

Die Entstehung der Blüten am alten Holze.

Von

Dr. P. Esser.

(Hierzu Doppeltafel I.)

Bei manchen Pflanzen, mit wenigen Ausnahmen jedoch nur Bewohnern der tropischen Regionen, zeigt sich die merkwürdige Erscheinung, dass nicht an den ein- oder zweijährigen Trieben, also an mehr oder weniger jungen Theilen der Pflanze, sondern neben diesen auch an den älteren, ja oft ausschliesslich an letzteren, die Blüten hervorbrechen. So giebt es Pflanzen, die an den alten Blütenständen oft viele Jahre hintereinander Blüten entwickeln. Zu diesen gehört z. B. die bekannte *Asklepiadee* *Hoya carnos*a. Der dicke, die Blüthendolde tragende Stengel fällt nach dem Verblühen nicht ab, sondern persistiert und bildet in den folgenden Vegetationsperioden stets neue Blüthendolden, und zwar übertreffen die der späteren Jahre diejenige des ersten bedeutend an Grösse. Das gleiche Verhalten zeigt die Orchideengattung *Phalaenopsis* (*amabilis* und *Schilleriana*). Auch bei diesen persistieren die Blütenstengel und schmücken sich in den folgenden Jahren von neuem mit Blüten. Das Gleiche wird noch angegeben von *Oncidium Papilio* und *O. Kramerianum*; desgleichen von *Cyrtochylum*.

Genauere Angaben über die Zeitdauer, während der ein solcher Stengel Blüten produziert, fehlen noch; bei *Hoya carnos*a habe ich dieselben jetzt während 5 Jahren am alten Stengel auftreten sehen.

Bei weitem grösser ist die Anzahl der Bäume und Sträucher, bei denen die ältern Aeste und der Stamm zu Anfang jeder neuen Vegetationsperiode sich mit Blüten

bedeckt, nach Aussage aller, welche dies in den Tropen zu sehen Gelegenheit hatten, eine überraschend schöne und das Interesse eines jeden erregende Erscheinung. Gegenstand einer genauern Untersuchung in betreff der Bildung und Entwicklung jener Blütenknospen ist dieselbe gleichwohl noch nicht gewesen, wie auch die biologische Bedeutung derselben bis jetzt nur einer allgemeinen Betrachtung gewürdigt worden ist.

Auf Anregung des Herrn Hofrath Prof. Dr. Strasburger unternahm Verfasser vorliegender Arbeit im vergangenen Sommer die Untersuchung dieser am alten Holze blühenden Pflanzen, um festzustellen, wann und wo jene Blütenknospen angelegt werden; ob wir es in diesen Fällen mit ruhenden Knospen, oder mit solchen adventiver Bildung zu thun haben, als was sie bisher wohl von den meisten Forschern angesehen wurden.

Wenn schon überhaupt die Anzahl dieser „caulifloren“ Pflanzen im Vergleiche zu den übrigen nur eine geringe ist, so sind auch von diesen wenigen wohl noch nicht alle bekannt. Aufzeichnungen solcher Pflanzen finden sich zerstreut in Floren exotischer Länder und in Reisebeschreibungen, deren Verfasser sich jedoch nur auf die Mittheilung der ihnen meist neuen Erscheinung beschränken.

Die nachfolgenden sind die von mir nach Durchsicht einer grossen Anzahl von Werken obiger Art als „cauliflore“ Pflanzen aufgefundenen, ohne dass ich jedoch ein vollständiges Verzeichniss derselben damit zu geben beabsichtige. Es sind folgende:

<i>Cercis siliquastrum, japonica etc.</i>	} (Caesalpin.)
<i>Brownea rosea, speciosa</i>	
<i>Goethea strictiflora</i> und <i>cauliflora</i>	(Malvac.)
<i>Ardisia cauliflora</i>	} (Myrsin.)
<i>Theophrasta</i>	
<i>Theobroma Cacao</i>	} (Büttneriac.)
<i>Schoutenia ovata</i>	
<i>Lucuma mammosa</i>	} (Sapotac.)
<i>Chrysophyllum Cainito</i>	
<i>Grias cauliflora</i>	} (Myrtac.)
<i>Gustavia augusta</i>	
<i>Couroupita guianensis</i>	

<i>Ficus Roxburghii</i>	}	(Artocarp.)
„ <i>racemifera</i> u. viele andere		
<i>Carica cauliflora</i>		
<i>Phytocrene gigantea</i> (Menispermac.)		
<i>Polyalthia</i>	}	(Anonac.)
<i>Guatteria imbricata</i> u. <i>lateriflora</i>		
<i>Uvaria Burahol</i>		
<i>Averrhoa Bilimbi</i> (Oxalid.)		
<i>Clidemia latifolia</i> u. <i>gouadeloupensis</i>	}	(Melastom.)
<i>Medinilla pterocaula</i>		
„ <i>radicans</i>		
„ <i>macrocarpa</i> u. a.		
<i>Diospyros</i>	}	(Ebenac.)
<i>Brachynema</i>		
<i>Maba</i>		
<i>Kadsura cauliflora</i> (Schizandrac.)		
<i>Loranthus formosus</i>	}	(Loranthac.)
„ <i>tetragonus</i>		

Wie man aus vorstehender Reihe ersieht, gehören diese Pflanzen nicht einer einzigen oder nahe verwandten Familien an, sondern sie vertheilen sich auf die verschiedensten, und wie sich weiterhin ergeben wird, ist auch die Art und Weise der Bildung jener Blütenknospen bei den verschiedenen Arten nicht dieselbe.

Hinsichtlich der biologischen Bedeutung dieser Erscheinung wurde von Wallace¹⁾ darauf hingewiesen, dass diese Blüten an die Befruchtung durch Schmetterlinge angepasst sind, welche in den Tropen im Schatten des Waldes die Stämme der Bäume umflattern, während die Bienen die sonnigen Wipfel derselben aufsuchen. Johow²⁾ glaubt, dass neben dieser Anpassung das Auftreten der Blüten am alten Holze dadurch von Bedeutung sei, dass auf diese Weise die Möglichkeit gegeben wäre, die meist sehr schweren Früchte zu tragen. So finden wir bei diesen Bäumen eine für sie nützliche Anpassung, wie wir sie

1) Wallace: Die Tropenwelt, pag. 36.

2) Fr. Johow: Zur Biologie der flor. und extraflor. Schauapp. Jahrbuch des Kgl. bot. Gartens zu Berlin. 1884, pag. 52 ff.

bei unsern grossfrüchtigen Obstsorten durch den Schnitt zu erreichen suchen. Ob jene beiden biologischen Momente zusammen, oder welches von ihnen das wirksame ist, muss in jedem Falle speciell untersucht werden.

Johow spricht in der angegebenen Arbeit¹⁾ auch zuerst eine Ansicht in Betreff der Bildung jener Blütenknospen aus: „Ein Phaenomen, welches wahrscheinlich zum Theil in dieselbe Kategorie gehört (nämlich zur Sichtbarmachung der Schauapparate) ist die Bildung der scheinbar adventiven Blüten, welche aus mehrjährigen Aesten, sowie aus dem Hauptstamme mancher Bäume hervorsprossen. Das bekannteste Beispiel stellt der Cacaobaum dar, dessen kleine violette Blütenbüschel und grosse gurkenähnliche Früchte die ältern Theile der Aeste, sowie den Hauptstamm bekränzen. Die Blüten entspringen zum weitaus grössten Theile, wie man sich leicht überzeugen kann, aus schlafenden Augen, welche die Rinde älterer Aeste aus bedeutender Tiefe durchbrechen und an die Oberfläche treten. Zum geringern Theile hingegen werden sie als gewöhnliche Achselsprosse an beblätterten jüngeren Zweigen zum Vorschein gebracht.“ Dass diese Ansicht Johow's die richtige ist, wird im Laufe der folgenden Darlegung klar werden.

In vorliegender Arbeit sind ferner die anatomischen Verhältnisse der jungen Triebe und der ältern Aeste jener Pflanzen, wenn auch mit der fraglichen Untersuchung nicht direct in Verbindung stehend, mit berücksichtigt worden. Es verlangte nämlich die Art und Weise der Untersuchung einerseits meist die Opferung der ganzen Pflanzen, anderseits wird sich voraussichtlich bei dem in den Tropen gesammelten, zur Fortsetzung vorliegender Untersuchung dienenden, Materiale manche noch nicht untersuchte Pflanze befinden; dies beides machte eine ausgedehnte Benutzung des Materiales zur Pflicht.

Zur Untersuchung geeignetes Material stand mir bis jetzt nur von den folgenden 5 Pflanzen zur Verfügung,

1) Johow: l. c. pag. 53.

mit denen sich also die vorliegende Arbeit befasst: *Cercis* (siliqu. und jap.), *Goethea strictiflora*, *Theophrasta* (spec. nov. und latifol.), *Ficus Roxburghii* und *Chrysophyllum Cainito*.

Ueber die Resultate, die sich aus den Untersuchungen der andern oben genannten Arten ergeben, wird später Bericht erstattet, nachdem dieselben an Material ange stellt worden, welches zu diesem Zwecke im Vaterlande jener Pflanzen gesammelt wurde.

I. *Cercis* 1).

Von dieser Caesalpiniacee sind bis jetzt 4 Species näher bekannt und werden cultiviert: *C. siliquastr.*, *japon.*, *canadensis* und *californica*. Bei allen erscheinen die Blü then am alten Holze; dasselbe ist der Fall bei einer 5ten Spec., *C. chinensis*, die Bunge 2) in den Gärten China's häufig cultiviert fand.

Eine nähere Untersuchung der Knospenbildung wurde an den beiden ersten Arten (*siliqu.* und *jap.*) angestellt und dieselben so übereinstimmend gefunden, dass ich nach Vergleichung der vorhandenen Abbildungen und Beschrei bungen auch für die andern spec. wohl denselben Modus der Blütenbildung annehmen kann.

1. Anatomie des Holzes. Den Ausdruck Holz ge brauche ich in diesen Abschnitten in derselben Bedeutung, wie er in dem Titel der vorliegenden Arbeit zu verstehen ist.

Mediane Längsschnitte durch den Vegetationspunkt Fig. I, welche durch Behandlung mit Kali und Essigsäure durchsichtig gemacht worden, zeigen uns denselben nach Aussen überdeckt von einem einschichtigen, gegen die nach Innen liegenden Zellen des Periblem und Plerom scharf abgegrenzten Dermatogen, dessen gleich nach ihrem Ent stehen isodiametrischen Zellen späterhin eine hohe, pris-

1) Abbildung, den Habitus eines blühenden Astes von *C. jap.* darstellend, in: Flore des serres et des jard. de l'Europe tom. VIII. pl. 849.

2) Bunge: Enum. pl. Chin. bor.

matische Gestalt erhalten. Zwischen den Periblem- und Pleromschichten ist keine scharfe Grenze zu erkennen; eine solche wird erst sichtbar nach der Bildung des Procambiums. Die Zellen des Periblems behalten auch für die Folge die ursprüngliche isodiametrische Gestalt, während bei denjenigen des Pleroms der seitliche Durchmesser den der Höhe bedeutend übertrifft. Zahlreiche Krystalle von Kalkoxalat finden sich in den Zellen des Vegetationspunktes, sowie auch weiterhin in der ganzen Pflanze.

Die Blätter werden vom Vegetationspunkte nach beiden Seiten abwechselnd abgeschieden. Die 3—4 zuletzt gebildeten, noch sehr kurzen Internodien liegen in gerader Richtung, was später infolge stärkeren Wachstums einer Seite, wie wir sehen werden, eine Zeit lang nicht mehr der Fall ist. Der Blattstiel bildet an seiner Insertionsstelle eine Höhlung, welche oben durch einen dichten Haarkranz überdeckt wird, ein Schutz der weiter unten zur Sprache kommenden Knospen (Fig. I h).

Gleich nachdem ein Blatt vom Vegetationspunkte abgeschieden ist, beginnen in der Nähe seiner Insertionsstelle in der 3. oder 4. Periblemschicht des Stengels einzelne Zellen sich schneller zu theilen, wie die andern, der Anfang zur Bildung einer axillaren Knospe. Die Theilungen nehmen schnell zu, während gleichzeitig auch die Epidermiszellen an dieser Stelle dasselbe Verhalten zeigen, und so wölbt sich die Knospe bald nach aussen vor (Fig. I k). Die Bildung des Procambiums zeigt sich zuerst in der Nähe der Insertionsstelle des Blattes und schreitet von da nach oben in das Blatt, sowie nach unten in den Stengel hinein fort. Die Gefässbündel sind Stamm und Blatt gemeinsame. In jedes der abwechselnd am Stengel stehenden Blätter treten drei Blattspurstränge ein, 1 medianer und 2 laterale.

