

da Herr Professor S. Ikeno von unserer Universität dieselben auch bei *Cycas revoluta* entdeckt hat.

Die Spermatozoiden von *Ginkgo* haben eine andere Gestalt als die der höheren *Kryptogamen*. Sie sind eiförmig, 82 μ lang bei 49 μ Breite; in der Mitte sitzt der Zellkern, welcher durch Cytoplasma völlig umschlossen ist. Der Kopf besteht aus drei nie erstreckbar gebauten Spiralwindungen, worauf viele Cilien wurzeln, auch ist ein spitzer Schwanz vorhanden. Sobald diese Spermatozoiden durch die der Halszelle entgegengesetzte Spitze des Pollenschlauches in den angehäuften Saft im Nucellus, der vielleicht aus dem weiblichen Apparate abgesondert wird, einwandern, schwimmen sie darin ziemlich schnell und mit drehenden Bewegungen.

Den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Spermatozoiden sowohl, wie auch das Verhalten der Attraktionssphäre während ihres Wachstums habe ich schon recht genau studirt, und werde darüber bald an anderem Orte ausführlich berichten.

Tokio, Anfang Oktober 1896.

Botanisches Institut der Wissenschaftl.
Abtheilung der Universität.

Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Zingiberaceae.

Von

Wilhelm Futterer

aus Stockach.

Mit einer Tafel.

(Schluss.)

Globba humilis Hort.

Petersen macht über den anatomischen Bau des Blattes von *Globba* folgende Angaben: „Die Epidermis ist als Wassergewebe auf der Oberseite des Blattes und zuweilen auch auf der Unterseite desselben ausgebildet. Hier ist also nicht das gewöhnliche Hypoderma unterhalb einer kleinzelligen Epidermis. Die Pallisadenzellen folgen unmittelbar auf die grosszellige, durchsichtige Epidermis; so z. B. bei *Globba strobilifera*, *Globba marantina* und *Globba Schomburgkii*.“

Auch für *Globba humilis* stimmen diese Angaben. Das Hypoderma fehlt an der Oberseite gänzlich, dafür haben die Zellen der Epidermis die Gestalt und Beschaffenheit der Hypodermazellen angenommen. Die Blätter sind an der Oberseite spärlich behaart. Das Verstärkungsgewebe der Gefässbündel erstreckt sich gewöhnlich durch das Pallisadengewebe hindurch bis zur Epidermis des Blattes, die an den betreffenden Stellen oft etwas kleinzelliger ist. Die Gefässbündel selbst ähneln in ihrer Gestalt und in ihrem anatomischen Bau ganz denen von *Hedychium coccineum*. In manchen

Zellen der Epidermis und in vielen Zellen des Mesophylls lässt sich ätherisches Oel erkennen. Während bei *Hedychium* die Spaltöffnungen vier charakteristisch gestaltete Nebenzellen besaßen, sind bei *Globba* nur zwei dieser charakteristischen Form vorhanden, nämlich die an die Schliesszellen angrenzenden seitlichen, während die Nebenzellen der Ober- und Unterseite sich nur wenig in ihrer Gestalt von den übrigen Epidermiszellen unterscheiden. Letztere stehen in ihrer Form zwischen den charakteristisch gestalteten Nebenzellen und den angrenzenden Zellen der Epidermis.

In der Blattrippe stellen die Hauptbündel in ihrer Gesamtheit gleichfalls einen Bogen dar und ist hier an Unter- und besonders an der Oberseite hypodermatisches Gewebe vorhanden. Der Bogen wurde in dem von mir untersuchten Exemplar aus ungefähr sieben Gefässbündeln gebildet und wechselten regelmässig stärkere Bündel mit schwächeren ab. An Ober- und Unterseite derselben lag Verstärkungsgewebe. Auch an diesen Bündeln springen die angrenzenden parenchymatischen Zellen an der Grenze von Xylem und Phloem weit in's Gewebe des Bündels ein.

Wie bei den bisher beschriebenen Vertretern der *Zingiberaceae* wird auch bei *Globba* der Bogen, den die Hauptgefässbündel in der Blattrippe bilden, nach der Basis des Blattes immer stärker und bilden im Blattstiel die Fibrovasalstränge des Hauptsystems in ihrer Gesamtheit einen ungefähr dreiviertel Bogen; die Höhlung, welche durch den Bogen entsteht, ist durch hypodermatisches Gewebe ausgefüllt. Während in der Blattscheide nur zwei Systeme von Gefässbündeln zu erkennen sind, lassen sich hier im Stiel deren drei feststellen. In der Blattscheide ist der Bogen, den die Hauptgefässbündel in ihrer Gesamtheit bilden, bedeutend grösser als im Blattstiel und ist in der Blattscheide auf der Innenseite des Bogens das Hypoderma fast überall in der gleichen Stärke vorhanden, im Blattstiel dagegen ist der durch die Gefässbündel gebildete Bogen bedeutend mehr gewölbt und ist das Hypoderma naturgemäss an der Innenseite (Oberseite) des Stieles bedeutend stärker entwickelt, als in der Blattscheide. Nach der Spitze des Blattes hin wird der durch die Gefässbündel gebildete Bogen immer flacher und nimmt die Zahl der letzteren immer mehr ab, indem die randständigen Bündel in die Spreite austreten. Den Verlauf der Fibrovasalstränge hat Petersen bei *Costus* beschrieben und ist derselbe bei *Globba* übereinstimmend. Mit der Verflachung des Bogens nimmt das hypodermatische Gewebe an Stärke naturgemäss immer mehr ab. An der Stelle, an der sich der Blattstiel aus der Blattscheide differenzirt, findet eine Teilung der Hauptgefässbündel statt, die Verzweigungen haben andere Gestalt, als die letzteren und wird dadurch das dritte System von Gefässbündeln geschaffen. Im Anfang liegen die Verzweigungen den Hauptbündeln noch eng an, mit der Verbreiterung des hypodermatischen Gewebes im Blattstiel entfernen sie sich immer mehr vom Bogen der Hauptbündel; in ihrer Gesamtanordnung lassen sie kein bestimmtes Bild erkennen. Mehr nach der Spitze der Blattrippe hin nähern sich diese Bündel

