahrzunehmen, indem sie die oben beschriebene Form beibehalten. Die Epidermiszellen der Blattunterseite sind bedeutend kleiner, als die der Oberseite und ist ihre Reihe oft durch Spaltöffnungen unterbrochen. An den Blatträndern sind die Zellen der Epidermis der Ober- und Unterseite etwas verkleinert. Wie an der Oberseite, so findet sich an der Unterseite des Blattes in der Nähe des Blattstiels Hypodermis, dessen Zellen jedoch ganz anders wie die der Oberseite gestaltet sind. Sie sind lange nicht so gross und sind ihre Wände lange nicht so prall und angespannt, wie die des oberen Hypodermis. Während sie ganz in der Nähe der Blattmittelrippe noch fast quadratisch sind, nehmen sie mit ihrer Entfernung von derselben eine immer gestrecktere Gestalt an, um schliesslich ebenfalls dem assimilirenden Gewebe Platz zu machen. Die Hypodermiszellen der Oberseite sind mit ihrem Längsdurchmesser senkrecht zur Blattfläche gestellt, während der Längsdurchmesser derer der Unterseite parallel mit der Blattfläche verläuft.

Ausserdem sind im Mesophyll eine Lage Pallisaden- und vier bis fünf Lagen Schwammgewebe bemerkbar. Die Zellen des Pallisadengewebes sind mehrmals länger als breit und sind durch ihre Form schroff von denen des Schwammgewebes unterschieden. Die Zellen des letzteren haben in der aus Pallisadengeweben anschliessenden Zelllage rundliche Gestalt und sie nehmen nach der Unterseite des Blattes hin eine unregelmässigeres Aussehen an, bis sie zuletzt die ausgeprägte Form von Armzellen, besonders über den Athemhöhlen haben.

Während in den Zellen der Epidermis und des Hypodermis ein besonderer Inhalt nicht zu bemerken ist, befinden sich zwischen dem Gewebe des Mesophylls Zellen mit stärker lichtbrechendem Inhalt, die einzeln in das Pallisaden- und Schwammgewebe eingestreut sind und in ihrer Gesamtheit keine besondere Anordnung erkennen lassen. Der Inhalt gibt die gleichen Reactionen, wie bei *Hedychium coccineum* angegeben. Grosse monocline Krystalle von Kalkoxalat, wie sie oft bei den *Zingiberaceen* in allen Geweben des Blattes mit Ausnahme der Epidermis vorkommen, sind hier nicht zu bemerken. Spaltöffnungen an der Unterseite bedeutend zahlreicher, als an der Oberseite; sie verhalten sich von der Seite und von der Fläche gesehen gerade so wie die der oben erwähnten *Hedychium*-Arten.

Die Gefässbündel des Blattes variiren etwas an Grösse. Sie besitzen an der Ober- und Unterseite mechanisches Gewebe und längs des Xylems laufen an beiden Seiten derselben je eine Reihe von weitlichtigen parenchymatischen Zellen, die diesen Theil des Fibrovasalstranges vom anstossenden Gewebe trennen. Bei manchen

(schwächeren) Gefässbündeln nimmt das Lumen der anstossenden parenchymatischen Zellen mit der Annäherung aus Phloëm zu, bei den stärkeren Bündeln sind die begleitenden parenchymatischen Zellen nicht in solche Reihen angeordnet und nur an der Grenze von Phloëm und Xylem sind sie besonders hervortretend. In der Mitte des Xylems der schwächeren Bündel befindet sich eine die übrigen Zellen in ihrem Durchmesser nicht sehr übertreffende Trachee mit ringförmiger Verdickung. Auch in den stärkeren Gefässbündeln fehlt meist eine dominirende Trachee, wie sie sonst in den Hauptgefässbündeln der *Zingiberaceen* vorzukommen pflegt.

Die Blattrippe bildet an der Oberseite des Blattes eine verhältnissmässig schwache Einsenkung, während sie an der Unterseite eine ziemlich starke Wölbung zeigt. Die Epidermiszellen der Oberseite sind an der Einsenkung viel kleiner, als die der sonstigen Spreite. Die Hauptgefässbündel laufen an der Unterseite der Rippe; der Raum zwischen denselben und der Oberseite ist durch hypodermatisches Gewebe ausgefüllt. Die Gefässbündel sind eingebettet in ein breites Band von chlorophyllhaltigem Gewebe, das keine Trennung im Palladen- oder Schwammgewebe erkennen lässt, an Zelllagen ist es stärker als das Mesophyll des Blattes. Zwischen den einzelnen Gefässbündeln sind die Stellen, an denen sich später die bei allen *Zingiberaceen* in der Blattrippe vorkommenden Intercellularräume entwickeln, nur andeutungsweise zu bemerken. Es befinden sich an den betreffenden Stellen lang gestreckte Armzellen mit assimilirendem Inhalt bunt über einander geschichtet. Das mittelste Hauptgefässbündel ist das am tiefsten in der Rippe gelegene und zugleich das am stärksten entwickelte, es weicht von den stärkeren im Blatte höchstens durch eine grössere Auflagerung von mechanischem Gewebe ab. Ausser den Hauptgefässbündeln sind in der Blattrippe keine anderen zu bemerken.