Der Verlauf derselben gestaltet sich in basipetaler Richtung folgendermaassen: Der im dritten Knoten aus dem Blatte austretende mediane Strang verläuft durch sein und das 2. Internodium abwärts, theilt sich etwas oberhalb des ersten Knotens in 2 nach rechts und links verlaufende Stränge, welche dann an die lateralen Stränge des ersten Knotens ansetzen. Die lateralen Bündel des 3. Knotens

verlaufen durch das 3. Internodium, werden im 2. mit den lateralen des 4. Blattes vereintläufig, die allmählich nach Innen biegend, vom 3. Knoten an als Stammbüdel weiter verlaufen waren. So verläuft jedes der lateralen Bündel ein Internodium selbständig, das folgende als Stammbüdel.

Am Ende der Vegetationsperiode tritt an der Insertionsstelle des Blattes eine Peridermbildung ein, die jedoch nicht soweit fortschreitet, dass das Blatt an dieser Stelle abgeworfen würde. Dieses tritt vielmehr an der Stelle ein, wo sich der oben erwähnte Haarkranz befindet.

Der so übrig bleibende Blattstumpf bleibt zum Schutze der jungen Knospen noch mehrere Jahre erhalten, als ein hartes, fest am Stengel haftendes Gebilde (Fig. IV st.), bis er durch die hervorbrechenden Knospen gelockert und endlich abgeworfen wird.

Ausser jenen oben beim Abfalle des Blattes erwähnten Durchbrechungen der Blattspurstränge tritt noch eine weitere im Innern des Stengels auf.

Im Beginne der 2. Vegetationsperiode werden durch die Thätigkeit des Cambiums, sowie durch die weitere Entwicklung der Achselknospen (siehe weiter unten) die unter einem spitzen Winkel in das Blatt eintretenden Gefässbüdel herabgedrückt und senkrecht zur Oberfläche gestellt. Da zu dieser Zeit die Gefässe meist so stark verholzt und verharzt sind, dass ein Biegen unmöglich ist, so brechen sie dann an einer, oft an 2 Stellen durch, wie dies für das mediane Bündel ein jeder Längsschnitt zeigt (Fig. IV br.). Hin und wieder findet man einzelne noch elastische Gefässe nicht abgebrochen, sondern umgebogen und die abgerollten Spiralen über den Riss hinweg verlaufend. Für die lateralen Bündel ist die Feststellung dieses Durchbrechens wegen der seitlichen Ausbiegung in der primären Rinde, vor dem Eintritte in das Blatt, schwieriger. Diese Erscheinung wurde schon früher von Markfeld¹⁾ an andern Pflanzen beobachtet. In der Folge wer-

1) O. Markfeld: Ueber das Verhalten der Blattspurstränge immergrüner Pflanzen beim Dickenwachsthum des Stammes oder Zweiges, Flora 1885, pag. 33.

den die Bündel von dem überwachsenden Cambium einfach eingeschlossen.

Ein Querschnitt durch den Stengel zu einer Zeit, wo eine ausgedehntere Thätigkeit des Cambiums eingetreten, zeigt uns aussen die scharf abgegrenzte Epidermis. Die nach innen folgende primäre Rinde besteht aus 8—9 Zellreihen, von denen die äussern Collenchymzellen, die inneren einfache Parenchymzellen sind, und als Abschluss nach innen eine deutlich ausgeprägte, sehr stärkehaltige Endodermis, die in continuierlichem Verlaufe an dem folgenden Sclerenchymringe sich vorbeizieht. Die Endodermis ist die Grenze der primären Rinde nach innen; dieser Sclerenchymring (der Pericycle) ist die äussere Grenze des Centralcylinders. Auch die übrigen Zellen der Rinde führen Stärke, jedoch in geringerer Menge wie die Endodermis. Zerstreut findet sich hier und da eine Zelle mit Krystallen von Kalkoxalat, die sich auf Längsschnitten als das Endglied einer ganzen Reihe solcher Zellen darstellt.

Die erste Peridermbildung tritt weiterhin in der ersten Zellschicht unter der Epidermis ein und ist eine basipetale, indem jedesmal die eine der neu gebildeten Zellen der äussern Korkschicht zugefügt wird, die andere meristematisch bleibt. Phelloderm wird nicht gebildet. Weitere Peridermbildungen treten späterhin in den tiefer liegenden Zellen der Rinde und darauf im Baste auf.

Die äussere Grenze des Centralcylinders bildet die vorhin schon erwähnte Sclerenchymscheide, die sich mit den oft dazu gehörigen parenchymatischen Elementen nach dem Vorgange van Tieghem's¹⁾ als „Pericycle“ zusammenfassen lässt. Im vorliegenden Falle haben wir einen aus zweierlei Elementen zusammengesetzten, einen „heterogenen“ Pericycle.

Es gehört nämlich zu ihm zunächst der geschlossene Ring sclerenchymatischer Zellen, aus 6—8 Zellreihen bestehend, die sich auf Längsschnitten als lange Prosenchym-

1) Ph. van Tieghem: *Bullet. Soc. bot. de France* 1882. t. XXIX p. 280. Weitere Untersuchungen über den Pericycle von L. Morot: *Annal. des sc. nat.* 1884, t. XX p. 217.

zellen erweisen. Ferner gehören hier zum Pericycle noch parenchymatische Elemente, die, nach innen von jenen gelegen, keinen zusammenhängenden Ring bilden. Sie werden nämlich durch die primären Siebtheile von einander getrennt und gehen ohne deutlich nachweisbare Grenze in die parenchymatischen Elemente dieser über. Gegen Ende der ersten Vegetationsperiode tritt auch bei ihnen Verdickung und Verholzung der Zellwände ein. Oft finden sich in dem sclerenchymatischen Pericycle zahlreiche krystallführende Zellen, meist an der äussern Grenze desselben, der Endodermis anliegend, welche dann jede Zellwandverdickung vermissen lassen.

Dieser Sclerenchymring tritt schon sehr frühe auf und besteht auch zu Ende des ersten Jahres noch als eine zusammenhängende Zone. Er muss also durch Vermehrung seiner Zellen dem Dickenwachsthum Rechnung tragen, und dies geschieht dadurch, dass die Verdickungen der Zellwände an einzelnen Stellen aufgelöst werden, die Zellen in neue Theilungen eintreten und sodann wiederum zu Sclerenchymzellen werden.

Im 2. Jahre wird der Sclerenchymring jedoch zersprengt, da die Zellen nicht mehr befähigt sind, sich weiter zu theilen, sondern zu inhaltslosen Sclerenchymfasern sich umgewandelt haben. In der Folge liegen diese in Gruppen zerstreut an dem Siebtheile, bis sie durch die tiefer eintretende Peridermbildung eliminiert werden.

Schon sehr frühe macht sich die Bildung des interfascicularen Cambiums bemerkbar, wodurch die im Stengel verlaufenden Theile der primären Gefässbündel später kaum noch als solche zu erkennen sind.

Im Gefässtheile finden wir an Längsschnitten auf spätern Stadien eine grosse Mannigfaltigkeit hinsichtlich der Form der Gefässe. Auf einige feine Spiral- und Ringgefässe folgen zahlreiche grössere mit spiralförmigen Wandverdickungen und behöften Tüpfeln, weiterhin sehr grosse Gefässe mit behöften Tüpfeln auf den tangentialen und mit weiten leiterförmigen Durchbrechungen auf den radialen Seitenwänden; ausserdem noch die verschiedensten Uebergänge zwischen diesen Formen.

Fast in all diesen Formen scheinen auch Tracheiden vorzukommen.

An weitem Elementen weist der Gefässtheil noch Holzfaserzellen auf, sowie Holzparenchym und Ersatzfaserzellen, welche beiden letztern aber nicht scharf geschieden werden können. Im Alter verlieren die innern Holzelemente ihren Wassergehalt und werden zu schön braunrothem Kernholz.

Der Cambiumring zeigt sich, wie immer, als eine Zone hoher parenchymatischer Zellen.

Im Siebtheile treten uns, ausser den Parenchymzellen, welche den grössten Theil desselben ausmachen, die Siebröhren mit den schief nach vorn geneigten Siebplatten entgegen, und ausserdem zahlreiche krystallführende Zellen.

Die zahlreichen 7—8 Zellreihen hohen und 2—3 Reihen breiten Markstrahlen bestehen aus flach ausgebreiteten tafelförmigen Zellen mit theilweise verdickten nur wenig getüpfelten Wänden. Aus denselben Elementen besteht auch der Markcylinder.

2. Bildung weiterer Knospen. Wir haben oben, bei der Schilderung des Vegetationspunktes und der an ihm entstandenen neuen Gebilde, das Auftreten einer Achselknospe näher betrachtet.

Dies ist jedoch nicht die einzige Knospe, welche hier angelegt wird. Bald nachdem jene erste Knospe über die Oberfläche des Stengels sich vorzuwölben beginnt, treten unterhalb dieser Knospe im Stengelgewebe dieselben Theilungserscheinungen auf, wie beim Entstehen jener ersten Knospe, und nach einiger Zeit tritt eine zweite Knospe aus der Stengeloberfläche hervor.

Dieser Vorgang wiederholt sich nun immer weiter unterhalb der vorhergebildeten Knospe, im Anfange der Vegetationsperiode schneller, späterhin langsamer. Die vorhergebildeten Knospen werden von den spätern mehr und mehr von ihrer Ursprungsstelle, der Achsel des Blattes, nach oben hin weggerückt.

In Fig. I ist ein Längsschnitt durch den Vegetationspunkt und einige der zunächst liegenden in Entwicklung begriffenen Internodien dargestellt. Die in den Blattachsen

nach einander auftretenden Knospen sind mit 1, 2, 3 bezeichnet.

In Fig. II ist ein weiter vorgeschrittenes Stadium einer solchen Knospenbildung dargestellt, wo bereits 5 Knospen angelegt sind.

Auf diese Weise kommt, da während der Neubildung von Knospen die alten sich weiter entwickelt haben, in jeder Blattachsel eine ganze Serie von Knospen von stets abnehmender Grösse zum Vorschein.

Von aussen sind dieselben am Stengel nicht sichtbar, da sie in der oben beschriebenen vom Blattstiele gebildeten Höhlung liegen, zum Schutze gegen schädliche äussere Einflüsse. Auch das oben erwähnte Zurückbleiben der Basis des Blattstieles wird von derselben Seite zu betrachten sein.

Was die Lage der Knospen zu einander anbetrifft, so ergiebt sowohl ein jeder mediane Längsschnitt durch eine solche Serie, als auch, nach Entfernung des ganzen Blattstieles, die Betrachtung von aussen, dass die folgende jedesmal direct unter der vorhergehenden angelegt wird und auch während der ganzen ersten Vegetationsperiode dort ihre Stelle hat.

Bei der Betrachtung von aussen hat es allerdings zunächst den Anschein, als würden nicht eine, sondern zwei solcher Reihen angelegt. Dasjenige aber, was man hier zunächst von aussen sieht, sind nicht die Knospen selbst, sondern die ersten von denselben nach rechts und links abgeschiedenen Niederblätter, die, mit ihrer Basis etwas von der Knospe abgerückt, mit der Spitze derselben aufliegen. Erst nach Entfernung dieser Blätter werden die Knospen und ihre Stellung zu einander sichtbar.

In Fig. III ist eine Serie von aussen, nach Entfernung des Blattstieles dargestellt. Es sind schon 8 Knospen völlig ausgebildet, von denen die ersten (1 und 2) schon weit in der Entwicklung vorgeschritten sind. Bei der Knospe 3 sind die beiden erwähnten Niederblätter aufgehoben, um die im Grunde liegende Knospe sichtbar zu machen. Durch die schnell aufeinander folgende Bildung so vieler Knospen ist das Längenwachsthum des Stengels in den

Achseln der Blätter während dieser Zeit natürlich ein bedeutendes. Mit diesem hält die entgegengesetzte Seite des Stengels nicht gleichen Schritt, und so muss er nothwendiger Weise nach dieser Seite concav umgebogen werden. Daher kommt es, dass in dieser Zeit die aufeinander folgenden Internodien nicht in gerader Richtung verlaufen, sondern in mehr oder weniger stumpfen, ja oft in rechten Winkeln aufeinanderstehen. Wenn später die Knospenbildung sich verlangsamt, so wird durch das stetige Weiterwachsen der Rückseite die gerade Richtung wieder hergestellt.

Die Zahl der so in der ersten Vegetationsperiode angelegten Knospen ist eine sehr wechselnde, und hängt von der grössern oder geringern Stärke des Triebes und mehr oder weniger günstigen Vegetationsbedingungen ab. In den meisten Fällen finden sich 6—7, oft auch 11—12 derselben.