wieder den Hauptsträngen und legen sich zuletzt wieder denselben an, worauf sie mit diesen verschmelzen.

Die äusseren Blattscheiden umgreifen sich weit mit ihren Rändern, während sich die inneren nur berühren. Die ersteren zeigen zahlreiche Sclerenchymstränge, in denen sich oft einzelne Gefässe erkennen lassen, und findet sich in den parenchymatischen Zellen der Blattscheiden oft rother Farbstoff. Die innerste Blattscheide ist verhältnissmässig stark und sehr gewölbt; in dem dadurch entstandenen Hohlraum liegt ein spiralig eingerolltes jüngeres Blatt, das sich erst später entfaltet. Durch die Gesammtheit dieser Scheiden wird ein oft beträchtlicher Scheinstamm gebildet.

Das obere Ende des Rhizoms besitzt nach aussen Kork, unter dem ein breites Grundgewebe folgt, welches letzteres aus weitlichtigen Parenchymzellen besteht. Im Inneren des Rhizoms ist eine aus tangential gestreckten, unverdickten Zellen gebildete Innenscheide zu erkennen, die hauptsächlich dadurch, dass die betreffenden Zellen kleiner sind, als das anstossende Grundgewebe, erkennbar ist. Das innere Grundgewebe gleicht dem äusseren. In beiden Fällen sind Gefässbündel eingestreut, von denen sich die äusseren durch ihren sclerenchymatischen Belag von den inneren unterscheiden, welche letztere nur sehr wenig Verstärkungsgewebe in ihrer Umgebung besitzen. Im Grundgewebe befinden sich zahlreiche Zellen mit dem oft erwähnten gelben Inhalte.

Das ausgebildete Rhizom unterscheidet sich fast nicht von dem eben geschilderten noch in Entwicklung begriffenen oberen Ende. Kork, Grundgewebe und die aus dünnwandigen Zellen gebildete Scheide verhalten sich wie vorher. Die Gefässbündel zeigen ein bis drei grosse Gefässe und wenig Phloem, sie sind von einer sclerenchymatischen Scheide umgeben. Krystalle von oxalsaurem Kalk sind nicht zu bemerken. Stärke kommt nicht sehr häufig vor und in den betreffenden Zellen in wenig zahlreichen, elliptischen kleinen Körnern. Auch hier finden sich viele mit gelbem Harz gefüllte Zellen, jedoch nicht so häufig, wie beim oberen Ende.

Die Wurzel enthält nach aussen Kork und folgen nach dem Inneren mehrere Lagen sclerenchymatischer Zellen, die nach innen in unverdicktes parenchymatisches Gewebe übergehen. Die äussersten Zellen des Rindenparenchyms sind verhältnissmässig gross, mehr nach innen werden sie immer kleiner und zeigen sie in der Nähe der Endodermis deutliche Anordnung in Kreise und in Reihen. Die Endodermis selbst wird aus etwas U-förmig nach innen verdickten Zellen gebildet. Das Pericambium besteht aus ähnlichen, jedoch unverdickten Zellen. Das axile Bündel gleicht dem von *Hedychium*, wie dort, so ist auch hier in seinem Innern ein Pseudomark vorhanden.

Entwicklungsgeschichte von *Globba*.

Das Blatt entsteht zuerst als rundlicher Höcker aus dem Vegetationspunkte. Ersterer verbreitert sich mit zunehmendem Alter an der Basis und erhält so auf dem Querschnitt eine halbmondförmige Gestalt. Bis jetzt lässt sich nur Grundgewebe und