An dem stielartigen Grunde verhält sich die Blattrippe ebenso, wie oben geschildert, nur ist die Unterseite stärker gewölbt, befinden sich mehr Gefässbündel in derselben und ist das obere Hypodermis bedeutend stärker entwickelt. Auch hier zeigen sich keine anderen Gefässbündel, als die des Hauptsystems, höchstens konnte ich im untersten Theil eines noch völlig von älteren Blattscheiden umschlossenen Blattes ausser diesen, im Querschnitt ovalen Bündeln, noch ein einziges, schwächeres, rundes bemerken, das im oberen Hypodermis verlief und von in der Entwicklung begriffenem sclerenchymatischem Gewebe umschlossen war. Die Intercellularräume zwischen den Hauptbündeln sind nicht viel stärker als die im oberen Theil der Blattrippe.

In der Blattscheide ist Epidermis, Hypodermis und assimilirendes Gewebe, in dem Gefässbündel und Intercellularräume abwechselnd gelagert sind, zu unterscheiden.

Die Epidermiszellen sind kleiner, als die des Blattes, zeigen aber dasselbe Verhalten. Die der Innenseite der Blattscheide sind grösser als die der Aussenseite. Manche derselben sind mit Tropfen eines gelben ätherischen Oeles ausgefüllt. Unter der äusseren und

inneren Epidermis befindet sich hypodermatisches Gewebe, das aus meistquadratischen, öfters auch aus mehr breiten als langen, in der Grösse oft etwas differirenden Zellen gebildet wird. Es besteht auch hier ein, aber nicht so deutlich, wie beim Blatte ausgeprägter Unterschied zwischen den Zellen des inneren und äusseren Hypodermas. Die äusseren Hypodermazellen sind meist klein und gestreckt, während die des inneren Theiles grösser und etwas stärker als die letzteren sind. In dem Hypodermis eingebettet befindet sich das Chlorophyll führende Gewebe, das jedoch mehr an der Peripherie der Blattscheide verläuft, so dass der innere Theil des Hypodermas bedeutender ist als der äussere.

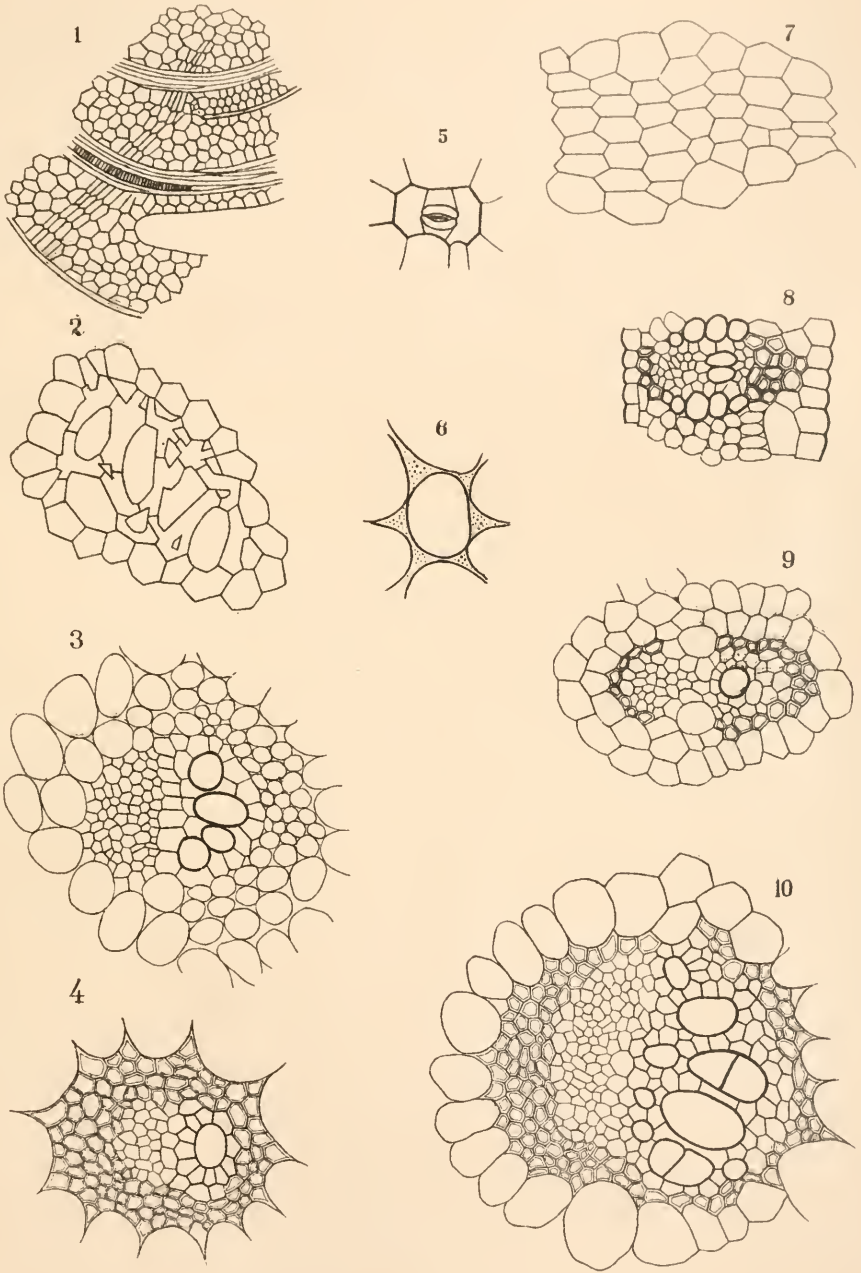
Auch in den Zellen des Hypodermas ist, wie in manchen Zellen der Epidermis, öfters ein gelbes ätherisches Oel zu bemerken.