Auch in den folgenden Jahren kommt an derselben Stelle (in den frühern Blattachseln) die Bildung weiterer Knospen zustande. Diese geht, wie es scheint, in derselben Weise und aus dem nämlichen Meristem vor sich, aus welchem die serialen Knospen des 1. Jahres entsprungen sind. Eine Beziehung der Knospen zu einander derart, wie sie sich bei der weiter unten zu besprechenden *Theophrasta* ergaben, konnte bis jetzt nicht festgestellt werden; doch möchte ich diese Frage einstweilen noch unentschieden lassen. Bei der Fortsetzung dieser Arbeit hoffe ich ein sicheres Resultat mittheilen zu können. In serialer Ordnung treten die in spätern Jahren gebildeten Knospen nicht auf. Auch bei sehr alten Aesten findet man zahlreiche junge Knospen, von denen jedoch die meisten nicht zur weitem Entwicklung kommen, sei es, dass es ihnen unmöglich wird mit den die Nährstoffe leitenden Elementen in Verbindung zu treten, (worüber weiter unten näheres), sei es, dass sie äussern Einflüssen erliegen. Denn wenn auch den jungen Knospen der oben erwähnte Blattstumpf in den ersten Jahren Schutz verleiht, so sind sie doch nach Entfernung dieses der Ungunst der Witterung, wenigstens in unserm nordischen Klima, zu sehr ausgesetzt. In feuchter, warmer Herbstzeit findet man bei uns zahlreiche austreibende Knospen; tritt darauf ein harter Win-

ter ein, so findet man die meisten derselben im Frühjahre zu Grunde gegangen; nur die ganz kleinen haben, geschützt durch die grössern, den Winter überstanden.

An ganz alten Stämmen wird den Knospen das Hervorbrechen hauptsächlich dadurch unmöglich gemacht, dass sie durch die Borke von der Aussenwelt mehr oder weniger abgeschlossen sind. Dass aber auch hier noch Knospen angelegt werden, zeigt sich sofort nach Entfernung der Borke, wo man dann an einzelnen Stellen, den ursprünglichen Blattachsen, auf eine grosse Anzahl solcher stösst, die jedoch nur gewaltsam, durch Abschneiden des Stammes über ihnen, zum Austreiben zu bringen sind. Dann aber erscheinen sie auch in erstaunlicher Menge, natürlich als Laubtriebe, wie ich hier im botanischen Garten zu beobachten Gelegenheit hatte.

Wir sehen also, dass die Knospenbildung bei dieser Pflanze eine nahezu unbegrenzte zu sein scheint. Während bei den meisten übrigen Pflanzen die Gewebe in den Blattachsen nach und nach in Dauerzustand übergehen, bleibt hier ein Meristem erhalten, welches längere Zeit Knospen producirt. Aus diesem Grunde sind auch alle diese Knospen untereinander gleichwerthig, abgesehen von der Zeit ihrer Bildung.

3. Weitere Entwicklung dieser Knospen. Hinsichtlich der weitem Entwicklung der im ersten Jahre angelegten Knospen ist zu bemerken, dass die erste und oft auch die zweite Knospe einer jeden Serie, oder wenn diese im Laufe des Winters zu Grunde gegangen ist, die nächstfolgende, unter normalen Verhältnissen immer zu Laubsprossen werden.

Von diesen dienen wiederum nur diejenigen der zunächst an der Spitze liegenden ersten 4—5 Serien zur Fortsetzung des Längenwachsthums der Pflanze. Diejenigen der weiter nach unten folgenden Serien machen einen kurzen Trieb mit 3—4 Blättern, stellen sodann das Wachstum ein und sterben entweder in derselben Periode oder doch sicher im folgenden Winter ab.

Von Bedeutung ist dies Verhalten für die später zur Entwicklung kommenden folgenden Knospen, welche zu

Blüthen werden. Bildete sich nämlich aus jeder Serie eine Knospe zu einem vollständigen Laubspross aus, so würde die Pflanze, selbst bei dem langsamen Hervorbrechen und Belauben jener Sprosse, im Frühjahr schnell so dicht werden, dass die Inflorescenzen bald verdeckt würden, während sie so bei dem lichten Wuchse der Pflanze ganz freiliegend als Schauapparate zur vollen Geltung kommen.

Alle andern Knospen ausser den ebengenannten kommen unter normalen Verhältnissen nicht im 2. Jahre, sondern erst im 3. und folgenden zur Entwicklung und werden alle zur Blütenbildung verwandt. Unter anormalen Verhältnissen, wenn etwa durch Wegnahme einer grössern Anzahl von Aesten die Zahl der Laubtriebe ansehnlich verringert wird, können aber auch sie zu Laubtrieben werden. Ebenso werden auch alle später angelegten Knospen zu Blüten, meist jedoch erst nach mehrjähriger Ruheperiode.

Die Zahl der Knospen, welche in einem Jahre aus einer solchen Serie als Blüten hervorbrechen, variirt sehr. Nur selten kommt im 2. Jahre eine Blume zur Entfaltung, meist beginnt die Entwicklung erst im 3. Jahre. Dann nimmt die Zahl derselben in jedem Jahre zu bis zu einem Maximum von etwa 4—5, um späterhin wieder etwas nachzulassen und, wenn an den betreffenden Aesten die rissige Borke auftritt, ganz zu verschwinden. Wie schon bemerkt kommt das letztere nicht daher, dass kein Vorrath an Knospen mehr vorhanden ist, sondern dass den Knospen das Hervorbrechen jetzt nur unter Anwendung eines besondern Kraftaufwandes möglich ist, wozu die Pflanze sich erst entschliesst, wenn es für ihr weiteres Bestehen, zur Bildung neuer Vegetationssprosse, von Wichtigkeit ist.

4. Herstellung des Anschlusses an die Gefässe des Stengels. Bei der zuerst gebildeten Knospe tritt bald nach ihrer Entstehung die Bildung des Procambiums zu Tage und die sogleich gebildeten primären Gefässe treten, sich nach unten wendend, mit denen des medianen Blattspurstranges des über ihr liegenden Blattes in Verbindung. Dasselbe kann man zuweilen bei der 2. Knospe beobachten. Die dritte und folgenden aber, die ja oft eine lange Zeit ruhen, treten mit den primären Gefässen des Stengels

nicht in Verbindung, sie stellen eine solche erst dann mit den Gefäßen des Stengels, und zwar mit den dann vom Cambium gebildeten, her, wenn sie zur Entwicklung kommen.

Wie schon erwähnt, treibt im zweiten Jahre nur die oberste Knospe aus. Diese tritt auch gleich nach ihrer Bildung während des ersten Jahres mit den Gefäßen des Stengels in ausgedehntem Maasse in Verbindung.

In Bezug auf den Anschluss der folgenden Knospen lässt sich im allgemeinen bemerken, dass sie gegen Ende des einen Jahres einen ausgedehntern Anschluss bewerkstelligen, wenn sie im folgenden austreiben. Dies ist jedoch nicht ausnahmslos der Fall, vielmehr finden sich auch oft schon Verbindungen in mehreren vorhergehenden Jahren bewerkstelligt. Offenbar versuchte die Knospe schon früher einen ausgedehntern Anschluss herzustellen, um im folgenden Jahre auszutreiben. Oft findet man so Knospen, die während 4—5 Jahren solche misslungenen Versuche gemacht haben. Meist gehen sie darauf zu Grunde. Den Verlauf der Gefäße vom Stamme in die Knospen veranschaulicht leicht ein tangentialer Schnitt durch eine solche Knospenserie an einer tiefer nach innen liegenden Stelle (Fig. V). Die von der Knospe 1, Fig. V, welche zu einem Laubspresse geworden, oben und seitwärts austretenden Gefäße verlaufen, sich nach unten wendend, um den Markcylinder herum und treten theils hier schon mit den Gefäßen des Stengels in Verbindung, theils wenden sich dieselben unterhalb der Knospe tangential im Stengel verlaufend nach der andern Seite (Fig. V r_2), um dort weiter nach unten zu verlaufen. Derselbe Verlauf findet weiterhin unter Umständen auch bei den folgenden Knospen statt. In Fig. V trat er noch einmal auf bei r_1 , über dem medianen Blattspurstrange (m). Durch diesen Verlauf der Elemente des Holzes kommen im Stengel Stellen zu Stande, wo das Holz auf Querschnitten nicht in vertikaler Richtung, sondern in horizontaler und zwar tangentialer verläuft. Es sind dies die Querschnitte eben aus den Regionen r_1 , r_2 , r_3 (Fig. V).

Auch auf medianen Längsschnitten muss dieses Verhalten auffallen; auf diesen sieht man über und unter dem Aste die Gefäße quer durchschnitten (Fig. IV r_3 , r_2).

Beim Beginne des Anschlusses seitens einer solchen alten ruhenden Knospe macht sich innerhalb der bis dahin noch undifferencirten Gewebe zuerst die Bildung einer Cambiumzone bemerkbar, welche nach innen fortschreitend endlich auf das Cambium des Stengels stösst und mit demselben in Verbindung tritt. Weiterhin bildet dann der Anschluss der Gefässe keine Schwierigkeit. Bemerkenswerth ist, dass die vom Cambium der Knospe gebildeten Gefässe in radialer Richtung senkrecht zur Stengeloberfläche verlaufen und ebenso senkrecht auf die Gefässe des Stengels treffen, wo die Verbindung dann durch ganz kurze Elemente hergestellt wird.

Dieser radial-senkrechte Verlauf der Gefässe, die zur Knospe führen und die senkrechte Stellung letzterer am Stamme, wird man wohl als Anpassung zum Tragen der langen schotenförmigen Früchte anzusehen haben, die, wenn in grösserer Anzahl an einem Blütenstiele inserirt, denselben immerhin ansehnlich beschweren können. Auch in denjenigen Fällen, wo die Blütenstiele beim Austreiben nach oben gerichtet sind, werden sie nach dem Ansetzen der Frucht und beim Reifen derselben oft nach unten gezogen.

Die langen schotenförmigen Früchte bleiben auch nach der Reife noch an den Aesten haften. Ein Abwerfen derselben tritt nicht ein. Die Entfernung der Früchte kommt dadurch zu Stande, dass die Fruchtsiele entweder im Laufe des Winters verfaulen, oder durch äussere mechanische Mittel, durch den Wind, Thiere, auch durch den Menschen abgerissen werden, denn die Früchte, wenigstens von *Cercis siliqua.*, sollen in ihrem Vaterlande von der ärmeren Volksklasse hin und wieder genossen werden.

Im Laufe der folgenden Jahre werden dann die allmählich verharzenden Elemente derselben vom Cambium des Stengels überwachsen und eingeschlossen. Ein nachheriges Abbrechen derselben innerhalb des Stengels, wie bei den Blattbündeln, ist nicht nothwendig wegen des senkrechten Verlaufs derselben zur Oberfläche.

Als Resultat zur Entscheidung der Frage nach der Herkunft jener Blütenknospen hat sich also für *Cercis* Folgendes ergeben:

Die an älteren Zweigen und Aesten von *Cercis* auftretenden Blüten gehen aus Knospen hervor, die, als Serialknospen aus einem in den Achseln der Blätter gebildeten Meristem angelegt, alle gleichwerthig untereinander sind, und die, nach einer mehrjährigen Ruhezeit austreibend, zu Inflorescenzen werden.

II. *Goethea strictiflora*. (Hook.) ¹⁾.

Das Material der vorliegenden Art erhielt ich durch die Freundlichkeit des Herrn Garteninspector Witte zu Leiden aus dem dortigen botanischen Garten unter dem Namen *G. cauliflora*, als welche sie in fast allen Gärten cultivirt wird. Es ist jedoch nicht die *G. cauliflora* Nees v. Esenb.²⁾, mit der sie allerdings das Blühen am alten Holze gemeinsam hat.

1. Anatomie des Holzes. Mediane Längsschnitte durch den Vegetationspunkt, die mit Eau de Javelle durchsichtig gemacht wurden, zeigten einen kleinen flachen Vegetationskegel, überdeckt von einem einschichtigen Dermatogen, welches, ohne scharfe Grenze nach innen, nur an der lückenlosen Anordnung seiner quadratischen Zellen als solches zu erkennen war. In einiger Entfernung vom Vegetationspunkte zeigen die äusseren Wände des Dermatogens bereits die nach aussen vorgewölbte Gestalt, die später der Epidermis das wellenförmige Aussehen verleiht.

Weiter nach innen folgen die polygonalen Zellen des Periblems und Pleroms, welche auch hier beide aus derselben Initialgruppe hervorzugehen scheinen.

Reichliche Kalkoxalatablagerungen, stets in Drusenform, liegen in den Zellen des Periblems und Pleroms.