Epidermis erkennen, in den Zellen des ersteren befinden sich noch keine besonderen Inhaltskörper. An mehreren scharf abgegrenzten Stellen, nur wenige Zelllagen hinter der äusseren Epidermis, bilden sich durch Längstheilung in ungefähr vier aneinander stossenden Zellen Procambiumstränge, die aus äusserst zartem Gewebe bestehen, und noch keine besonderen Bildungen erkennen lassen. Die Procambiumstränge bilden in ihrer Gesamtanordnung einen Bogen, der parallel mit der inneren Umgrenzung des Höckers verläuft, und lassen sich die späterhin daraus entstandenen Gefässbündel des Bogens als Hauptbündel durch Blattscheide und Blattstiel verfolgen. Auch ausserhalb des Bogens der Hauptstränge, ganz in der Nähe der äusseren Epidermis, bilden sich Procambiumstränge, die in ihrer Lage mit den Hauptbündeln abwechseln, aber von Anfang an nicht so stark entwickelt sind, wie die letzteren und auch zeitlich erst etwas später erscheinen. Während die zuerst erwähnten Hauptbündel in das oberste Blatt im Vegetationspunkt treten, laufen die anderen in die das erste Blatt umhüllende Blattscheide. Diese letztere verbreitert sich mit zunehmendem Alter immer mehr, und da deren Ränder sich nicht in einer Ebene ausbreiten können (jede innere Scheide ist von einer älteren eingeschlossen), so beschreiben die Ränder der inneren Scheide bei ihrer Verbreiterung zwei Bogen, die sich immer mehr nähern, bis sie sich völlig erreichen und sich der eine Rand der Scheide über den anderen hinwegschiebt. Zugleich mit dieser Verbreiterung entstehen in den neu gebildeten Theilen neue Procambiumstränge, aus denen bei weiterer Entwicklung gleichfalls Gefässbündel sich bilden. Die in der Mitte der Scheide befindlichen Procambiumstränge sind die ältesten und tritt bei ihnen die Entwicklung zum Fibrovasalstrang zuerst ein. Es entsteht dabei am innersten Theil des Bündels zuerst ein Gefäss, während sich im entgegengesetzten Ende Elemente des Phloems bilden; es sind dadurch die Centren gegeben, von denen aus die weitere Entwicklung des Xylems und Phloems nach der Mitte des Bündels hin vor sich geht. Zuletzt wird der sclerenchymatische Belag gebildet. Die Zellen des Grundgewebes schliessen erst lückenlos zusammen, sie runden sich später ab, vergrössern sich und es entstehen zwischen den einzelnen Zellen Intercellularräume. Die Epidermiszellen der Innenseite der Scheide sind gewöhnlich grösser, als die der Aussenseite.

Bei dem Uebergang der Scheide in den Blattstiel tritt in der unter der Epidermis der Innenseite der Blattscheide liegenden Lage des Grundgewebes regelmässige Theilung in radialer Richtung auf, wodurch Zellreihen in der gleichen Richtung gebildet werden. Diese Zellen sind Anfangs klein, sie vergrössern sich rasch, runden sich ab und geht dadurch die Reihenanordnung verloren. Aus diesem Gewebe entsteht das Hypoderma des Blattstieles. Da wegen der umgebenden älteren Blattscheide sich der Stiel nicht nach aussen verbreitern kann, so rückt in Folge dessen die innere Epidermis desselben mit zunehmender Verbreiterung immer mehr von der äusseren ab, wodurch der Blattstiel eine fast rundliche Gestalt erhält, und treten daher die Ränder desselben sehr zurück.

Wie schon bei der erwachsenen Pflanze bemerkt, treten in das hypodermatische Gewebe die Abzweigungen aus den Hauptbündeln ein. Da nur die mittelsten und stärksten Stränge des Hauptbogens sich so verzweigen, ist die Anzahl der Fibrovasalstränge im Hypoderma natürlich geringer, als die der Hauptbündel.

Wie die Thätigkeit des theilungsfähigen Gewebes langsam begann und allmähig immer stärker wurde, so nimmt, nachdem es eine gewisse Anzahl von Zellen geliefert hat, seine Thätigkeit wieder ab. Dagegen verbreitern sich die Ränder des Stieles immer mehr; und ist dies der Uebergangspunkt vom Blattstiel in die Blattrippe und Spreite. Aus den verbreiterten Rändern geht die Spreite hervor, während sich der Stiel in die Mitte der letzteren fortsetzt, sich nach der Spitze hin immer mehr verjüngend. In Folge des Raummangels rollt sich der eine Theil des verbreiterten Randes spiralg ein, während der andere Theil sich zwischen Blattrippe und die umgebende Scheideschiebt, ohne sich einzurollen, und in seinem Verlaufe dem Bogen, den die Innenseite der letzteren bildet, folgt. An der äussersten Kante der neugebildeten Spreite befindet sich eine grosse Epidermiszelle, hinter derselben sind zwei, noch etwas weiter entfernt drei, und in einiger Entfernung vier Lagen von Mesophyllgewebe ausser der äusseren und inneren Epidermis zu erkennen. Die letztere ist deutlich gegen das übrige Gewebe abgegrenzt, die Lagen des Mesophylls sind parallel zur äusseren Begrenzung und deutlich sichtbar. Bisher sind im inneren Gewebe noch keine Differenzirungen zu erkennen. Weder Gefässbündel noch Pallisaden- oder Schwammgewebe sind zu sehen. Nun aber treten an den Stellen, an welchen späterhin die Gefässbündel entstehen sollen, Procambiumstränge auf; letztere bilden sich, indem in vier aneinander stossenden Zellen des Mesophylls Längstheilung auftritt. Diese vier Zellen befinden sich, gleich weit von äusserer und innerer Epidermis entfernt, in den beiden mittelsten Lagen des Mesophylls, so dass ausserhalb und innerhalb derselben nach der Epidermis zu noch je eine Schicht des Mesophylls übrig bleibt. Die weitere Entwicklung der Gefässbündel ist ganz wie in der Scheide.

Bei vielen treten in den angrenzenden Zellen gleichfalls Längstheilungen auf, wodurch der Fibrovasalstrang verbreitert wird und dann von der äusseren bis zur inneren Epidermis der Blattspreite reicht. Zugleich mit den Gefässbündeln bildet sich in der äussersten Lage des Mesophylls das Pallisadengewebe aus. Während ursprünglich die Zellen des letzteren Gewebes fast lückenlos an einander schlossen, runden sie sich jetzt immer mehr ab und entstehen zahlreiche Intercellularräume zwischen denselben. Die hinter der inneren Epidermis gelegenen Zellen schliessen jedoch dichter zusammen und nehmen längliche Form an, mit ihrem Längsdurchmesser nach der Epidermis gestellt; hierdurch ist der erste Unterschied zwischen Pallisaden- und Schwammgewebe gegeben. Später entwickelt sich dieser Gegensatz immer mehr und erhält man dann das bei der ausgewachsenen Pflanze angegebene Bild.