Die Gefässbündel, die in verhältnissmässig grossen Abständen von einander stehen, sind so entwickelt, wie die starken im Blatte, nur befindet sich an ihrer Aussenseite etwas mehr mechanisches Gewebe. Die seitlichen parenchymatischen Zellen springen wie beim Blatte meist weit ins Gewebe des Gefässbündels ein; im Xylem der letzteren bemerkt man oft eine grosse Trachee, die von einem Kranze kleiner Xylemzellen umgeben ist. Ausser diesem System von Fibrovasalsträngen lässt sich in der Blattscheide kein anderes feststellen. Es macht hierdurch *Roscoeia purpurea* von fast allen später beschriebenen *Zingiberaceen* eine Ausnahme, welche letzteren meist mehrere Systeme von Gefässbündeln und Stränge, die nur von mechanischem Gewebe gebildet sind, erkennen lassen.

Mit den Fibrovasalsträngen wechseln breit gestreckte Inter-cellularräume ab, die oft von langgestreckten Zellen überbrückt sind. Das assimilirende Gewebe bildet ein schmales zusammenhängendes Band, das Gefässbündel und Inter-cellularräume an den Aussenseiten berührt, jedoch finden sich in der nächsten Umgebung der letzteren ebenfalls Zellen mit assimilirendem Inhalt, wie auch die sie durchziehenden Querzellen meist Chlorophyll enthalten.

Im Innern des Stammes wird durch eine wenig Zelllagen starke Innenscheide das Grundgewebe des letzteren in einen äusseren und inneren Theil getrennt. Im äusseren Gewebe befinden sich nur wenig Gefässbündel, während im inneren Centralcylinder deren eine grössere Anzahl zu bemerken sind. Das äussere Gewebe besteht aus Epidermis und Grundparenchym, die erste wird aus sehr kleinen Zellen gebildet, während das letztere unregelmässige etwas grössere Zellen ohne besonderen Inhalt bemerken lässt. Oefters befinden sich in diesem Gewebe Zellen mit gelbem ätherischem Oel. Das Grundgewebe des Centralcylinders gleicht dem des äusseren Theiles, nur fehlen hier die ölführenden Zellen. Die Gefässbündel des äusseren und inneren Stammtheiles sind sich an Form gleich, sie sind im Querschnitt rundlich, schwach entwickelt und ist an den äusseren etwas mehr Verstärkungsgewebe vorhanden, als an den inneren. Sie lassen einige Tracheen und etwas phloëmisches Gewebe erkennen. Im inneren Stammtheil finden sich zahlreiche Queranastomosen der Gefässbündel.

(Fortsetzung folgt).



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [68](#)

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

Artikel/Article: [Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Zingiberaceae. \(Fortsetzung.\) 393-400](#)