Ein dichter Haarbesatz tritt bald an den am Vegetationspunkte neu angelegten Gebilden auf, nie auf ihm

1) Abbildung.: Bot. Mag. t. 4677, oct. 1852; Jardin fleuriste, vol. 4, tab. 365 (1853). Flore des serres etc. tom. VIII pl. 814, (als *Pavonia str.*)

2) Nova Acta Acad. Leop. Carol. t. XI. (1823); Bot. Zeitung 1821.

selbst. Einzelne losgerissene Haare zeigen, dass es Sternhaare sind.

Die Bildung des Procambiums und der primären Gefässe zeigt nichts Bemerkenswerthes.

In einiger Entfernung vom Vegetationspunkte treten die auch hier wie bei allen Malvaceen mächtig entwickelten Schleimgänge auf, anfangs in Gestalt von kleinen, auf dem Querschnitt meist drei- oder viereckigen, intercellularen Lücken. Ihr Ursprung ist somit zweifelsohne einschizogener. Die Herkunft des diese Lücken ausfüllenden Schleimes konnte mit Sicherheit, aus Mangel an hinreichenden jungen Trieben, nicht festgestellt werden. Doch möchte ich aus der Art und Weise der Vermehrung des Schleimes auf älteren Stadien und der Erweiterung dieser Gänge schliessen, dass die Wände der benachbarten Zellen durch Verquellen die Veranlassung zur Bildung des Schleimes werden.

Die Bildung des Procambiums und der Stamm und Blatt gemeinsamen Gefässbündel schreitet hier in akropetaler Weise fort, beginnend an der Stelle, wo die Gefässbündel des nächst unten stehenden (hier des sechsten vorhergehenden) in das Blatt ausbiegen.

Der Verlauf der Bündel im Stamme konnte, aus Mangel an ausreichendem jüngeren Materiale, nicht genau untersucht werden.

In das Blatt treten auch hier drei Stränge ein. Das mediane unten eintretende theilt sich an der Insertionsstelle des Blattes in 3 Theile, die, zunächst parallel verlaufend, sich weiter im Blattstiele wieder vereinigen. Die beiden seitlichen Bündel geben zunächst je 2 Aeste an die Nebenblätter ab, und spalten sich sodann in den Blattstiel eintretend in zahlreiche Aeste, die, mit denen des medianen Bündels durch Anastomosen vielfach verbunden, parallel im Blattstiele weiter verlaufen.

Der Beginn der Knospenbildung macht sich auch hier kenntlich durch besonders starke Zellvermehrung in einer der äusseren Periblemschichten in den Achseln der Blattstiele. Dieser Vorgang tritt jedoch hier nicht wie bei *Cercis* schon sehr frühe am Vegetationspunkte auf, sondern erst später.

Ein Querschnitt auf einem älteren Stadium, wo die Differenzirung sämmtlicher Gewebe schon vollendet ist, lässt aussen die einschichtige, an der Oberfläche wellenförmig verlaufende, aus fast quadratischen Zellen gebildete Epidermis erkennen. Dieselbe ist bedeckt mit den oben erwähnten spitzen, kurzen sternförmigen Haaren, deren Wände jetzt fast bis zum Schwinden des Lumens verdickt sind. Die primäre Rinde besteht aus 30—34 Zellreihen, von denen die 3—4 ersten einfache Parenchymzellen, die folgenden 10—12 Zellen solche mit stark verdickten Wänden, die weiter nach innen liegenden wieder einfache Parenchymzellen sind.

Die Zellen der Rinde sind entweder dicht mit Stärke gefüllt, oder führen, mit Ausnahme der mit verdickten Wänden, grosse Drusen von oxalsaurem Kalke.

In der innern Zone von einfachen Parenchymzellen liegen, auf dem Querschnitte zerstreut, die schon erwähnten Schleimgänge (Fig. VIS). Die in der Nähe des Vegetationspunktes bei ihrem Entstehen kleinen intercellularen Lücken sind zu grossen ovalen oder unregelmässig gestalteten Gängen geworden, die in Stengel und Blättern sich vielfach verzweigend hin- und herlaufen, so dass man auf Längsschnitten immer nur einen Theil derselben zu sehen bekommt. Die einen solchen Gang unmittelbar umgebenden Zellen sind meist plattgedrückt und führen keine Stärke. Auch zwischen den Zellen mit stark verdickten Wänden finden sich vereinzelt Schleimgänge. Bemerkenswerth ist, dass die hier dem Gange unmittelbar anliegenden Zellen die Wandverdickung ganz, oder mindestens an der demselben anliegenden Seite vermissen lassen.

In dem Schleime finden sich zuweilen von jenen Krystallen eingeschlossen; oft liegen dieselben an einer Seite des Ganges und sind dann durch eine feine sie einhüllende Membran an die Wände der benachbarten Zellen befestigt.

Die weitere Entwicklung und Ausdehnung dieser Gänge scheint so auf Kosten der sie umgebenden Zellen vor sich zu gehen, welche durch Verquellung der Zellwände das Material zur Bildung des Schleimes liefern, während der etwa in diesen Zellen vorhandene oxalsaure Kalk,

wie es scheint, einfach unverändert in die Schleimmasse aufgenommen wird. Die in den umgebenden Zellen vorher vorhandene Stärke scheint vor jenem Desorganisationsprozess weggeführt zu werden, denn nur hin und wieder lassen sich dort vereinzelte Stärkekörner nachweisen. Die Erweiterung dieser Schleimgänge ist also ein lysigener Prozess, während ihr Entstehen sich als schizogen erwies.

Die Peridermbildung ist auch hier eine basipetale.

Phelloderm wird auch hier, wenigstens bis zum 5. Jahre, dem ältesten mir vorliegenden Zweige, nicht gebildet. Die nach innen zu von dem Periderm liegenden Zellen der primären Rinde werden nach und nach bis zum Verschwinden des Lumens verdickt, verholzen und werden zu kurzen Sclerenchymelementen. Die direct unter dem Periderm liegenden Parenchymzellen unterliegen diesem Prozess zuerst, wodurch eine mehrschichtige zusammenhängende Zone solcher verholzten Zellen zu Stande kommt.

In den nach innen liegenden Zellen mit verdickten Wänden tritt dieser Prozess erst später ein und dann nicht regelmässig, sondern einzelne Zellen oder Gruppen solcher zeigen dies Verhalten, während andere in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit verbleiben. Ob mit der Zeit alle Zellen der Rinde dieses Schicksal theilen, konnte nicht entschieden werden.

Eine Entscheidung in Betreff der physiologischen Bedeutung dieser Elemente, ob sie als Producte des Stoffwechsels, oder als zum Festigungsapparate gehörend zu betrachten sind, ist in diesem Falle schwer zu treffen, da eben beides möglich ist.

Eine als Grenze der primären Rinde nach innen dienende, besonders ausgeprägte Endodermis lässt sich auch auf jüngeren Zuständen nicht nachweisen. Die Grenze zwischen Rinde und Centralcylinder lässt sich hier gleichwohl feststellen, eben durch den Pericycle.

Der Centralcylinder ist nach aussen umgeben von dem 8—9 reihigen Sclerenchymring des Pericycle. Die zu diesem gewöhnlich noch gehörenden parenchymatösen Elemente sind hier nur auf wenige Zellen beschränkt. Meist nur

eine Zellreihe bildend liegen sie neben dem primären Siebtheile, in dessen Parenchymzellen allmählich übergehend. Später verholzen auch sie, so dass dann der ganze Pericycle aus sclerenchymatischen langen, immer bis zum völligen Schwinden des Lumens verdickten Elementen besteht. Der an jungen Theilen zusammenhängende Ring wird sehr bald gesprengt. Gruppen von Sclerenchymfasern derselben Art werden weiterhin auch im secundären Siebtheile vom Cambium aus erzeugt. Auch sie erscheinen im Anfange in Gestalt eines zusammenhängenden Ringes, der bald zersprengt wird.

Zwischen diesen Sclerenchymfasern liegen die Elemente des Siebtheiles: kleine Siebröhren und Geleitzellen, sowie zahlreiche, Stärke oder Krystalldrüsen führende Parenchymzellen. Die Krystalle werden in den Zellen gleich nach deren Bildung am Cambium abgelagert, und erscheinen auch bei ihrem ersten Entstehen stets als Drüsen. Im Gefässtheile fällt uns die regelmässige Anordnung der einzelnen Elemente auf. Auf Querschnitten erscheinen die Gefässe in langen continuierlichen Reihen, oft 15—18 aufeinanderfolgend. Nur selten ist eine solche Reihe durch eine Holzparenchymzelle unterbrochen.

Dieselbe Regelmässigkeit in der Anordnung zeigen auch die übrigen Elemente des Gefässtheiles. Die Gefässe und Tracheiden, die zwischen ihnen, jedoch nur in geringer Anzahl vorkommen, und mit ihnen in Form und Grösse übereinstimmen, sind zunächst umgeben von parenchymatösen, mit Stärke angefüllten Elementen, die jedoch nur zum kleinern Theile aus Holzparenchymzellen bestehen; die grosse Masse derselben wird gebildet von langgestreckten, an den Enden zugespitzten, mit wenigen spaltförmigen Tüpfeln versehenen Ersatzfaserzellen.

Neben diesen, nur vereinzelt zwischen ihnen, liegen, gleichfalls in regelmässige radiale Reihen geordnet, die Holzfaserzellen. Sie machen in späteren Jahren den grössten Theil des Gefässtheiles aus.

Auf Längsschnitten zeigen sich die Gefässe des secundären Zuwachses als lange prismatische Kanäle mit behöft getüpfelten Wänden, ohne irgend welche sonstige spiral-

faserige Verdickung derselben. Mittels grosser ringförmiger Diaphragmen communicieren sie untereinander.

Bildung von Jahresringen oder Vegetationsringen liess sich an dem vorliegenden Materiale nicht constatieren; doch möchte ich daran erinnern, dass die Pflanze in einem Gewächshause cultivirt war, und in dieser Weise zur Entscheidung der Frage, ob solche Grössendifferenz der Elemente gegen Ende der Vegetation sich bei dieser Pflanze überhaupt nicht findet, ungeeignet war.

Der Markeylinder wird gebildet aus grossen, isodiametrischen, getüpfelten Zellen mit grossen Mengen von Stärke oder mit Kalkoxalatdrusen.

2. Bildung weiterer Knospen. Mit der oben geschilderten Bildung einer Achselknospe ist die Knospenbildung auch hier nicht beendet. Unterhalb der ersten entsteht bald aus dem Meristem des Stengels, wie bei *Cercis* eine 2. Knospe. Schnelle Vermehrung der Zellen in einer der äussern Periblemschichten leitet auch hier die Bildung derselben ein. Mehr wie 2 Knospen werden aus dem Meristem des Stengels nicht angelegt. Diese beiden so angelegten Knospen sind unter sich vollkommen gleichwerthig. Es ist nothwendig dies zu beachten, da, wie wir weiterhin sehen werden, auch noch andere Knospen hier in das Gewebe des Stengels eingesenkt erscheinen, die anderer Herkunft sind.

Die gleich nach ihrer Bildung erfolgende weitere Entwicklung dieser beiden Knospen tritt zunächst bei der ältern derselben ein, und macht sich kenntlich durch das Abscheiden einiger schuppenförmiger Niederblätter nach verschiedenen Seiten hin. In den Achseln dieser Blattgebilde treten Knospen auf, welche zunächst nicht zur weiteren Entwicklung kommen, sondern einstweilen in Ruhezustand treten.

Fig. VI stellt einen Querschnitt durch einen jungen Trieb dar, in welchem zugleich die Knospe 1 und einige von ihr nach einer Seite hin, in den Achseln der kleinen Niederblätter gebildeten Knospen a und b getroffen sind.

Diese jungen Knospen werden nun in Folge des Wachstums des Hauptstengels von der Mutterknospe weg

auf diesen Stengel gerückt; nach dem sehr frühe eintretenden Abfalle jener Niederblätter aber ist es nicht möglich, äusserlich ihre Herkunft zu erkennen und man könnte sie leicht für gleichwerthig mit den aus dem Meristem des Stengels hervorgegangenen halten, was sie jedoch als Knospen einer Seitenknospe nicht sind. Ueber die weitere Entwicklung dieser Knospen wird unten die Rede sein.

3. Weitere Entwicklung dieser Knospen. Kehren wir jetzt zu unserer ersten Knospe zurück. Nachdem jene seitlichen Knospen auf die eben beschriebene Weise von ihr gebildet sind, werden weiterhin einige grössere Niederblätter abgeschieden, in deren Achseln sich die Blütenknospen bilden, die sich zu lange andauernden Blüten entfalten. Gleichzeitig tritt die Knospe auch bedeutend über die Oberfläche des Stengels hervor. In der ersten Vegetationsperiode werden nun 3—4 solcher Blüten gebildet. Diese treten meist nicht gleichzeitig, sondern nacheinander auf und daher, sowie durch die lange Dauer jeder einzelnen Blüthe kommt es, dass diese wenigen Inflorescenzen eine so lange Zeit den Stengel an dieser Stelle mit Blüten schmücken. Diese Blütenknospen entstehen immer in den Achseln von Niederblättern, welche vom Vegetationspunkte abgeschieden werden, nachdem die vorherige Blüthe sich entfaltet hat.