Spaltöffnungen werden bei *Globba*, wie bei allen bisher beschriebenen *Zingiberaceae*, in grösserer Anzahl an der Blattunterseite, als an der Oberseite gebildet. Sie sind ebenfalls parallel mit den Seitenrippen gestellt und zeigen keinerlei Anordnung in ihrer Gesamtstellung in Beziehung auf's Blatt.

Bei der Entwicklung der Blattspreite gestalten sich eine Menge von Epidermiszellen zu Spaltöffnungsmutterzellen. Die betreffenden Zellen bleiben im Wachstum hinter den angrenzenden zurück, runden sich ab und sind besonders durch ihren Gehalt an assimilirenden Bestandtheilen kenntlich. Viele dieser Zellen bleiben auf diesem Stadium stehen, ohne sich weiter zu entwickeln, die meisten jedoch theilen sich und liefern die Schliesszellen der Spaltöffnungen. Bei der Entstehung der letzteren theilt sich die betreffende Epidermiszelle in eine grössere und eine kleinere Zelle, welche letztere sich abrundet und an Breite hinter der grösseren zurückbleibt. An den betreffenden Stellen erstrecken sich die angrenzenden Zellen der Epidermis gegen die kleiner gebliebenen hin vor. Diese letzteren zeichnen sich vor den übrigen durch ihren Gehalt an Chlorophyll aus. Es treten nun in den Fortsätzen der seitlichen Zellen Wände auf, wodurch auf jeder Seite eine Nebenzelle zur Spaltöffnungsmutterzelle gebildet wird. Die oben und unten an die Schliesszellen angrenzenden beiden Zellen nehmen bei ihrer weiteren Entwicklung etwas halbmondförmige Gestalt an, während die seitlichen sich strecken und in ihrer Form, wie schon früher erwähnt, einen Uebergang von den charakteristisch geformten Nebenzellen zu den übrigen Epidermiszellen bilden.

Entwicklung des Stammes.

Am Vegetationspunkt des Stammes findet sich an der Stelle, an der sich später die Scheide bildet, ein embryonales Gewebe, das auf dem Querschnitt einen Kreis darstellt und von aussen nach innen hin neue Zellen in radialer Richtung bildet. Wie bei *Dracaena* entstehen hier in dem neu gebildeten Gewebe durch Längstheilung Procambiumstränge, aus denen sich dann später secundäre Gefässbündel entwickeln. Eine Theilungsfähigkeit des betreffenden Gewebes ist nur ganz in der Nähe des Vegetationspunktes vorhanden, späterhin werden keine neuen Zellen mehr durch dasselbe gebildet und geht die deutliche radiale Reihenanordnung des neu gebildeten Gewebes verloren, jedoch lässt sich der dadurch entstandene Cylinder von neuem Gewebe durch den ganzen Stamm verfolgen; die Zellen desselben bleiben klein, verdicken sich meist sclerenchymatisch und stellen dann die oft erwähnte Scheide im Inneren des Stammes dar.

Es findet hiermit unterhalb des Vegetationspunktes auf eine Strecke im Inneren des Stammes durch Thätigkeit eines cambialen Gewebes Dickenwachsthum statt. Petersen hat, worauf schon in der Einleitung hingewiesen ist, das Auftreten des theilungsfähigen Gewebes bei *Costus spiralis* beschrieben, und das Bild eines Längsschnittes durch den Vegetationspunkt hinzugefügt. Die Innenscheide des Stammes hängt mit der des Rhizomes zusammen und ist letztere auf die gleiche Weise entstanden.

Unter dem Vegetationspunkte wird der Cylinder des theilungsfähigen Gewebes durch zahlreiche, quer in die Blattansätze verlaufende Gefässbündel unterbrochen und ist ganz am obersten Ende des Vegetationspunktes von dem betreffenden Gewebe nichts mehr zu bemerken. Letzteres steht in keinerlei Weise in Verbindung mit dem theilungsfähigen Gewebe in dem unteren Ende des Blattstiels, durch welchen das hypodermatische Gewebe des letzteren gebildet wird.

Der obere Theil des Rhizoms ist von schuppenartigen Scheiden umhüllt; die äussersten derselben sind die ältesten, mehr nach innen und etwas weiter oben folgen immer neue Scheiden, bis sich ganz innen die jüngste befindet, die das spiralig eingerollte jüngste Blatt enthält. Bei der Bildung der Blattscheide biegen sich unterhalb der Stelle, an der dieselbe späterhin auftritt, die äussersten Gefässbündel in einem fast rechten Winkel nach aussen, und dann gleichfalls unter einem fast rechten Winkel dicht hinter der Peripherie des Rhizomes wieder nach oben um. Zwischen diesen und den gerade verlaufenden Fibrovasalsträngen erscheint dann im Grundgewebe die beiderseitige Epidermis, die innere der Blattscheide und die äussere des Rhizoms. Sie bleiben eine Weile eng beisammen, bis sie sich langsam trennen. Diese Vorgänge wiederholen sich bei der Bildung aller folgenden neuen Scheiden, nur befinden sich die jüngeren, wie schon erwähnt, im Inneren der älteren Scheiden.

Bildung der Wurzel.