Auf diese Weise geht aus dieser ersten Achselknospe ein vorerst allerdings noch kleiner, blüthenbildender Spross hervor. Dieser überdauert, nachdem er am Ende der Vegetationsperiode das Wachsthum eingestellt hat, die Ruheperiode und beginnt mit dem Eintritte der Regenzeit wieder, in der oben bezeichneten Weise weiter wachsend, neue Blüten zu producieren. So wird dieser, mit dem Hauptstengel, an dem er inseriert ist parallel verlaufende, Blüthenspross im Laufe der Jahre immer länger.

An den Narben, die nach dem Abfallen der Blüten zurückbleiben, kann man, natürlich erst nach einer Reihe von Jahren, nachdem ihrer viele vorhanden sind, feststellen, dass die Blüten in derselben spiraligen Anordnung an diesem Sprosse inseriert waren, wie die Laubblätter um den Hauptstengel.

Nicht immer jedoch wächst dieser Blüthenspross in der eben angegebenen Weise mit einem einzigen Vegetationspunkt weiter. Sehr oft findet man in späteren Jahren, dass von einer Stelle ab 2 Vegetationspunkte zur Blüthenbildung thätig waren, und dass dieser Spross dichotomisch sich verzweigt hat. Eine nähere Untersuchung zeigt nun, dass an jener Stelle, wo die Verzweigung eingetreten ist, in der Achsel eines Blattes eine Knospe gebildet worden, die nicht wie die anderen zur Blüthe sich entfaltete, sondern sich zu einem selbständigen blüthenbildenden Vegetationspunkte umgewandelt hat.

Ein Längsschnitt durch einen solchen Blüthenspross mit 2 Vegetationspunkten zeigt Fig. VII mit den 2 Vegetationspunkten a und b.

Oft ruht eine solche Knospe eine Reihe von Jahren, bevor sie austreibt und Blüthen produciert.

Aus Mangel an älteren Aesten war es nicht möglich festzustellen, wie lange ein solcher Spross Blüthen hervorbringt. An den mir vorliegenden 5jährigen Zweigen finden sich an diesen Trieben noch Blüthen und junge Knospen. Nicht immer jedoch wird diese Knospe in der geschilderten Weise zu einem Blüthensprosse. Oft treibt er gleich von vorne herein zu einem Laubtriebe aus, oft wird auch ein schon mehrjähriger Blüthenspross plötzlich zu einem Laubsprosse.

Betrachten wir nun die am Grunde dieses Blüthensprosses ruhenden Knospen, deren verschiedene Entstehung oben geschildert worden.

Unter normalen Verhältnissen, d. h. wenn nicht das Absterben der ersten Knospe, oder sonstige anormale Saftzuströmungen sie zum Austreiben bringt, ruhen dieselben viele Jahre; manche von ihnen kommen gar nicht zur Entwicklung.

An 4- und 5jährigen Zweigen beginnen einige derselben eben die Bildung der ersten Blätter. Von diesem Zeitpunkte an beginnen dann wohl alle, soweit sie überhaupt zur Entwicklung kommen, ihre Thätigkeit, die darin besteht, dass sie, wie die vorhin geschilderte erste Knospe, zu Blüthen bildenden Sprossen werden.

Erwähnen will ich noch, dass an Aesten, welche zehn Jahre alt sind, sich noch Blüten bilden. Ob alle Knospen so zur Blütenbildung verbraucht, oder ob manche später von der Rinde eingeschlossen werden, konnte aus Mangel an alten Aesten nicht entschieden werden.

4. Herstellung des Anschlusses an die Gefässe des Stammes. Bei der ersten Achselknospe kommt der Anschluss an die Gefässe des Stengels fast gleich nach ihrer Bildung zu Stande.

In der bei *Cercis* angegebenen Weise wenden sich auch hier die aus der Knospe austretenden Gefässe nach unten und treten dort mit denen des nächst oben stehenden Blattes in Verbindung.

Die in die Knospe eintretenden Gefässe verlaufen auf dem frühesten Stadium in gerader Richtung. Später werden sie durch die Thätigkeit des Cambiums des Stengels in der Rinde desselben senkrecht zur Stengeloberfläche gestellt, treten aber beim Eintritt in den Blüthenspross welcher ja parallel zum Hauptstengel verläuft, nach rechtwinkliger Biegung wieder in ihre ursprüngliche Richtung ein.

In dem Blüthensprosse findet man dieselben Elemente wieder, wie in dem Laubtriebe, mit Ausnahme der sclerenchymatischen Elemente; diese fehlen hier gänzlich.

Ein Querschnitt zeigt uns zu äusserst braune, von der Peridermbildung herrührende Zellen, dann die primären Rindenzellen, die äussern mit allseits verdickten Wänden; einige Reihen einfacher Parenchymzellen führen uns in den kleinen Siebtheil, wo sich durch Anilinblautinction hier und da kleine Siebplatten nachweisen lassen; durch eine kleine Cambiumzone kommen wir in den Gefässtheil, bestehend aus kleinen Gefässen und Holzparenchym. Im Innern liegt der Markeylinder, der nach unten mit dem Marke des Hauptstengels in Verbindung steht, nach oben in den Stiel der Blüthe sich fortsetzt.

In Rinde und Mark finden wir ferner die grossen Schleimgänge, sowie Drusen von Kalkoxalat wieder.

In Fig. VII ist ein Längsschnitt durch einen solchen Blüthenspross dargestellt, der an seinem untern Ende etwas tangential gerathen ist. Dort sieht man bei r und s die

Markverbindung, welche bei einer frühern Blüthe vom Sprosse in den Blütenstiel hinein verlief. Wie man aus dem Verlauf der Gefässe an diesen Stellen ersieht, schliessen die folgenden Blüthen jedesmal an die Gefässe der zunächst unter ihnen stehenden Blüthen an.

Was nun den Anschluss der ruhenden Knospen bei ihrem Austreiben anbetrifft, so ist festzustellen, dass die direct aus dem Meristem des Stengels hervorgegangene 2. Knospe auch direct an die Gefässe desselben anschliesst. Ihr Markeylinder steht durch einen dünnen nach unten verlaufenden Markstreifen mit dem Marke des Hauptstengels in Verbindung. Die von ihr gebildeten Gefässe wenden sich nach unten und stellen dort, wo der Anschluss der ersten Knospe zu Stande gekommen, die Verbindung her. Diejenigen ruhenden Knospen aber, welche die zuerst gebildete Knospe als Mutterspross haben, schliessen auch direct an die Gefässe dieses an, sie wenden sich nicht zuerst nach unten den Gefässen des Hauptstengels zu. Ihr Markeylinder steht auch nicht mit dem des Hauptstengels, sondern direct mit dem ihres Muttersprosses in Verbindung.

Dieses Verhalten beim Anschlusse ist leicht zu beobachten, wenn diese Knospen von ihrem Muttersprosse abgerückt sind; ihre Gefässe wenden sich dann seitwärts direct demselben zu. Die Art und Weise des Anschlusses einer ruhenden Knospe zeigt uns also ohne Weiteres ihre Herkunft an, auch wenn, was ja gewöhnlich der Fall ist, die sonstigen Verhältnisse keine Bestimmung darüber zulassen.

Die Laubblätter, in deren Achseln diese Knospen entstanden, sind in so späten Jahren längst abgeworfen worden. So stehen dann die Blüthen an den nackten Aesten mit ihrem hochrothen Involucrum als Schauapparate.

Nicht entschieden werden konnte aus dem vorliegenden Materiale, inwiefern eine Anpassung zum Tragen der Früchte vorhanden ist.

Die von Nees von Esenbeck beschriebene *G. cauliflora*, die noch nicht eingeführt zu sein scheint, verhält sich nach der von dem Autor ¹⁾ auch in Bezug auf die

1) Nova acta Acad. Leop. Car. t. XI pag. 98.

Art und Weise des Blühens gegebenen ausführlichen Beschreibung und Abbildung ganz genau wie die vorhin ausführlich erörterte *G. strictiflora*.

Bei *Goethea* (*strictifl.* und *caulifl.*) wird also die für die Pflanze biologisch wichtige Blütenbildung am alten Holze erreicht:

- 1) dadurch, dass eine Reihe von, unter sich nicht alle gleichwerthigen Knospen angelegt werden;
- 2) dadurch, dass jede dieser Knospen zu einem nur Blüten bildenden, eine lange Reihe von Jahren andauernden Sprosse wird ¹⁾.

III. *Theophrasta* ²⁾.

Als Untersuchungsmaterial wurde mir seitens meines Vaters eine neue, noch nicht benannte und beschriebene Species, die er aus Columbien (aus Ocaña) importirte, zur Verfügung gestellt. Da mir zugleich das Benennungsrecht derselben zugestanden wurde, so erlaube ich mir dieselbe zu Ehren meines hochverehrten Lehrers, Herrn Hofrath Prof. Dr. Strasburger: *Theophrasta Strasburgerii* zu benennen ³⁾.

Ausser dieser wurde noch *Th. latifolia* untersucht, welche sich jedoch hinsichtlich der Bildung der Blütenknospen im Wesentlichen gleich verhält.

1) Anatomie des Holzes. Mediane Längsschnitte durch den Vegetationspunkt zeigen uns denselben als einen kleinen Zellhügel, der in der Ruheperiode von einem dichten Kranze oben zusammenschliessender Niederblätter überdeckt ist.

Eine Grenze zwischen Dermatogen, Periblem und Plerom ist nicht zu erkennen. Die kleinen quadratischen Zel-

1) Aehnlich den Blüten bildenden Kurztrieben vieler Coniferen, z. B. *Ginkgo biloba*.

2) Abbildungen, den Habitus einer blühenden *Theophrasta* darstellend, waren nicht aufzufinden.

3) Beschreibung und Abbildung werden demnächst veröffentlicht werden.

len der drei ersten Zellreihen liegen in lückenlosem Ver-
bande in regelmässiger Anordnung. Die äussere Zelllage
bildet das Dermatogen, welches sich weiterhin als ein-
schichtige, kleinzellige Epidermis über die jüngeren Theile
der Pflanze fortsetzt. Auf ihr treten, in der Nähe des Ve-
getationspunktes beginnend, jedoch nicht auf ihm selbst,
zahlreiche mehrzellige Haare auf.

In der 4. und folgenden Zellreihen des Vegetationspunktes
verliert sich die reihenweise, lückenlose Anordnung.

Ausserdem findet man hier am Vegetationspunkte in
grosser Anzahl, meist in radialer Reihe angeordnet, die bei
vielen Myrsineen vorkommenden kleinen Secretbehälter,
mit einer roth-braunen, in Alkohol schwer löslichen, harz-
artigen Masse angefüllt.

Weiter trifft man hier am Vegetationspunkte, wie
auch später in der ganzen Pflanze, mehr oder weniger
zahlreiche Zellgruppen, deren einzelne Zellen schon gleich
nach ihrer Bildung ihre Wände stark verdicken und bald
zu isodiametrischen Sclerenchymzellen werden, deren Wände
von zahlreichen Porenkanälen durchzogen werden. Sie
liegen auf Längs- und Querschnitten in Gruppen zerstreut,
die gegeneinander vollständig isolirt sind. Bei *Th. Strasb.*
sind diese einzelnen Gruppen weniger zahlreich und bestehen
aus weniger Zellen. Bei *Th. latifol.* dagegen sind die
zahlreichen sclerenchymatischen Zellen zu grossen Gruppen
vereinigt.

Da die einzelnen Gruppen ohne Zusammenhang unter
einander sind, so kann man wohl nicht annehmen, dass
mechanische Momente ihre Bildung veranlassen. Sie sind
wohl eher als Ablagerungsstellen der Produkte des Stoff-
wechsels zu betrachten, zumal da andere Stoffe, die sonst da-
für angesehen werden, z. B. oxalsaurer Kalk, in dieser
Pflanze nicht auftreten. Besonders zahlreich finden sie
sich auch in der Nähe der neu angelegten und sich weiter
entwickelnden Achselknospen.

Die Anlage der ersten Achselknospe macht sich auch
hier kenntlich durch schnelle Zellvermehrung in der Peri-
blemschicht des Stengels, oberhalb eines Blattes oder Nie-
derblattes, jedoch in ziemlicher Entfernung von der Inser-

tionsstelle dieser. Auf die Anlage weiterer Knospen wird später näher eingegangen werden.