Die Nebenwurzel bildet sich bei *Globba* im Inneren des Rhizoms in ganz normaler Weise. Die ursprüngliche Anlage derselben befindet sich an der Innenseide, die den äussersten Theil des Rhizomes von einem Centralcylinder trennt.

Wurzelhaube, Calyptrogen, Dermatogen, Periblem und Plerom sind schon im Inneren des Rhizomes genau ausgebildet, dagegen liess sich das Vorhandensein von Kork, worauf A. Meyer bei der Wurzel von *Curcuma* hinweist, noch nicht constatiren.

C) Zusammenstellung der Ergebnisse.

Zum Schlusse erlaube ich mir, die Ergebnisse über den Bau des Blattes, des Stengels, der Blattscheiden, des Rhizomes und der Wurzel der *Zingiberaceae* zusammenzufassen:

Blatt.

Wo hypodermatisches Gewebe unter der Epidermis liegt, besteht die letztere aus kleinen Zellen, wo jedoch das Hypoderma fehlt, haben die Epidermiszellen ihr Volumen bedeutend vergrössert und die Gestalt der Hypodermazellen angenommen, z. B. *Globba humilis*, *Curcuma Amada*. Gewöhnlich haben die Epidermiszellen an Ober- und Unterseite gleiche Grösse; in einzelnen Fällen jedoch sind die oberen Epidermiszellen bedeutend grösser, als die unteren (*Roscoea purpurea*, *Kaempferia Galanga*).

Nur wenige der untersuchten Blätter enthalten kein Hypoderma (*Globba humilis*, *Curcuma Amada*, hier vielleicht das

Exemplar zu jung); bei manchen liess sich nur an der Unterseite des Blattes hypodermatisches Gewebe erkennen, während es an der Oberseite fehlte (*Kaempferia Galanga*, *Zingiber officinale*, *Roscoeia purpurea*). Die meisten jedoch besaßen an Ober- und Unterseite des Blattes Hypoderma, wobei die Zellen der beiden Schichten an Grösse öfters fast gleich (*Hedychium*, *Brachyichilum*, *Renalmia*, *Zingiber Casumunar*), oder auch die oberen bedeutend grösser, als die unteren waren (*Alpinia nutans*, *Costus Malortieanus*; bei letzterer Pflanze war ein deutliches, mehrschichtiges Hypoderma an der Unterseite festzustellen). In den meisten Fällen waren die Zellen an der Oberseite quadratisch, während sie an der Unterseite etwas breitere als hohe Gestalt hatten. Während das hypodermatische Gewebe an der oberen Seite sich scharf von den folgenden Pallisadenzellen abhebt, findet oft ein Uebergang von den Zellen des Mesophylls zu denen des unteren Hypodermas statt. Meist nimmt das hypodermatische Gewebe im Blatt in seiner Gesamtheit nicht die Hälfte des Durchmessers in Anspruch, bei *Renalmia calcarata* und *Brachyichilum Horsfieldii* waren Mesophyll und Hypoderma ungefähr in gleicher Stärke vorhanden, während bei *Globba* das Hypoderma auf dem Querschnitt des Blattes das Mesophyll an Stärke weit übertrifft.

Bei fast allen untersuchten Blättern war im Mesophyll eine deutliche Trennung in der Gestalt von Pallisaden und Schwammgewebe vorhanden, und nur in wenigen Fällen zeigte sich ein Uebergang von der Form der Pallisadenzellen zu der Form der Schwammparenchymzellen, indem die Form der Zellen, die unter den ersteren folgen, die Mitte zwischen den Pallisaden- und Schwammparenchymzellen hielten. Während Barthelat bei den *Zingiberaceae* keine Pallisadenzellen im Blatt bemerkt haben will, fand ich solche in jedem untersuchten, ausgewachsenen Blatte; und zwar stets nur eine Zelllage stark, es folgt nach unten das Schwammgewebe, meist vier bis sechs Zelllagen stark; die obersten Zellen schliessen verhältnissmässig eng zusammen, mehr nach unten runden sie sich immer mehr ab, um oft ganz unten, besonders an den Athemböhlen, in die Form von Armzellen überzugehen.

Die stärkeren Gefässbündel des Blattes sind auf dem Querschnitt oval-länglich, die schwächeren meist rund; alle Bündel besitzen einen mehr oder weniger deutlichen Sclerenchymbelag, an der Seite der stärkeren Fibrovasalstränge finden sich weitlichtige parenchymatische Zellen, die mehr oder weniger tief an der Grenze von Phloem und Xylem in's Gewebe des Bündels einspringen, ein anderer Typus von Fibrovasalsträngen lässt sich in der Blattspreite nicht bemerken.

Blattstiel resp. Basis des Blattes.

Die Gefässbündel des Blattstieles lassen sich in drei Systeme gruppieren:

1. Hauptgefässbündel.

Sind auf dem Querschnitt lang-oval mit seitlich einspringenden parenchymatischen Zellen, nach aussen und innen mit Sclerenchym-

belag versehen, der nach der ersteren Seite hin gewöhnlich stärker entwickelt ist. Sind in ihrer Gesamtheit stets in einen Bogen zusammengestellt, der in der Nähe und parallel mit der Unterseite des Stieles verläuft, und es befinden sich zwischen den Bündeln abwechselnd meist grosse Intercellularräume, die nur in wenigen Fällen fehlen, oder sehr klein sind (*Globba humilis* hat gar keine, *Alpinia nutans*, *Zingiber officinale* und *Costus Malortieanus* nur sehr schwache). Gefässbündel und Luftgänge sind meist in ein Band von chlorophyllhaltigem Gewebe eingebettet.

2. Die Fibrovasalstränge des zweiten Systems sind auf dem Querschnitt rundlich, sie haben nur wenig sclerotische Zellformen und finden sich meist im Hypoderma der Oberseite des Blattstiels.

3. Die Gefässbündel des dritten Systems befinden sich meist im unteren Hypoderma, ganz in der Nähe der Epidermis; das Gefässbündel tritt hierbei sehr zurück und ist von einer sehr starken Sclerenchym Scheide umgeben, die mitunter als Strang ohne Gefässe auftreten kann.

Bei einigen (*Brachychilum*, *Alpinia*) findet sich eine Zwischenform zwischen den Gefässbündeln des II. und III. Systems: diese Fibrovasalstränge befinden sich im oberen Hypoderma und bilden, wie die Hauptgefässbündel, in ihrer Gesamtheit einen Bogen, der unter der oberen Epidermis verläuft.

In den Blattstielen fast aller untersuchten *Zingiberaceae* fanden sich alle drei Systeme von Gefässbündeln. Nur in den zur Untersuchung gelangten ganz jungen Exemplaren von *Roscoea purpurea* und *Hedychium spicatum* fanden sich zwei Sorten von Bündeln, die des I. und II. Systems. Die einzige Ausnahme bildeten *Costus* und *Zingiber officinale*; bei ersterem bildeten die Hauptbündel im Blattstiel eine fast gerade Linie und verliefen in der Mitte des Stieles, sie waren ringsum von einer starken Scheide von kleinzelligem Gewebe umgeben und fehlten an ihren Seiten die einspringenden parenchymatischen Zellen. Nur durch ihre geringere Grösse waren die anderen Gefässbündel im Blattstiel von diesen verschieden. Ein Aehnliches war bei *Zingiber officinale* der Fall, aber hier stellten die Hauptbündel auf dem Querschnitt des Blattstiels einen stärkeren Bogen dar, der in der Nähe der Unterseite verlief.

Blattscheide.

In derselben liessen sich der Hauptsache nach meist nur das erste und dritte System von Gefässbündeln der Blattstiele unterscheiden, die sich in Form und Umgebung ganz wie die des Stieles verhielten. Bei *Renalmia calcarata*, *Globba humilis*, *Zingiber Casummar* und *Brachychilum Horsfieldii* waren vereinzelte Gefässbündel, die denen des zweiten Systems des Blattstiels glichen, vorhanden. Bei *Alpinia nutans* waren die Intercellularräume zwischen den Hauptgefässbündeln nur schwach zu erkennen.

Stamm.

Bei allen untersuchten Arten ist im Inneren des Stammes die Innenscheide zu bemerken. Sie verläuft gewöhnlich in einer fast

regelmässigen Kreislinie parallel der Peripherie des Stammes und nur bei *Costus* bot dieselbe auf dem Querschnitt eine gewellte Form dar. Diese Innenscheide wird aus 1—6 Zelllagen kleiner, meist nur wenig verdickter Zellen gebildet, nur bei *Hedychium Gardnerianum* waren sie stärker sclerenchymatisch verdickt, auch waren sie hier verhältnissmässig breit entwickelt.

Im Stamm lassen sich meist keine Gefässbündel mehr erkennen, die denen des Hauptsystems der Blattscheide und des Blattstieles gleichen. Die Hauptbündel gleichen hier denen des zweiten Systems der eben erwähnten Organe und unterscheiden sich die des äusseren Theiles des Stammes von denen des Centralcyinders durch ihren stärkeren Faserbelag, der bei den letzteren oft fehlte. Daneben waren im Rindentheil des Stammes auch Fibrovascularstränge des dritten Systems des Blattstieles öfters zu erkennen (*Hedychium*). Der Stärke nach liessen sich die Gefässbündel des äusseren Stammes in mehrere Ordnungen theilen. Bei keinem der untersuchten Stämme fanden sich alle drei Gefässbündelsysteme des Blattstieles mehr vor.

Rhizom.

Das Rhizom gab in seinem anatomischen Bau die Beschaffenheit des Stammes, jedoch in einfacherer Art, wieder. Die Innenscheide war bei allen untersuchten Exemplaren wieder aufzufinden, jedoch waren ihre Zellen unverdickt und meist tangential gestreckt. Die Innenscheide war dadurch, dass in derselben Queranastomosen von Gefässbündeln verliefen, oder dass die Bündel selbst in grosser Zahl sich an ihrer Peripherie befanden, oft schwer zu erkennen. Von Gefässbündeln liessen sich nur solche des ersten Systems des Stammes bemerken. Im inneren Theil waren sie gewöhnlich bedeutend zahlreicher, als im äusseren. Oefters befand sich um die Gefässbündel des äusseren Rhizomtheiles eine Scheide von unverdickten, kleinen Zellen (z. B. *Alpinia nutans*, *Costus Malortianus*). Bei *Hedychium Gardnerianum* waren diese Zellen collenchymatisch verdickt und fand ich in den verdickten Wänden zahlreiche kleine Krystalle von oxalsaurem Kalke.

Wurzel.

Die Reihen des Rindenparenchyms in der Nähe der Endodermis waren bei den einzelnen untersuchten Species der *Zingiberaceen* mehr oder weniger deutlich zu erkennen. Die Endodermiszellen waren meist gar nicht oder nur sehr schwach verdickt, nur bei *Hedychium Gardnerianum* waren sie stark U-förmig verdickt. Bei dünnen Wurzeln war kein Mark zu bemerken, während bei allen dicken ein solches aus unverdickten parenchymatischen Zellen bestehend zu bemerken war.