Die Bildung des Procambiums, der primären Gefässe und das Auftreten der Gefässbündel zeigt nichts Bemerkenswerthes. Die Gefässbündel sind auch bei diesen Pflanzen Stamm und Blatt gemeinsame. Ein Querschnitt durch einen jungen Stengel innerhalb eines Internodiums zeigt uns dieselben in grosser Anzahl zu einem Ringe angeordnet.

Die in grosser Anzahl aus dem Blatte austretenden Gefässbündel vereinigen sich nach und nach im Stengel zu drei, die dann mit den Gefässbündeln der andern Blätter vereintläufig werden und zwar die beiden seitlich eintretenden mit denen des gleich vorhergehenden Blattes, wohingegen das unten eintretende durch viele Internodien abwärts verlaufend an die des direkt unter ihm stehenden Blattes anschliesst.

Nachdem diese 3 im Stengel verlaufenden Bündel, sich allmählich der Oberfläche nähernd, dort in viele getheilt haben, biegen sie vor dem Eintritte in das Blatt rechtwinklig um und treten so, in radialer Richtung durch die primäre Rinde verlaufend, in das Blatt ein.

Denselben Verlauf wie die Gefässbündel der ausgebildeten Laubblätter nehmen auch diejenigen der Niederblätter, nur dass dieselben hier auf wenige Gefässe reducirt sind.

Die Laubblätter persistieren etwa 3—4 Jahre, bevor sie abgeworfen werden.

Die Niederblätter fallen jedoch noch vor Ende der ersten Vegetationsperiode ab, nachdem, wie wir weiterhin sehen werden, in ihren Achseln, wie bei den ausgebildeten Laubblättern, eine Anzahl von Knospen angelegt worden. Die wichtige Funktion, welche diese jetzt rudimentären Organe einst in ihrer vollen Entwicklung hatten, nämlich die Anlage der Knospen zu vermitteln und zu leiten, diese Funktion haben sie bewahrt, und von diesem Punkte aus werden wir auch ihr jetziges für die Pflanze sonst keinen Vortheil bietendes Auftreten zu betrachten haben. Wahrscheinlich haben alle bei den Organismen auftretenden rudimentären Organe eine solche Bedeutung, dass durch

Vermittlung derselben andere wichtige Organe zur Entwicklung angeregt und in derselben in bestimmter Weise geleitet werden. Nachdem dies geschehen, werden sie abgeworfen, wie die oben erwähnten Niederblätter. Das constante Auftreten solcher Organe lässt sich als „blosse Andenken an vergangene Zeiten“ schwerlich erklären.

Querschnitte durch ältere Theile des Stammes zeigen uns die kleine Epidermis durch die darunter aufgetretene Peridermbildung eliminiert.

Weiter nach innen folgt die 26—28 Zellreihen dicke primäre Rinde. Bei *Th. Strasb.* sind alle diese Zellen einfache Parenchymzellen ohne verdickte Wände, während bei *Th. latif.* die ersten 10 Reihen stark collenchymatisch verdickte Wände besitzen. Zwischen diesen Zellen liegen zahlreiche kleine Intercellularräume.

Ferner finden sich hier die oben erwähnten Gruppen kurzer sclerenchymatischer Elemente. Eine besonders differenzierte Endodermis ist nicht zu erkennen. Die äussere Grenze des Pericycle giebt auch hier die Grenze zwischen Rinde und Centralcylinder an.

Der Pericycle tritt hier schon auf sehr frühen Stadien fast am Vegetationspunkte zersprengt auf. Zu einem Kreise angeordnet liegen die einzelnen, aus 6—8 Reihen bestehenden Gruppen um den Centralcylinder. Die Anfangs unverholzten, nur verdickten Zellwände desselben verholzen bald und zwar unterliegen die äusseren Zellreihen diesem Prozesse zuerst, der sich nach und nach auf alle Zellen des Pericycle erstreckt. Auf dem Querschnitte zeigen diese sclerenchymatischen Elemente des Pericycle dieselbe Gestalt, wie die oft erwähnten kurzen Sclerenchymelemente der Rinde und des Markes, nur sind die einzelnen Elemente kleiner. Ein Längsschnitt zeigt dieselben als lange, nicht immer spitz zulaufende, mit zahlreichen Porenkanälen versehene Zellen, die sich von den Sclerenchymelementen der Rinde nur durch ihre langgestreckte Form unterscheiden.

Im Siebtheile zeigen sich auf Längsschnitten zahlreiche aber sehr kleine Siebröhren von parenchymatischer Gestalt, in denen sich durch Anilinblautinktion zahlreiche

Siebplatten kenntlich machen lassen. Ausserdem sind noch Bastfaserzellen vorhanden. Elemente mit verholzten oder verdickten Wänden fehlen bei beiden Arten.

Das secundäre Dickenwachsthum ist bei den Theophrasten kein bedeutendes, so dass der Stamm in den ersten Jahren fast denselben Durchmesser hat, wie nach seiner Ausbildung am Ende der ersten Vegetationsperiode.

Eine Entscheidung, ob eine Grössendifferenz in den Gefässen zu Anfang einer Vegetationsperiode und gegen das Ende derselben, ob also eine Bildung von Jahres- resp. Vegetationsringen vorkommt, war an dem vorliegenden Materiale nicht zu entscheiden. Im Gefässtheile folgen auf einige kleine Ring- und Spiralf Gefässe einige treppenförmige Netzgefässe, welchen dann behöft getüpfelte sich anschliessen. Zwischen diesen liegen Tracheiden, oft den Holzfaserzellen sehr ähnlich. Diese sind meist durch eine Scheidewand in 2 Theile getheilte grössere Prosenchymzellen, oft aber auch ganz schmale lange, an beiden Enden nadelförmig spitz zulaufende Elemente. An Stärke führenden Elementen treten wenige Ersatzfaserzellen auf. Um so grösser und stärker sind dagegen die Markstrahlen entwickelt. In der Mitte 8—10 Reihen breit, haben dieselben nach oben und unten spitz zulaufend eine Höhe von nicht selten 50—60 Reihen. Die nicht besonders verdickten Wände dieser Zellen zeigen wenige grosse flache Tüpfel.

2. Anlage weiterer Knospen. Die erste Knospe wird, wie oben schon erwähnt, gleich im Anfange ihres Entstehens nicht direct in der Achsel des Blattes angelegt, sondern etwas weiter am Stamme hinauf.

In einiger Entfernung unterhalb dieser entsteht nun bald nachher eine 2., deren Bildung auf dieselbe Weise vor sich geht wie bei der ersten; dasselbe wiederholt sich sodann über der ersten Knospe, so dass wir nunmehr schon 3 in gerader Richtung unter einander liegende haben, die aber gleich bei ihrem Entstehen schon durch einen ziemlichen Zwischenraum von einander getrennt sind (Fig. VIII, 1, 2, 3).

Weiterhin können dann auf dieselbe Weise aus dem Meristem des Stengels gebildet, seitwärts von diesen ersten

drei noch weitere Knospen angelegt werden (Fig. VI, 4, 5), entweder bloss an einer Seite oder an beiden, so dass auf diese Weise etwa 5—6 völlig gleichwerthige Serialknospen zu Stande kommen. Die Zahl der so gebildeten Knospen ist ganz von der Stärke des Triebes abhängig. Während bei besonders kräftig entwickelten Pflanzen deren oft 7—8 angelegt werden, treten bei sehr schwachen und kümmerlich wachsenden oft nicht mehr wie zwei auf.

Die Anordnung dieser Serialknospen ist also auch hier eine reihenweise wie bei *Cercis*, jedoch treten statt einer Reihe unter günstigen Umständen deren drei auf. Ferner ist die Anzahl derselben eine geringere und beschränkte; das Alter ist sodann in der Reihe ein nicht stets abnehmendes, da die mittlere die älteste ist.

Dieser Vorgang der Knospenbildung zeigt sich in den Achseln der Niederblätter in gleicher Weise und gleicher Intensität, wie bei den ausgebildeten Laubblättern. Wenn nun auch, was aber bei weitem nicht immer eintritt, auf diese Weise 5—6 Knospen angelegt werden, so wäre doch später nach wenigen Jahren der Knospenvorrath erschöpft, da in jeder Vegetationsperiode deren 2—3 zur Blüthenbildung verwandt werden, andererseits aber nicht wie bei *Cercis* immer neue angelegt werden. Auf andere Weise wird nun die Anzahl der Reserveknospen vergrössert.

Gleich nachdem eine jener Serialknospen angelegt ist, scheidet sie nach einander eine grössere oder kleinere Anzahl schuppenförmiger Niederblätter ab, die auf den Hauptstamm hinübergeschoben und durch das intercalare Wachsthum dieses weiter von ihrer Mutterknospe abgerückt werden. In der Folge umstehen sie diese in der spiraligen Anordnung, in der sie entstanden sind. In der Achsel eines jeden dieser Niederblätter bildet sich darauf ein neuer, jedoch sehr kleiner Vegetationspunkt.

Jede der Serialknospen giebt auf diese Weise einer Anzahl neuer Knospen ihre Entstehung; die Anzahl derselben ist sehr wechselnd und hängt wiederum gänzlich von der Stärke des Triebes ab, sowie von der Länge der Zeit, welche zwischen der Bildung der Serialknospe und dem Uebergange des Hauptstammes in den Dauerzustand

liegt. Nachdem letzterer eingetreten, werden keine Knospen mehr von den Serialknospen aus gebildet.

In Fig. VIII ist ein Stück eines *Theophrasta*-Stammes bei doppelter Vergrößerung dargestellt. In der Achsel des Niederblattes n (welches abgeschnitten ist) sind 5 Serialknospen angelegt worden; die Zahlen geben die Reihenfolge der Entstehung an. 1 ist die zuerst entstandene, sie hat daher auch die meisten Niederblätter abgeschieden, in deren Achseln kleine, von aussen nach Entfernung dieser Blätter kaum sichtbare, Knospen liegen.

Deutlich sieht man die spiralgige Anordnung, in der die Knospen um ihre Mutterknospe stehen, und welches dieselbe Anordnung ist, mit der die Blätter am Stamme inseriert sind. Die andern nachher gebildeten Serialknospen haben weniger solcher Knospen angelegt; die 5. erst eine einzige, und sie würde auch schwerlich noch ein weiteres haben bilden können, da der betreffende Trieb bereits fest zu werden begann.

Ein Querschnitt durch den Stengel in einer solchen Region bietet im Wesentlichen dasselbe Bild wie Fig. VI von *Goethea*, wie ja auch der Vorgang, mit Ausnahme des hier auftretenden weiten Auseinanderrückens der Knospen, ganz derselbe ist.

Die Mutterknospe all' dieser nachgebildeten Knospen hat während dieser Zeit an Grösse nicht zugenommen, auch ist sie nicht weiter aus dem Gewebe des Stengels hervorgetreten, als sie schon bei ihrer ersten Anlage zeigte. Ihre ganze Thätigkeit in der ersten Vegetationsperiode bestand eben nur in der Bildung jener Knospen.

So haben wir also auf diesem Stadium zu Ende der ersten Vegetationsperiode in den Achseln der Blätter eine grosse Anzahl von Knospen verschiedenen Ursprungs und verschiedenen Alters.

Die Beziehungen der Knospen zueinander sind jedoch sehr bald schon zu Ende der ersten Vegetationsperiode nicht heraus zu finden, da jene schuppenförmigen Niederblätter bald vertrocknen, die Knospen zweier übereinander liegenden Serialknospen aber durch das Wachsthum des Haupttriebes vielfach durcheinander geschoben sind.

Später jedoch bei ihrer weitem Entwicklung zeigt sich in der Art und Weise ihres Anschlusses der Gefässe deutlich ihre Herkunft.

Wenn ferner die Niederblätter des Hauptstammes abgefallen sind, was auch vor Ende der ersten Vegetationsperiode eintritt und wobei kaum sichtbare Narben zurückbleiben, so scheinen alle jene Knospen bei ihrem Hervorbrechen ganz frei am Stamme gebildet zu werden, ohne Beziehung zu einer Blattachsel.

Nach 3—4 Jahren ist in der Ruheperiode der Pflanze am Stamme von den Knospen nichts mehr zu sehen: alle sind zu dieser Zeit nämlich in die Rinde eingeschlossen.

Im Anfange jeder neuen Vegetationsperiode brechen dann allenthalben unter Zerspringen der Rinde eine Anzahl solcher Knospen hervor zur Blütenbildung, bei denen man dann allerdings ohne genaue Untersuchung sehr leicht zur Annahme von Adventivknospenbildung kommen könnte.

3. Weitere Entwicklung dieser Knospen. Von den Knospen, deren Entstehung wir soeben betrachtet haben, gelangen nun im ersten Jahre, d. h. in dem Jahre, wo sie gebildet werden, keine zur weitem Entwicklung; nur vereinzelte brechen im folgenden Jahre hervor. Erst im dritten und den folgenden Jahren erscheinen eine bemerkenswerthe Anzahl von Blüten.