Inhaltskörper.

Krystalle von Kalkoxalat. Stets kommen sie in monocliner Form vor (nie Raphiden oder echte Drusen).

Im Mesophyll bei *Brachytilum Horsfieldii*, *Renealmia calcarata*, *Kämpferia Galanga*, *Zingiber officinale*.

Im Hypoderma des Blattstiels, den Blattscheiden bei fast allen untersuchten Species. Auch im Stamm, in den Rhizomen und im äusseren Parenchym der Wurzeln waren häufig grosse Mengen von Krystallen von oxalsaurem Kalke zu bemerken.

Stärke.

Die Stärke fand sich besonders in den Rhizomen und in zu Reservestoffbehältern umgestalteten Wurzeln; fast für jede Species von charakteristischer Form, wie sie schon Petersen beschrieben und abgebildet hat. Auch im Stamm fanden sich öfters Stärkekörner, jedoch waren dieselben meist rundlich, klein und besaßen nicht die charakteristische Form. Bei Rhizomen, die Stärke und Kalkoxalatkrystalle enthielten, befanden sich die letzteren mehr an der Peripherie im äusseren Theil des Organs. Mit der Annäherung an die Innenscheide nahm der Gehalt an Kalkoxalat immer mehr ab und wurde durch Stärkekörner ersetzt; besonders in der Nähe der Innenscheide waren die Zellen mit Stärkekörnern sehr gefüllt.

Aetherisches Oel.

Bei fast allen *Zingiberaceen* (Ausnahme: *Costus*, *Kaempferia Galanga*, *Zingiber officinale*) waren im Mesophyll des Blattes Zellen mit ätherischem Oel zu bemerken. Blattstiel, Blattscheide und Stamm waren verhältnissmässig arm an ätherischem Oel, während im Rhizom und im äusseren Theil der Wurzel sich zahlreiche Zellen mit ätherischem Oel fanden. Bei einzelnen (*Zingiber officinale*, *Roscoea purpurea*) waren solche auch im Pseudomark der Wurzel zu bemerken. Auffallend war der gänzliche Mangel an ätherischem Oel in allen Organen von *Costus Malortieanus*.

Gerbstoff.

Derselbe befand sich besonders im hypodermatischen Gewebe, in der Nähe der Epidermis. Bei den Species der Gattung *Hedychium* bemerkte ich Gerbstoff mehr oder minder häufig im Inhalte der oberen und unteren Epidermiszellen der Blätter. Derselbe fand sich sehr häufig im Hypoderma des Blattes, bei den einen mehr an der Oberseite, bei den anderen mehr an der Unterseite desselben. Auch im Blattstiel war eine ziemliche Anzahl von Zellen mit Gerbstoff zu bemerken. Die äusseren Blattscheiden enthielten gewöhnlich eine grössere Menge dieses Stoffes, als die inneren (z. B. *Globba humilis*). Im Stamm fand sich in der Regel nicht viel Gerbstoff, nur bei manchen (*Globba humilis*) mehr im äusseren Stammtheil, bei *Hedychium* jedoch im Rindentheil nur wenig, viel dagegen im Centralcylinder. Am meisten fanden sich Gerbstoffzellen im Stamm von *Alpinia nutans*. Im Rhizom und in der Wurzel war das Vorkommen von Gerbstoff meist auf die Korklage beschränkt, jedoch fanden sich bei manchen *Zingiberaceen* (*Renealmia calcarata*, *Hedychium coccineum*) auch in der Nähe der Schutzscheide zahlreiche Zellen mit Gerbstoff.

Bei Betrachtung der Vegetationspunkte der *Zingiberaceen* kam ich zur Ueberzeugung, dass sich hier wenigstens im Anfang der Stamm durch Thätigkeit einer theilungsfähigen Schicht verbreitert.

Ich fand die theilungsfähige Schicht und die durch sie gebildeten Zellen mehr oder weniger deutlich bei allen *Zingiberaceen*, und wäre es interessant, diese Thatsachen auch bei anderen *Monocotyledonen* festzustellen, um nachzuweisen, ob hier nicht in Beziehung auf Stammverdickung Uebergänge von *Monocotylen* zu *Dicotylen* stattfinden.

Erklärung der Abbildungen.

1. Theilungsfähiges Gewebe von *Hedychium Gardnerianum*. Vegetationspunkt. Längsschn.
2. Armzellen in Intercellularräumen des Blattstiels von *Hedych. Gardnerian.* Querschn.
3. Gefäßbündel mit collenchymatischer Scheide. Rhizom von *Hedych. Gardner.* Querschn.
4. Gefäßbündel in dem äusseren Theil des Stammes von *Hedych. Gardner* Querschn.
5. Spaltöffnung vom Blatt von *Hedych. Gardner.*
6. Collenchymzelle mit Kalkoxalateinschlüssen in der verdickten Membran von Gefäßscheide aus dem Rhizom von *Hedych. Gardner.*
7. Theilungsfähiges Gewebe am Vegetationspunkt von *Brachyphilum Horsfieldii.* Querschn.
8. Hauptgefäßbündel in der Blattspreite von *Hedych. Gardner.* Querschn.
9. Hauptgefäßbündel in der Blattscheide von *Alpinia nutans.* Querschn.
10. Gefäßbündel im Centralcylinder des Stammes von *Hedych. Gardner.* Querschn.