Alle diese Knospen werden unter normalen Verhältnissen zu Blüten, nur äusserst selten kommt es bei alten Pflanzen vor, dass seitlich ein Laubtrieb gebildet wird, und die Pflanze sich so verzweigt.

Wird aber der Hauptvegetationspunkt weggenommen, so muss natürlich ein seitlicher neuer gebildet werden. Auf diese Weise kann man auch hier an ganz alten Stämmen Knospen zum Austreiben bringen. So treiben jetzt an dem alten Stamme von *Th. Strasb.*, dessen oberer Theil zur Untersuchung benutzt wurde, tief aus der Rinde hervorbrechend, zahlreiche Knospen aus dem alten, aus Ocaña importirten Holze aus. Nach annähernder Schätzung haben diese Knospen dort mindestens 60 Jahre geruht. Nicht alle diese Knospen werden zu Laubtrieben werden, wie

das gewöhnlich der Fall ist, sondern viele scheinen sich zur Blütenbildung anzuschicken.

4. Herstellung des Anschlusses an die Gefässe des Stammes. In Betreff des Anschlusses der Gefässe lässt sich im Allgemeinen dasselbe sagen, wie bei *Goethea*. Von den aus dem Meristem des Stengels als Serialknospen gebildeten treten einige schon gleich nach ihrer Bildung mit denen des Stammes in Verbindung, und zwar so, dass ihre Gefässe in der Rinde des Stammes zunächst, wie die der Blattbündel, eine Strecke in radialer Richtung verlaufend, in der Nähe des Pericycle sich nach unten wenden, und tief unten mit den Gefässen des nächst über ihnen stehenden Blattes in Verbindung treten.

An dieser Stelle wird dann auch der weitere Anschluss durch die Thätigkeit des Cambiums hergestellt.

Auch diejenigen Serialknospen, welche nicht gleich bei ihrer Bildung, sondern bei ihrem Austreiben erst die Verbindung mit den Gefässen des Stammes herstellen, halten doch durch eine Communication mit dem Marke dieses die Möglichkeit eines leichten Anschlusses aufrecht.

Die nachträglich von diesen Serialknospen aus gebildeten Knospen nehmen vor dem Austreiben Anschluss an die Gefässe ihres Muttersprosses. Sie bleiben nach ihrer Bildung zuweilen durch einen Markstreifen mit ihrem Muttersprosse in Verbindung, meist jedoch ist eine solche nicht mehr wahrzunehmen, sodass man auch durch mikroskopische Betrachtung nach Anlage sehr vieler Knospen nicht sagen kann, welches der Mutterspross der einen oder andern ist.

Bei der Herstellung des Anschlusses der Gefässe ist dieses jedesmal mit Sicherheit zu entscheiden, da dieselben von der Knospe ausgehend nicht wie bei den Serialknospen nach unten den Gefässen des Stammes zuwenden, sondern direct nach ihrem Muttersprosse hin, mag dieser nun seitwärts, oben oder unten liegen.

Zu bemerken ist jedoch, dass der Verlauf der Gefässe von der austreibenden Knospe zu ihrem Muttersprosse oft nur ein allmählicher ist. Die zuerst gebildeten, sehr weit abgerückten Knospen treffen so erst sehr tief auf die

Gefässe jener, oft an der Stelle, wo diese selbst am Hauptstamme anschliesst.

Dadurch wird die Bestimmung des Verlaufs in spätern Jahren, wo bereits viele Knospen ausgetrieben haben, sehr erschwert. In den ersten Jahren ist dies jedoch immer mit Sicherheit auszuführen.

Nachdem die senkrecht am Stamme inserirten Inflorescenzen abgeblüht, resp. die Früchte abgefallen sind, wird der Blütenstengel durch eine Peridermbildung in der Nähe des Stammes abgeworfen. Ein Durchbrechen der Gefässe im Stamme tritt nicht ein, da sie, in radialer Richtung durch die Rinde verlaufend, der Thätigkeit des Cambiums nicht hinderlich sind.

In Bezug auf die im Stamme verlaufenden Elemente jener Inflorescenzen finden wir ferner den Unterschied, dass die zu den nachträglich gebildeten Knospen führenden ganz desorganisiert werden. Bei den ersten Serialknospen jedoch bleibt der im Stamme verlaufende Theil erhalten, denn an ihn müssen ja alle von der Knospe abgeschiedenen seitlichen Knospen anschliessen. Wenn nach Jahren alle diese Knospen ausgetrieben haben, so stellt auch an diesem Theile das Cambium seine Thätigkeit ein und alle Elemente werden von dem Cambium des Stammes überwachsen.

Der biologische Vortheil des Auftretens der Blüten am alten Holze bei vorliegender Art ist schwer zu entscheiden. Die Früchte, welche in unsern Gewächshäusern, soweit mir bekannt ist, nie angelegt werden, sind nach den Beschreibungen nicht von bedeutender Grösse, so dass eine besondere Anpassung zum Tragen derselben nicht nothwendig scheint.

Der Umstand, dass bei unsern cultivierten Pflanzen nie Früchte angesetzt werden, spricht für Befruchtung durch ein bestimmtes, bei uns nicht vorhandenes Insect.

Der Erscheinung des Blühens am alten Holze liegen also auch bei *Theophrasta* Knospen zu Grunde, welche frühe in den Achseln der Blätter angelegt, nach längerer Ruhezeit hervorbrechen.

Jene ruhenden Knospen sind hinsichtlich ihrer Her-

kunft untereinander nicht gleichwerthig, denn theils entstehen sie als Serialknospen direct aus dem Meristem des Stengels, theils in den Achseln von Niederblättern, die von diesen Serialknospen abstammen.

IV. *Ficus macrophylla* ¹⁾ (Roxb.).

(*Ficus Roxburghii* Wall., *Artocarpus imper.* Hort.).

Aus Mangel an hinreichend geeignetem Materiale konnte die Untersuchung nicht in dem Maasse vorgenommen werden, dass über alle fraglichen Punkte volle Klarheit erzielt wurde. Die vorliegende Pflanze ist nämlich eine von denjenigen, bei denen die Blüten nur an alten Stämmen auftreten und wo zum Zwecke eingehender Untersuchung der ganze Baum geopfert werden muss. Da ein so altes Exemplar mir nicht zur Verfügung stand, so konnte vorerst nur die Anlage der jungen Knospen, sowie die Bildung und Entwicklung der blüthenbildenden Sprosse näher untersucht werden.

Das Material zu dieser Untersuchung wurde mir in dankenswerther Weise aus dem Kgl. botanischen Garten zu Berlin zur Verfügung gestellt.

1. Bildung der Knospen. Nachdem vom Vegetationspunkte das Blatt und die beiden grossen, den Stengel umfassenden und in der Blattachsel zusammentreffenden Nebenblätter abgeschieden worden, tritt oberhalb letzterer die Bildung einer Achselknospe auf. Gleich nach der Bildung dieser Knospen werden von ihr einige Niederblätter gebildet, in deren Achseln wieder je eine Knospe angelegt wird. Meist werden auf diese Weise von der ersten Knospe aus zwei, oft aber auch nur eine gebildet.

Darauf treten diese Knospen sammt ihrer Mutterknospe in ein Ruhestadium.

2. Weitere Entwicklung der Knospen. Im Beginne der nächsten Vegetationsperiode treibt der mitt-

1) Abbildung: R. Wright: Icon. plant. Ind. orient. t. 2. Tab. 673.

lere ursprüngliche Vegetationspunkt meist aus und wird zu einem Laubtriebe. Die neben ihm liegenden zwei ruhenden Knospen kommen unter normalen Verhältnissen noch nicht zur Entwicklung.

Oft bleibt auch jene mittlere primäre Knospe ruhend, was besonders bei den untern Knospen sehr langer Triebe eintritt.

Diese zwei resp. drei Knospen werden nun bald in die Rinde eingeschlossen. Zur weitem Entwicklung kommen sie erst nach einer langen Reihe von Jahren, zu einer Zeit, wo der Stengel, auf dem sie inseriert sind, eine bedeutende Dicke erreicht hat. Meist sollen dieselben zuerst am Stamme auftreten und zwar von unten nach oben fortschreitend.

Beim Austreiben durchbricht eine solche Knospe nun zunächst die Rinde und scheidet, an die Oberfläche gelangt, nach verschiedenen Seiten eine Anzahl von Niederblättern ab, in deren Achseln Knospen angelegt werden. Diese Knospen treten ihrerseits nun gleich wieder in Thätigkeit, die darin besteht, dass nach jeder Seite wieder je ein Niederblatt angelegt wird, in dessen Achsel wieder je eine Knospe erscheint. Diese beiden zuletzt gebildeten Knospen werden zu Blüten, die dann in derselben oder der folgenden Vegetationsperiode zur Entwicklung kommen.

In Fig IX ist die weitere Entwicklung einer solchen aus dem alten Stamme hervorbrechenden Knospe dargestellt. Von dem ursprünglichen hervorbrechenden Vegetationspunkte a wurden in den Achseln von hier abgefallenen Niederblättern die Vegetationspunkte b und von diesen auf dieselbe Weise die Knospen gebildet, die zu Blüten und Früchten wurden, von denen in vorliegender Figur bei c die Ansatzstellen derselben zu sehen sind. Nach dem Abfallen der Früchte, welches bei c erfolgt, tritt mit dem Stillstande der Vegetation auch bei den hier liegenden Knospen eine Ruheperiode ein.

Im nächsten Jahre beginnt nun zunächst der Vegetationspunkt a seine Thätigkeit, und es werden von ihm aus neue Knospen (b) angelegt, die wieder Blütenknospen (c) bilden. Aber auch die alten Knospen b, welche als

kleine, äusserlich kaum sichtbare Zellhügel zwischen den beiden von ihr gebildeten Blüten liegen, haben die Ruheperiode überdauert und beginnen oft sogleich von neuem Blüten zu producieren. Dies geschieht jedoch nicht bei allen. Meist ruhen diese Knospen mehrere Jahre, ehe sie durch Bildung von Blüten ein Lebenszeichen von sich geben; dann versinken sie wieder für viele Jahre in den Ruhezustand.

Fig. X stellt einen Längsschnitt durch einen solchen Vegetationspunkt b dar, von dem in frühern Jahren die Blüten c_1 gebildet worden und der jetzt die Blüthe c_2 angelegt hat. So kommen im Laufe der Jahre ansehnliche infolge des gestauchten Wachstums knorrig aussehende Aeste zu Stande, die in den ersten Jahren meist unverzweigt sind.

Aeltere Aeste sind oft vielfach verzweigt. Dies tritt ein, wenn eine Knospe sich nicht zu dem weiter entwickelt, wozu sie angelegt ist. So kommt es oft vor, dass Knospen, aus denen direct Blüten sich bilden sollen, selbst zu blüthenbildenden Knospen werden, d. h. wo also aus einer Knospe c eine solche vom Werthe b wird. Ferner werden oft die Knospen b zu a. Es ist dies also ähnlich wie bei *Goethea*. Auf diese Weise verzweigen sich jene Aeste nach und nach vielfach.

Nicht selten kommt es vor, dass die Spitze (a) eines solchen Astes plötzlich in einen langen Laubtrieb austreibt.

Wie viele Jahre diese Blüten bildenden Aeste in Thätigkeit bleiben, und welches endlich ihr Schicksal ist, muss der Untersuchung an geeignetem Materiale vorbehalten bleiben.

Dasselbe gilt von der Art und Weise des Anschlusses der Knospe an die Gefässe des Stammes.

Was den Verlauf derselben innerhalb des Blüten sprosses anbetrifft, so ist ohne weiteres zu constatiren, dass jede Knospe an die Gefässe des Theiles anschliesst, von dem sie ihren Ursprung genommen.

Die vorstehende Untersuchung hat also das Resultat ergeben, dass das Auftreten der Blüten bei *Ficus macrophylla* am alten Stamme zurückzuführen ist auf ruhende

Knospen, die in geringer Anzahl auf die vorhin angegebene Weise angelegt werden. Das Auftreten von besondern, aus jenen Knospen hervorgehenden, viele Jahre Blüten producirenden Aesten ersetzt den Mangel einer grössern Anzahl solcher Knospen.

V. *Chrysophyllum Cainito* 1).

Auch bei dieser *Sapotacee* wo die Blüten am zwei- oder meist am dreijährigen Holze hervorbrechen, war das vorliegende Material zu einer eingehenden Untersuchung nicht geeignet, weshalb sich auch hier bis ins Einzelne sichere Angaben nicht machen lassen. Aus diesem Grunde sind auch, wie bei der vorigen Art, die anatomischen Verhältnisse unberücksichtigt gelassen worden.

Immerhin gestattete das Material jedoch eine Entscheidung in Betreff der Bildung jener Blütenknospen.

1. Bildung der Knospen. In der Achsel eines Blattes werden, bald nachdem es vom Vegetationspunkte abgeschieden worden, gewöhnlich drei neben einander liegende Serialknospen angelegt. Von diesen entsteht die mittlere zuerst, darauf die beiden seitlichen. Zuweilen werden jedoch nur zwei Knospen gebildet; mehr wie drei finden sich wohl nie.

2. Weitere Entwicklung dieser Knospen. Unter normalen Verhältnissen kommt von diesen Knospen im folgenden Jahre zunächst die mittlere zur Entwicklung, welche stets zu einem Laubtriebe wird; jedoch sistiren auch hier, wie bei *Cercis*, die am untern Theile des Triebes gelegenen bald ihr Wachsthum und die kurzen Triebe gehen zu Grunde, so dass also nur die obern das Längengewachsthum der Pflanze fortsetzen.

Ausser dieser mittlern Knospe kommt im 2. Jahre oft auch eine der seitlichen zur Entwicklung und wird zur Blütenbildung verwandt.

1) Wie diese verhält sich auch *Chrysoph. brasil.* Abbildung: *Flora brasil. v. Mart., Endlich. etc. fasc. 32.*

Die an der andern Seite liegende Knospe ruht meist noch bis zum folgenden Jahre, wo sie zur Inflorescenz sich entwickelt.

Soweit sich aus dem vorliegenden Materiale ersehen lässt, ist der Vorgang bei der Bildung der einzelnen Blüten der, dass von den Knospen in spiraliger Anordnung eine Reihe von Niederblättern angelegt wird, in deren Achseln die Blütenknospen auftreten.

Die Blüten erscheinen so an der Basis der unten nackten Zweige, oder wo, wie oben bemerkt, diese bald abgestorben sind, frei am Aste inserirt.

Die zu diesen Knospen führenden Gefässe wenden sich, in der Rinde schräg abwärts verlaufend, allmählich nach der Mitte des Zweiges und treten unterhalb der Anschlussstelle der mittleren Knospe mit den Gefässen des Zweiges in Verbindung.

Eine genauere Untersuchung muss späterhin an günstigerem Materiale angestellt werden.

Festgestellt haben wir, was uns ja zunächst interessiert, dass auch hier die Erscheinung des Blühens an ältern Zweigen, als an denen wo dieselben gewöhnlich auftreten, auf ruhende, in serialer Ordnung angelegte Knospen zurückzuführen ist.

Resultat der vorstehenden Untersuchungen.

Das aus den vorstehenden Untersuchungen sich ergebende Resultat lässt sich kurz folgendermaassen zusammenfassen:

- 1) Eine Adventivknospenbildung in dem Sinne, dass nachträglich aus einem bereits fertigen Gewebe des Stammes Knospen neu gebildet werden, liegt nicht vor; jene am alten Holze hervorbrechenden Blüten gehen vielmehr, wie Joh ow richtig vermuthete, aus ruhenden Knospen hervor.
- 2) Hinsichtlich der Bildung dieser Knospen, die alle in

den Achseln von Blattgebilden angelegt werden, haben wir verschiedene Fälle zu unterscheiden:

- a) In jeder Blattachsel werden mehrere seriale Knospen gebildet, von denen die meisten nach kürzerer oder längerer Ruhezeit zu Inflorescenzen werden (*Chrysophyllum*).
 - b) In jeder Blattachsel wird zunächst eine Knospe angelegt, die dann gleich in den Achseln einiger von ihr gebildeter Niederblätter weitere Knospen anlegt, welche (oft sammt ihrer Mutterknospe) nach langjähriger Ruhe zur Blütenbildung verwandt werden (*Ficus Roxb.*)
 - c) In jeder Blattachsel werden zwei oder mehrere seriale Knospen angelegt, die ihrerseits in den Achseln von ihnen angelegter, auf den Hauptspross hinübergeschobener Niederblätter weitere Knospen bilden, welche nach und nach als Blüten hervorbrechen (*Theophrasta, Goethea*).
 - d) In jeder Blattachsel bildet sich ein Meristem, aus welchen (wie es scheint lange Zeit) seriale Knospen in grosser Anzahl gebildet werden, die nach mehrjähriger Ruhe hervorbrechen¹⁾. (*Cercis*.)
- 3) Einige Pflanzen bilden aus einer solchen ruhenden Knospe nicht einen einzelnen, nur eine Vegetationsperiode dauernden Blütenstand, sondern es geht bei ihnen aus jeder Knospe ein viele Jahre dauernder blüthenbildender Spross hervor.

1) Serialknospenbildung, eine sehr verbreitete Erscheinung, ist bereits bei der Bildung anderer Theile der Pflanzen nachgewiesen. Cf. Hildebrandt: Einige Beobachtungen aus dem Gebiete der Pflanzenanatomic. Bonn 1861. Delbrouck: Die Pflanzenstacheln (Hanstein's bot. Abh. B. II. p. 95). A. Hansen: Vergleichende Untersuchungen über Adventivbildungen bei den Pflanzen. (Abhandl. d. Senckenb. naturf. Ges. B. XII.) Velenovský, J. O serialnich pupenech Zvláštní otisk ze zpráv o zasedání královské české společnosti nauk. Dr. K. Goebel: Ueber die Verzweigung dorsiventraler Sprosse. Leipzig 1880.

Herrn Hofrath Prof. Dr. Strasburger gestatte ich mir an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die vielfache Anregung und Unterstützung, die er mir in meinen Studien zu Theil werden liess.

Herrn Prof. Dr. Rein bin ich zu grossem Danke verpflichtet für eine Reihe recht interessanter Notizen über Cercis, welche er auf seinen Reisen vielfach beobachtet hat. Die Mittheilung derselben muss ich jedoch bis zur Fortsetzung der vorliegenden Arbeit verschieben, da die vorstehenden Untersuchungen bereits gedruckt waren, als ich in den Besitz jener Angaben kam.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren, mit Ausnahme von III, VIII und IX, sind verkleinerte Copieen von Zeichnungen, die bei der angegebenen Vergrösserung angefertigt wurden.

Fig. I—V *Cercis*.

- Fig. I. Medianer Längsschnitt durch den Vegetationspunkt und die nächsten Internodien. In den Blattachsen sind die aufeinanderfolgenden Serialknospen mit 1, 2, 3 . . bezeichnet. (500.)
- Fig. II. Längsschnitte durch eine Knospenserie auf etwas älterem Stadium; 5 Serialknospen angelegt. (500.)
- Fig. III. Eine Knospenserie nach Entfernung des Blattstieles von vorne gesehen. Bei der dritten die beiden Niederblätter aufgeklappt, um die im Grunde liegende Knospe zu zeigen. (3.)
- Fig. IV. Medianer Längsschnitt durch eine Knospenserie im vierten Jahre. Die Knospe 1 zu einem Laubtriebe ausgetrieben. br das zweimal abgebrochene mediane Blattbündel. Bei r_2 , r_3 die querdurchschnittenen, hier tangential verlaufenden Elemente des Holzes. (500.)
- Fig. V. Tieferer Tangentialschnitt durch einen Zweig an der Stelle einer Knospenserie. 1 Mark der zu einem Laubtriebe gewordenen 1. Knospe; m medianes, l laterales Blattbündel. Bei r_1 , r_2 , r_3 tangentialer Verlauf des Holzes. (500.)

Fig. VI und VII *Goethea strictiflora*.

- Fig. VI. Querschnitt durch einen Trieb und junge Knospen. 1 die erste Knospe, von der die Niederblätter *n* abgeschieden worden, in deren Achseln die Knospen *a*, *b* entstanden. (500.)
- Fig. VII. Längsschnitt durch einen verzweigten Blüten bildenden Spross; oben median, unten etwas tangential getroffen. *a* und *b* die beiden Vegetationspunkte; *r* und *s* die Markpartien, die zu frühern Blüten führten. (500.)

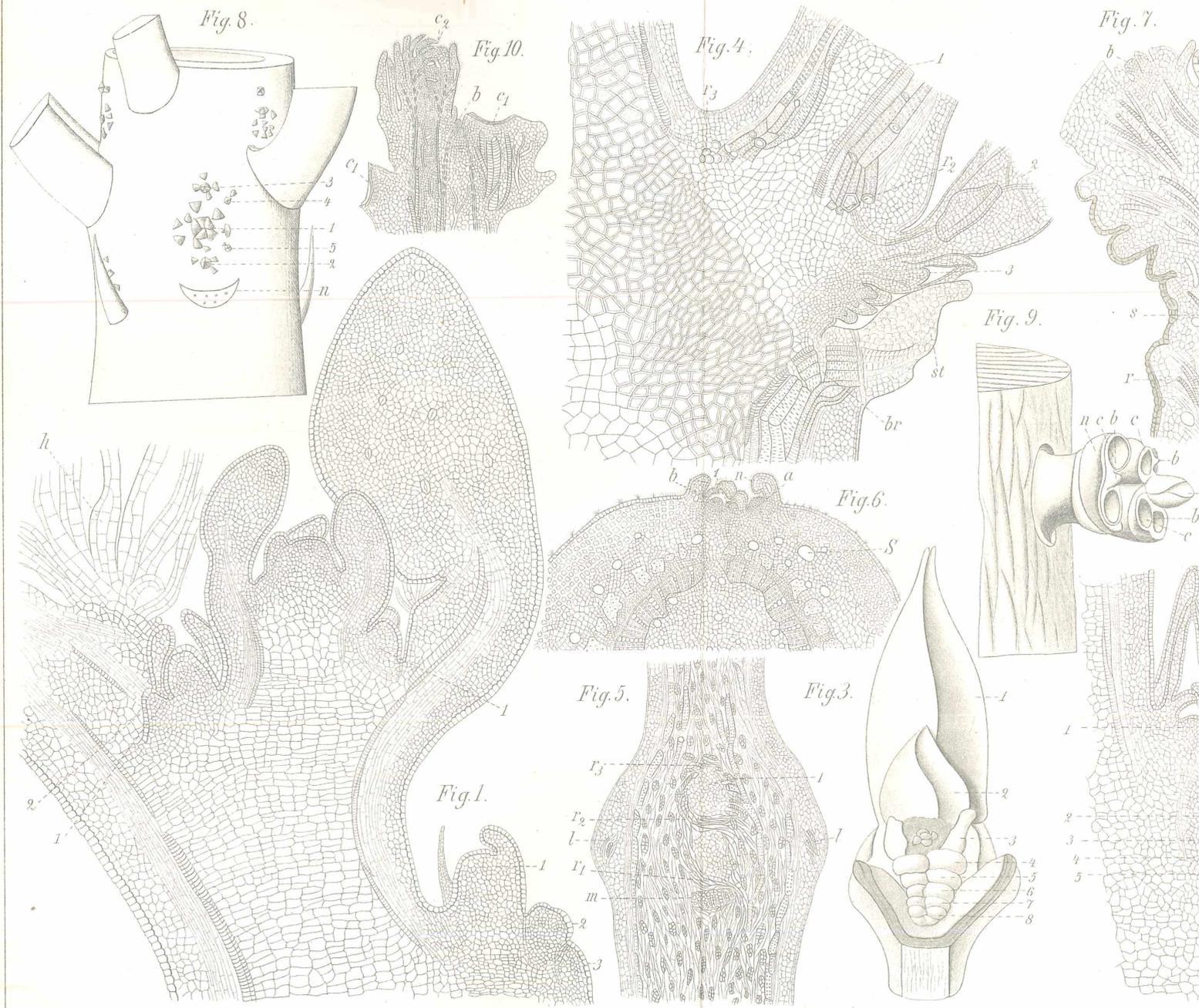
Fig. VIII *Theophrasta*.

- Fig. VIII. Stück eines jungen Triebes von *Th. latif.* von vorne gesehen. 1, 2, 3, 4, 5 die in dieser Reihenfolge gebildeten Serialknospen. Um diese herumliegend die von ihnen abgeschiedenen Niederblätter. *n* Narbe des abgeschnittenen, dem Stamme angehörenden Niederblattes. (2.)

Fig. IX und X *Ficus macrophylla*.

- Fig. IX. Junger einjähriger Blüthenspross, am alten Stamme inserirt. *a* Hauptvegetationspunkt, von dem aus die Vegetationspunkte *b* gebildet, *n* Narben der Niederblätter, in denen diese Punkte entstanden. *c* becherförmige Narben der abgefallenen Früchte, deren Blüten von *b* aus gebildet worden.
- Fig. X. Längsschnitt durch einen Vegetationspunkt *b*, diesen als kleinen Zellhügel zeigend. *c*₁ die Narben früherer Blüten, *c*₂ eine junge von *b* aus wieder gebildete Blüthe. (350.)

Bonn, botanisches Institut. 1887.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s): Esser

Artikel/Article: [Die Entstehung der Blüten am alten Holze 69-82](#)