Die anatomischen Charaktere der Chrysobalaneen, insbesondere ihre Kieselablagerungen.

Von

Dr. E. Küster

in Breslau.

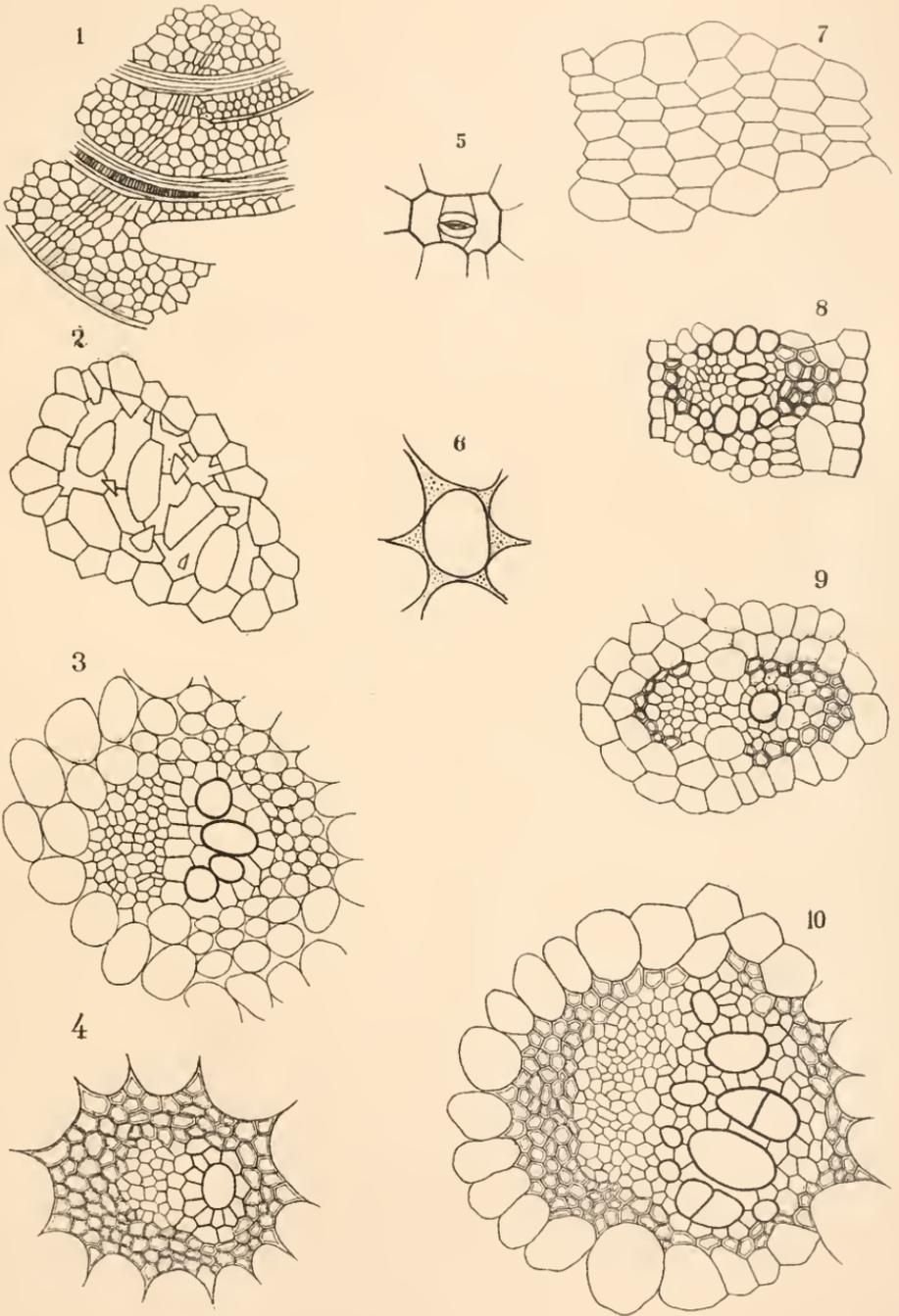
Mit einer Tafel.*)

Vorwort.

Vorliegende Arbeit entstand im Laboratorium des Herrn Prof. Radlkofer. Gleich den zahlreichen andern Arbeiten, die dem genannten Institut ihre Entstehung verdanken, verfolgt auch sie das dankbare Ziel, durch die methodische Untersuchung einer natürlichen Pflanzenfamilie die anatomischen Eigenschaften derselben festzustellen und der Systematik dienstbar zu machen. Bei der Untersuchung der *Chrysobalaneen*, von welchen bis jetzt nur einzelne Arten und auch diese nur nach einseitigen Gesichtspunkten der Gegenstand wissenschaftlicher Arbeiten gewesen sind, stellte sich bald heraus, dass dem Vorkommen von Kieselsäure, deren reichliches Auftreten als ein auffälliges Familienmerkmal erkannt wurde, das Hauptinteresse der Arbeit zuzuwenden sei. — Ich werde daher die Behandlung der Kieselablagerungen in den Vordergrund meiner nachfolgenden Ausführungen stellen.

Herrn Prof. Radlkofer sage ich meinen aufrichtigen Dank für die Uebertragung und Leitung dieser Arbeit und für die

*) Die Tafel liegt dieser Nummer bei.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [69](#)

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

Artikel/Article: [Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Zingiberaceae. \(Schluss.\) 35-46](#)